

دانشگاه یزد

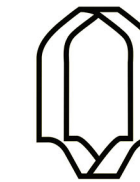
معماری اقلیم گرم و خشک

دوفصلنامه علمی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد
سال هشتم - شماره یازدهم - بهار و تابستان ۱۳۹۹
ISSN: 2645-3711



دوفصلنامه علمی معماری اقلیم گرم و خشک

ARCHITECTURE IN HOT AND DRY CLIMATE



Yazd University

Yazd University- Faculty of Art & Architecture
Spring & Summer, Vol. 8, No. 11, 2019
ISSN: 2645-3711



■ بازخوانی وقفنامه حاجی رجبعلی بر مسجد جامع میبد، از دریچه تاریخ معماری؛
ذاتالله نیکزاد

■ تبیین عوامل مؤثر بر ابهام در تاریخ گذاری بناهای مذهبی دوره ایلخانی؛
محمدعلی شیخ الحکمایی، شروین میرشاهزاده، سیدغلامرضا اسلامی، زهرا فنایی

■ نظام شکل دهنده در معماری مزارع تاریخی با نگاه به مزارع طراز آباد، گورت و نهچیر؛
حسین راعی

■ مطالعه جایگاه بازار در فرآیند تغییر ساختار فضایی شهر کاشان؛
حمیدرضا جیحانی، پریچهر شفیعی، سید جمال سید هاشمی، علی عمرانی پور

■ تحلیل و مقایسه عملکرد جریان باد در آسپاد منفرد سیستان و آسپاد ساده خراسان با استفاده از نرم افزار ANSYS؛
حامد ابراهیمی، مهدی مرتضوی، فریبا موسی پورنگاری

■ الگوهای ترکیب اندام‌های بنیادین معماری مساجد شهر اصفهان در دوره صفوی؛
آریتا بلالی اسکویی، سحر زارعی، مینا حیدری ترکمانی

■ ارزیابی آسایش راحتی و بررسی شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD بر مبنای نور روز و جهت گیری خانه، در خانه‌های سنتی بافت یزد (نمونه موردی: خانه ملک‌زاده شهر یزد)؛
مهدی حمزه نژاد، فرامرز فدائی، پریا ایلدرآبادی

■ بهینه‌سازی فضاهای نیمه باز خانه‌های آپارتمانی جهت تبدیل به گلخانه خورشیدی با استفاده از الگوریتم ذوب فلزات؛
وحید بختیاری، ریما فیاض

■ کارایی ادراکی نور روز: یک مطالعه مروری ساختاریافته از نقش الگوهای انتشار نور روز بر ادراکات ساکنان در فضاهای داخلی؛
سهراب رضایی، علی شرقی

■ ارتباط مقیاس‌های آسایش حرارتی با مولفه‌های فیزیکی - محیطی؛ سنجش موردی: ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز؛
بهاره بنزاده، شاهین حیدری، حبیب هادیان فرد

■ تبیین رابطه طبع افراد با گرایش به معماری سنتی در اقلیم گرم و خشک نمونه موردی: شهر یزد؛
سیده مریم مهدویه، مهناز محمودی زرنیدی، بهروز منصور

■ مطالعه تحلیلی شاخصه‌های کالبدی دفاع غیرعامل در معماری کاروانسراهای عصر صفوی؛
محسن طبسی، حسن ناصری ازغندی

■ Re-reading of Haji Rajabali's Deed of Endowment about Masjid-i Jami of Meybod, in point of view of architectural history

■ Recognizing the Factors Affecting the Ambiguity in the Dating of the Religious Monuments of the Seventh and Eighth Centuries A.H.

■ The System Forming the Architecture of the Historical Farmlands in the Central Plateau of Iran

■ Study on the effect of Bazaar on the Transformation process of the Spatial Structure of Kashan

■ Analysis and Comparison of Wind Currents in the Singular Windmills of Sistan and the Simple Windmill of Khorasan by Using the ANSYS Software

■ Composition patterns of fundamental elements in the architecture of Isfahan mosques of the Savafid era

■ Evaluation of comfort and thermal comfort (PMV and PPD) according to daylight and home orientation in Yazd traditional houses (Case study: Malekzade home in Yazd city)

■ Optimization of semi-open spaces of apartment houses to become a sunspace using simulated annealing algorithm

■ Perceptual performance of daylight; a systematic review of the role of daylight patterns on occupants' perceptions in interior spaces

■ Relationship between Thermal Comfort Scales and Physical-Environmental Components; a Case Study of Shiraz University Administration Building

■ Explanation of the Relationship between Temperaments with the Preferences towards Traditional Architecture

■ Analytical Study of the Physical Characteristics of Passive Defense in the Architecture of Safavid Caravanserais

سال هشتم - شماره یازدهم - بهار و تابستان ۱۳۹۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای تهیه و شرایط ارسال نوشتارهای علمی در نشریه معماری اقلیم گرم و خشک

- هدف نشریه "معماری اقلیم گرم و خشک" انتشار نتایج پژوهش‌های علمی در زمینه معماری اقلیم گرم و خشک و موضوعات مرتبط با آن در حوزه‌های معماری سنتی، مرمت، هنرهای وابسته به معماری، شهرسازی، طراحی شهری و انرژی است.
- علاوه بر قرار گرفتن موضوع مقاله در زمینه تخصصی نشریه، مقالات یا بخشی از آن نباید در هیچ مجله‌ای در داخل یا خارج از کشور به طور هم زمان در جریال داوری و یا چاپ باشد. مقالات ارائه شده به صورت خلاصه مقاله درکنگره‌ها، سمپوزیوم‌ها، سمینارهای داخلی و خارجی که چاپ و منتشر شده باشد، می‌تواند در قالب مقاله کامل ارائه شوند.
- نشریه در رد یا قبول، ویرایش، تلخیص یا اصلاح مقاله‌های دریافتی آزاد است.
- اصلاح و خلاصه کردن مطالب با نظر نویسندگان انجام می‌شود و مسئولیت صحت محتوای مقالات به عهده نویسندگان است.
- در صورت استفاده از مطالب دیگران، منبع مورد نظر با شماره و اطلاعات کامل منبع مذکور ارجاع داده شود.
- مقالات مندرج لزوماً نقطه نظرات مسئولین نشریه نبوده و مسئولیت مقالات به عهده نویسندگان است.
- نوشتارهای علمی - پژوهشی پس از داوری و تصویب در هیات تحریریه به چاپ می‌رسند. نشریه از پذیرش سایر نوشتارها نظیر ترجمه، گردآوری، مروری و... معذور است.
- نوشتارهای ارسالی نباید قبلاً در نشریه دیگری به چاپ رسیده و یا بطور همزمان به سایر نشریات و یا سمینارها برای بررسی و چاپ ارائه شده باشد.
- نوشتارها ترجیحاً به زبان فارسی باشد. با وجود این نشریه قادر است نوشتارهای انگلیسی زبان را نیز در صورت تایید به چاپ برساند.
- در تنظیم فایل اصل مقاله، رعایت بخش‌های زیر به ترتیب ضروری است:
 - ✓ صفحه اول: بدون نام و مشخصات نویسنده (نویسندگان) و فقط شامل عنوان مقاله، چکیده فارسی (باید به تنهایی بیان کننده تمام مقاله و شامل بیان مسأله یا اهداف پژوهش، روش پژوهش، مهم‌ترین یافته‌ها و نتیجه‌گیری و حداقل ۳۰۰ کلمه باشد) و واژه‌های کلیدی باشد. واژه‌های کلیدی مربوط به متن و عنوان مقاله بلافاصله بعد از چکیده و بین ۳ تا ۶ کلمه نوشته شود.
 - ✓ پرسش‌های پژوهش (حداکثر ۳ مورد)
 - ✓ مقدمه: شامل بیان مسئله، بیان اهداف یا فرضیه، روش تحقیق (در معرفی روش تحقیق صرفاً به نام روش بسنده نشود و علاوه بر عنوان، مواردی همچون مراحل انجام، روش گردآوری اطلاعات، مراحل انجام و فرآیند پژوهش ذکر گردد)، و ساختار مقاله می‌باشد.
 - ✓ پیشینه تحقیق
 - ✓ بدنه اصلی پژوهش (چارچوب نظری، بحث و بیان یافته‌ها)
 - ✓ نتیجه‌گیری
 - ✓ تشکر و قدردانی: سپاسگزاری از همکاری و راهنمایی کسانی که در تدوین مقاله نقش داشته‌اند (در صورت نیاز)
 - ✓ پی‌نوشت‌ها: شامل معادل‌های لاتین و توضیحات ضروری درباره اصطلاحات و مطالب مقاله، که به ترتیب با شماره در متن و به صورت پی‌نوشت در انتهای مقاله و قبل از فهرست مقاله درج گردد.
 - ✓ منابع فارسی و لاتین شامل صرفاً منابعی که در متن مورد استناد قرار گرفته‌اند، به ترتیب الفبا بر حسب نام خانوادگی نویسنده
 - ✓ چکیده انگلیسی (حداقل ۳۵۰ و حداکثر ۵۰۰ کلمه)



نشریه معماری اقلیم گرم و خشک

زمینه انتشار: معماری

سال هشتم، شماره یازدهم، بهار و تابستان ۱۳۹۹

ISSN: 2251-8185

صاحب امتیاز: دانشگاه یزد

سردبیر: دکتر علی غفاری

مدیرمسئول: دکتر کاظم مندگاری

مدیر داخلی: دکتر علی شهابی نژاد

ناشر: دانشگاه یزد

هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

- | | |
|--|-------------------------------|
| دانشیار دانشکده هنر و معماری - دانشگاه یزد | ۱. دکتر سیدمحمدحسین آیت اللهی |
| دانشیار دانشکده هنر و معماری - دانشگاه یزد | ۲. دکتر رضا ابوئی |
| استاد دانشکده هنر و معماری - دانشگاه تهران | ۳. دکتر شاهین حیدری |
| دانشیار گروه جغرافیا - دانشگاه یزد | ۴. دکتر محمدحسین سرائی |
| استاد گروه شهرسازی - دانشگاه شهیدبهشتی تهران | ۵. دکتر علی غفاری |
| استاد گروه معماری - دانشگاه شهیدبهشتی تهران | ۶. دکتر هادی ندیمی |
| دانشیار دانشکده هنر و معماری - دانشگاه یزد | ۷. دکتر محمدرضا نقصان محمدی |
| دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران | ۸. دکتر سیدعباس یزدانفر |

طرح روی جلد و لوگو: مهندس شهابالدین خورشیدی

عکس جلد: مزرعه گورت اصفهان، عکس از حسین راعی

ویرایش فارسی: سید محمدرضا قدکیان

ویرایش انگلیسی: محمدحسین افشاری

امور رایانه و صفحه‌آرایی: الهام اردکانی

چاپ: انتشارات دانشگاه یزد

نشانی نشریه: یزد، خیابان امام خمینی، کوچه سهل بن علی، دانشکده هنر و معماری، دفتر مجله معماری اقلیم گرم و

خشک، تلفن: ۰۳۵۳۶۲۲۹۸۵

پست الکترونیک: ahdc@journal.yazd.ac.ir

تارنمای نشریه: <http://smb.yazd.ac.ir>

سیستم نشریه معماری اقلیم گرم و خشک دسترسی آزاد بوده و استفاده از مطالب و کلیه تصاویر آن با ذکر منبع بلامانع است.

نشریه معماری اقلیم گرم و خشک پس از چاپ در پایگاه اطلاع‌رسانی مجلات علمی و تخصصی ایران (magiran.com) پایگاه مجلات تخصصی نور (noormags.ir)، ISC و [Google scholar](http://Google Scholar) نمایه می‌شود.



اسامی داوران این شماره:

دکتر مجتبی آراسته، دانشگاه شیراز
دکتر عیسی اسفنجاری کناری، دانشگاه هنر اصفهان
دکتر محسن اکبرزاده، دانشگاه آزاد تربت حیدریه
دکتر محمود پورسراجیان، دانشگاه یزد
دکتر محسن تابان، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول
مهندس هادی ترکشوند، دانشگاه یزد
دکتر حمیدرضا جیحانی، دانشگاه کاشان
دکتر زهره چراغی، دانشگاه یزد
دکتر بهشید حسینی، دانشگاه هنر تهران
دکتر محمد حسن خادم زاده،
دکتر مهدی خاک زند، دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر محسن طبسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
دکتر امیر فرج الهی راد، دانشگاه تربیت مدرس
دکتر ریما فیاض، دانشگاه هنر تهران
دکتر حسین مدی، دانشگاه بین المللی امام خمینی، قزوین
دکتر آیدا ملکی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
دکتر مرتضی ملکی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
دکتر کاوه منصوری، مهندسین مشاور عمارت خورشید
دکتر سجاد مؤذن، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
دکتر مسعود نبی میبیدی، دانشگاه یزد
دکتر احد نژاد ابراهیمی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز
دکتر کیومرث نعیمی، دانشگاه هنر اصفهان
دکتر ذات الله نیک زاد، پژوهشکده ابنیه و بافت های تاریخی فرهنگی
مهندس ژاله هدایت، دانشگاه یزد

شماره صفحه	فهرست
۱	بازخوانی وقف‌نامه حاجی رجبعلی بر مسجد جامع میبد، از دریچه تاریخ معماری ذات‌الله نیک‌زاد
۲۷	تبیین عوامل مؤثر بر ابهام در تاریخ‌گذاری بناهای مذهبی دوره ایلخانی محمدعلی شیخ‌الحکمایی، شروین میرشاهزاده، سیدغلامرضا اسلامی، زهرا فنایی
۴۹	نظام شکل‌دهنده در معماری مزارع تاریخی با نگاه به مزارع طرازآباد، گورت و نهچیر حسین راعی
۷۷	مطالعه جایگاه بازار در فرآیند تغییر ساختار فضایی شهر کاشان حمیدرضا جیحانی، پریچهر شفیعی، سید جمال سید هاشمی، علی عمرانی‌پور
۱۰۹	تحلیل و مقایسه عملکرد جریان باد در آسباد منفرد سیستان و آسباد ساده خراسان با استفاده از نرم‌افزار ANSYS حامد ابراهیمی، مهدی مرتضوی، فریبا موسی پورنگاری
۱۲۵	الگوهای ترکیب اندام‌های بنیادین معماری مساجد شهر اصفهان در دوره صفوی آزیتا بلالی اسکویی، سحر زارعی، مینا حیدری ترکمانی
۱۵۱	ارزیابی آسایش راحتی و بررسی شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD بر مبنای نور روز و جهت‌گیری خانه، در خانه‌های سنتی بافت یزد (نمونه موردی: خانه ملک‌زاده شهر یزد) مهدی حمزه‌نژاد، فرامرز فدائی، پریا ایلدرآبادی
۱۸۳	بهبودسازی فضاهای نیمه باز خانه‌های آپارتمانی جهت تبدیل به گلخانه خورشیدی با استفاده از الگوریتم ذوب فلزات وحید بختیاری، ریما فیاض
۲۱۱	کارایی ادراکی نور روز: یک مطالعه مروری ساختاریافته از نقش الگوهای انتشار نور روز بر ادراکات ساکنان در فضاهای داخلی سهراب رضایی، علی شرقی
۲۵۳	ارتباط مقیاس‌های آسایش حرارتی با مولفه‌های فیزیکی - محیطی؛ سنجش موردی: ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز بهاره بنازاده، شاهین حیدری، حبیب هادیان‌فرد
۲۸۳	تبیین رابطه طبع افراد با گرایش به معماری سنتی در اقلیم گرم و خشک نمونه موردی؛ شهر یزد سیده مریم مهدویه، مهناز محمودی زرنندی، بهروز منصور
۳۰۵	مطالعه تحلیلی شاخصه‌های کالبدی دفاع غیرعامل در معماری کاروانسراهای عصر صفوی محسن طبسی، حسن ناصری ازغندی

مقاله پژوهشی

بازخوانی وقفنامه حاجی رجبعلی بر مسجد جامع میبد، از دریچه تاریخ معماری

ذات الله نیک‌زاد^{*}

۱- عضو هیأت علمی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری

(دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۹، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱)

چکیده

وقفنامه حاجی رجبعلی به تاریخ ۱۲۴۷ق بر شبستان زمستانی مسجد جامع میبد و دیگر آثار مورد حمایت و ساخته شده واقف تنظیم شده است. این وقفنامه، سندی تاریخی است که حاوی اطلاعاتی از میانه سده سیزدهم هجری درباره شهر میبد، اماکن و آثار معماری آن است. تاریخ وقفنامه هم‌زمان با دهه آخر حکومت فتحعلی شاه قاجار است و روشن کردن سیمای کهن شهر میبد در این دوره تاریخی پراهمیت است. مسجد جامع شواهدی از این دوره دارد. وقفنامه، سندی حقوقی به‌شمار می‌رود و واقف به قصد تضمین حیات شبستان و بناهای دیگری، که خود ساخته، دست به تنظیم آن زده؛ اما در این تحقیق در مقام یک سند تاریخ معماری بررسی و نمایانده شده است. در واقع استعداد یک متن حقوقی تاریخی برای بهره بردن در راه مطالعه تاریخ معماری بررسی شده و ویژگی‌های آن معلوم می‌شود. با طرح این پرسش که، اماکن و شواهد معماری مذکور در وقفنامه چیست و چه آگاهی‌های تازه‌ای در حوزه تاریخ معماری شهر میبد به‌دست می‌دهد؟ این تحقیق که به‌روش توصیفی - تاریخی به انجام رسیده، با بازخوانی متن وقفنامه و بررسی و تحلیل آن، مشاهدات میدانی و ذکر شواهدی در کتب تاریخی همراه شده است. این تحقیق به‌نوعی سندپژوهی محسوب می‌شود، زیرا تمرکز بر یک سند تاریخی دست اول دارد. هدف از تحقیق، بازخوانی نکات روشن و تاریک مربوط به اماکن و تاریخ معماری مذکور در وقفنامه است. نتیجه تحقیق نشان داده، این وقف نامه کوتاه، اما حاوی مطالب با اهمیتی از حیث ثبت نام و تواریخ اماکن است. یک یک اعلام جغرافی که در وقفنامه از آن‌ها نام برده شده همه مربوط به میبد است، بنابراین در روند تحقیق، با مراجعه به محل مربوط، اصل اثر یا بقایای برج مانده شناسایی و مشاهده شد. مجموع آثار قابل بررسی به ۲۲ اثر می‌رسد که مشتمل بر محله‌ها، قنوت، دکان‌ها، مزار (گورستان)، آسیاب، باغات و خانه‌ها و موارد دیگر است. تاریخ ساخت شبستان زمستانی مسجد جامع، حدود تاریخ و بانی ساخت مسجد و آب انباری در میدان کرّم واقع در داخل شارستان میبد که از بناهای واقف است، از این وقفنامه به‌دست می‌آید که مربوط به دهه ۱۲۴۰ق است.

کلید واژه‌ها: وقفنامه، مسجد جامع میبد، اماکن تاریخی میبد، حاجی رجبعلی، تاریخ معماری

پرسش پژوهش

پرسش‌هایی که در این تحقیق طرح شده در حدود داده‌هایی است که از متن وقف‌نامه مورد نظر استنباط و استخراج شود.

- به استناد وقف‌نامه حاجی رجبعلی، چه اماکن و شواهد معماری قابل شناسایی است؟

- وقف‌نامه چه آگاهی‌های تازه‌ای در حوزه تاریخ معماری شهر میبد به دست می‌دهد؟

۱- مقدمه

وقف‌نامه‌ها جزء اسناد مطالعه تاریخ معماری به شمار می‌روند. وقف‌نامه حاجی رجبعلی که برای محافظت و نگهداری مسجد جامع میبد و برخی آثار دیگر تنظیم شده، می‌تواند حاوی آگاهی‌هایی درباره بناها باشد. مسجد جامع میبد در زمره معدود بناهای برجای مانده از سده‌های نخستین هجری به شمار می‌رود. با این پیش‌زمینه که منابع مکتوب چه درباره این بنا و چه درباره شهر و دیگر آثار میبد چندان پُر بار نیست، بنابراین اسناد مکتوب منتشر نشده می‌تواند بخشی از این خلاء را پُر کند. از این رو که موضوع اصلی پژوهش (سند وقف) مربوط به رویدادی در گذشته است و با بازخوانی و تحلیل محتوای این سند از یک سو و هم-چنین در سوی دیگر ردیابی آثار و بقایای ذکر شده در وضع امروز شهر میبد، انتظار می‌رود نتایجی برای شناخت بیشتر این آثار استخراج شود، پژوهش با روش «تاریخی - توصیفی» به انجام می‌رسد و به نوعی سند پژوهی است. داده‌های پژوهش از دو راه کتابخانه-ای و میدانی حاصل آمده است. برای پاسخ به پرسش‌ها و هدف پیش‌رو، علاوه بر محتوای سند، پرداختن به مفاهیم و واژگان، مشاهده و تحقیق درباره آثار و اماکن نیز مورد نظر است. هدف از تحقیق پیش‌رو، شناسایی

آثار و روشن ساختن تاریخ معماری بناها و اماکن مذکور در وقف‌نامه است.

۲- مبانی نظری تحقیق: وقف‌نامه در

جایگاه اسناد تاریخ معماری ایران

مطابق ماده ۵۵ قانون مدنی، «وقف عبارت است از این-که عین مال حبس و منافع آن تسبیل شود». مطابق ماده ۵۸، فقط وقف مالی جایز دانسته شده که به ابقاء عین بتوان از آن منتفع شد (مرکز پژوهش‌های مجلس). از دو قسم وقف عام و خاص، اسناد وقف عام به این تحقیق مربوط می‌شود و غرض از بنیان آن متنوع است، از مخارج نگهداری و تعمیر اعتبار مقدسه و مدارس علمی و دینی گرفته تا کمک به معیشت علما، سادات، طبقات مذهبی و به‌جا آوردن آیین‌ها و مناسک دینی (لمبتون، ۱۳۷۷: ۴۱۸-۴۱۷). وقف بر افراد و اشخاص، امور یا اماکن واقع می‌شود که به آن موقوفه‌علیه گفته می‌شود. چه موقوفه و چه موقوفه‌علیه، هر دو شامل اماکن و بناهایی است که از آن‌ها در وقف‌نامه نام برده می‌شود؛ از این حیث اسناد وقفی در مطالعه تاریخ معماری موضوعیت می‌یابد. عمارت و آبادانی ولایات به‌دست پادشاهان، امرا و بزرگان متمول و به‌ویژه آنان که دستی در کار خیر داشتند، اغلب اوقات همراه با پیش‌بینی‌هایی برای حیات آینده تأسیسات بنیان نهاده بوده است. سرمایه‌های دارای انتفاع و آینده‌دار مانند زمین‌های زراعی و آب در وقف اهمیت می‌یافت. در مناطق مربوط به تمدن‌کاریزی علاوه بر زمین، آب قنات ارزش سرمایه‌ای داشت. مزرعه، باغ، خانه‌باغ، خانه، قنات، یا سهمی از قنات به‌عنوان رقبات موقوفه درآمد و درآمد آن‌ها برای اقسام امور خیر در نظر گرفته می‌شد.

چون وقف در برآوردن هزینه‌های ساخت و تعمیر بناهای عمومی، سامان دادن به املاک و رقبات،

معماران، پیشه‌وران و عاملان معماری، مقیمان هر بنا و دیگر موارد (شیخ‌الحکمایی، ۱۳۸۷: ۱۱۰ و ۱۱۱). میراث وقف نسبت به سایر آثار غیروقفی کم‌تر دچار تحریف و تصرف شده‌اند، زیرا سازوکاری برای حفظ موقوفات در نظر گرفته می‌شد (نظری و صالحی کاخکی، زمستان ۱۳۹۶: ۲۴۰).

۳- پیشینه پژوهش

درباب پیشینه تحقیق پیرامون اسناد وقفی در یزد و میبد، باید به دو سرفصل اشاره کرد؛ نخست، تصحیح و چاپ پاره‌ای از وقف‌نامه‌های دربردارنده مطالبی در باب شهر، اماکن و آثار؛ دوم، تحقیقات صورت گرفته درباره چنین وقف‌نامه‌هایی. بسیاری از وقفیات و رقبات موجود در میبد، در وقف‌نامه‌هایی که در طول تاریخ در یزد تنظیم شده ذکر شده‌اند. در ادامه به نمونه‌هایی چند اشاره می‌شود. دانش‌پژوه و افشار، وقف‌نامه جامع‌الخیرات، مربوط به سیدرکن‌الدین و فرزندش سیدشمس‌الدین، که در ۷۳۲ و ۷۳۳ ق تألیف شده و به زبان عربی است را در مجله فرهنگ ایران زمین به چاپ رساندند (دانش‌پژوه و افشار، ۱۳۴۰) که علاوه بر اماکن و بناها و قنواتی که از یزد نام برده شده، حاوی اطلاعات بسیار مفیدی درباره میبد و حدود و اماکن و آبادی‌های آن در سده هشتم هجری است. افشار و مجتبی مینوی نسخه عکسی و سپس حروف‌چینی شده وقف‌نامه ربع رشیدی، تألیف ۷۰۹ ق را چاپ کردند (همدانی، ۱۳۵۲) و چون قسمت عمده رقبات و املاک مذکور در وقف‌نامه به یزد تعلق داشت، سپس افشار بخش مربوط به یزد را به‌طور جداگانه، با عنوان «اوقاف رشیدی» چاپ کرد (افشار، ۱۳۴۹). نام و نشانی قنات‌ها و

برپایی آیین‌ها و کارآفرینی و کمک به نیازمندان کارکرد خود را حفظ می‌کرده، این نهاد خصلت شهرآفرینی داشته و در حیات اجتماعی شهرهای ایران نقش مؤثری ایفا می‌کرد (اهلرز، ۱۳۷۴: ۵۱-۵۳)، بنابراین تاریخ شهرها جدای از وقف و اسناد وقفی نیست. وقف‌نامه‌ها ارزش اسنادی دارند و بدون آن‌ها آگاهی از تاریخ معماری ایران ناقص خواهد ماند. به نظر افشار، مطالعه دقیق در احوال مساجد و بقاع و مزارات کامل نیست، مگر آنکه متون وقف‌نامه‌ها در اختیار مردم گذاشته شود (افشار، ۱۳۷۱: ۳۳). برای مطالعه تاریخ معماری ایران، وقف‌نامه‌ها در یک نگاه در شمار اسناد مردمی محسوب شده و در ذیل منابع مکتوب درجه اول^۱ قرار می‌گیرند (قیومی بیدندی، بهار ۱۳۸۸: ۸-۹). می‌توان وقف‌نامه‌ها را جزء اسناد قضایی به‌شمار آورد. بیشتر بناهای مهم و عام‌المنفعه در نظام وقف شکل گرفته و موقوفه‌اند؛ بنابراین در میان انواع اسناد تاریخی، وقف‌نامه جایگاهی ویژه دارد و ارتباط این نوع سند با معماری و فرهنگ آن می‌تواند بسیار گسترده‌تر از دیگر انواع اسناد باشد (شیخ‌الحکمایی، ۱۳۸۷: ۹). برخی اطلاعات حاصل از وقف‌نامه در حوزه مطالعات تاریخ معماری شامل موضوعات متنوعی است، از جمله: شناخت انواع بناها و اجزای معماری، اجزای شهر، تاریخ دقیق ساخت و پیشینه بنا، مسایل اقتصادی معماری، الگوهای ساخت، مشاغل مرتبط با بنا، فرهنگ و آداب ساخت، نگهداری بنا و مرمت، کارکردهای خاص و تغییر کاربری، حرمت بنا و اعمال مجاز و ممنوع در آنها، تأسیسات، اصطلاحات معماری، اهداف بانی، عوامل دخیل در ساخت بنا مانند: حامی و بانی،

وی معتقد است، در نزد ایرانیان، عامل تعیین کننده در توجه به معماری، کارکرد بوده است، نه صورت (بلر، پاییز ۱۳۸۷: ۴۸-۴۹). در تحقیق دیگری، وقفنامه امیرچقماق و همسرش بررسی شده است. نویسنده به شرح یک یک موقوفات و اماکن مذکور در این سند پرداخت. علاوه بر یزد، برخی موقوفات مربوط به میبد است (ایواتاکه، بهار ۱۳۸۴). بررسی قنوت وقفنامه جامع‌الخیرات، مربوط به سده هفتم هجری، موضوع مقاله‌ای است. در این تحقیق ۸۹ رشته قنات مربوط به یزد، مناطق یزد و خارج از منطقه شناسایی و مشخصات و محل مصرف آنها، از جمله تنقیح ممر و کوره قنات و تعمیر و نگهداری بناها را نشان دادند (نیک‌زاد و دانش یزدی، تابستان ۱۳۹۰).

۴- اهمیت سند

علی‌رغم پیشینه کهن شهر میبد و وجود آثار تاریخی فراوان و مهم در آن، منابع مکتوب کمی از این شهر برجای مانده. درباره میبد، مختصری در کتاب‌های جغرافیای تاریخی و با تفصیل کمی در تواریخ محلی یزد نوشته شده است. اسناد محلی که بسیاری از آنها پوشیده مانده و انتشار نیافته‌اند، در روشنایی بخشیدن به سرگذشت و تاریخ گوشه و کنار این شهر قدیمی اهمیت دارند. با این نگاه وقفنامه مذکور یک سند تاریخی مکتوب برای میبد محسوب می‌شود و در بررسی مسجد جامع میبد یا برخی آثار دیگر، جزء منابع مکتوب درجه اول به‌شمار می‌رود. مقصود از پیش کشیدن این وقفنامه پی بردن به نام بناها، اماکن و داده‌هایی از قبیل تاریخ ساخت و نحوه اداره امور آنها است

اماکن بسیاری از میبد در این سند آمده است. «وقفنامه امیرچقماق و سستی فاطمه» که یک‌بار در ۱۳۲۷ چاپ و نایاب شده بود، افشار در چاپ جلد سوم جامع مفیدی، با تصحیح تازه‌ای در انتها، به عنوان ضمیمه چاپ کرد (افشار، ۱۳۸۵). افشار کتابچه موقوفات یزد، تألیف عبدالوهاب طراز را در جلد دوم یزدنامه چاپ کرد (افشار، ۱۳۷۷: ۱۱۶-۱۲۹). این سند مفصل حاوی اطلاعات تاریخی بسیاری در خصوص قنوت و بناهای مهم یزد است. «وقفنامه باغ دولت‌آباد یزد» مورد توجه محققان قرار گرفته است. متن این وقفنامه در جامع جعفری آمده بود (نائینی، ۱۳۵۳: ۳۶۲-۳۴۵) و از این نظر که حاوی داده‌های فراوانی درباره قنات و ملحقات آن، فضا و معماری این باغ و دیگر عناصر مربوط به پیرامون باغ بود، شیخ‌الحکمایی، در ذیل اسناد معماری ایران به‌شمار آورد و آن را منتشر کرد (شیخ‌الحکمایی، ۱۳۸۷: ۷۵-۹۲). مسرت وقفنامه آب‌انبار شش بادگیری یزد، که نخستین سواد آن در ۱۲۷۹ق نوشته شده را با تصحیح و توضیحاتی به‌چاپ رساند (مسرت، پاییز ۱۳۸۸: ۸۴). افخمی و مسرت وقفنامه نسبتاً طولانی مسجد چهارمنار (خضرشاه) یزد، مربوط به سده نهم هجری را منتشر ساختند. که حاوی نام اماکن و بناهای بسیاری در یزد، تفت و اردکان است (افخمی و مسرت، بهار ۱۳۹۳).

شیلا بلر در تحلیل وقفنامه ربع رشیدی برای راه یافتن به جامعه دوره ایلخانیان، اشاره دارد که این سند ما را قادر می‌سازد بناهای این مجموعه را در تصور خود بازسازی کنیم. از این وقفنامه می‌توان در فهم طرز استفاده از این بناها نیز کمک گرفت.

که یا امروزه شناخته می‌شوند یا از یاد رفته‌اند. در جریان تغییر و تحولات تاریخی مسجد جامع میبد، در دوره قاجاریه فضاهایی افزوده شد و تغییراتی چند پدید آمد. از جمله: ساخت گرمخانه حاجی رجبعلی که مورد نظر وقفنامه این تحقیق است، ساخت گرمخانه شمالی که تاریخ دقیق و بانی ساخت آن پیدا نیست، ساخت مسجد حاجی حسنعلی که در گوشه شمال شرقی قرار دارد و به نام بانی شناخته می‌شود و تعمیراتی که در بسیاری از مواضع و زوایای مسجد دیده می‌شود (نیک‌زاد، ۱۳۹۵). وقفنامه مذکور در شناخت تحولات روزگار قاجاری این بنا می‌تواند دارای اهمیت باشد.

۵- بازنویسی متن وقفنامه^۲

۵-۱- متن اصلی

«وقف مؤبد و حبس مخلص نمود، جناب خیرالحاج و کهن‌العمار حاجی رجبعلی ابن مرحمت‌شأن حاجی حیدرعلی میبدی، نصف طسوج از مزرعه شمس‌آباد مع اراضی تابعه آن و تسع، یعنی نه یک، / از طاحونه واقعه در محله بشنیغان میبد، مشهور به طاحونه آخوند، غنی از توصیف و تحدید، بر امام مسجد جامع قصبه مرقومه. توضیحاً بر امام مسجدی که خود واقف در مسجد میبد ساخته‌اند؛ و آن مسجد، شبستانی^۳ / در سمت شمالی مسجد مرقوم است، که از بناهای خیر خود واقف است، که امام موقوف‌علیه در زمستان‌ها در همان شبستان نماز کند و در تابستان در مقصوره و پیشگاه^۴، و هرگاه بر بام نماز کند، بر بام / همان شبستان نماز کند. و وقف نمود منابع و مجاری پنج جرّه میاه کسنویه، ممزوج به فراه‌آباد و یک‌درب باغ مشهور به باغ رضای رحیمی، محدود به باغ میررضای شهری و حدی به باغ /

میرزا معصوم و حدی به باغ ورثه [۵...^۵] و حدی [۶...^۶] محدود به زمین حاجی میرعبدالغفور و زمین واقف مزبور و حدی / به قنات مهریجر و حدی به زمین قجورستانی‌ها و یک‌قطعه دیگر، به مقام ایضاً، به بسط هفت دست تخمیناً محدود به زمین واقف و حدی به زمین لالائی حاجی میرغنی و حدی به قنوه [کذا] مهرجر و حدی دیگر / بار به قنات واقف و قطعه دیگر به بسط دو قفیز واقعه در آن طرف پل، محدود به زمین محمد بن سمیع و حدی به زمین محمدآبادی‌ها و حدی به زمین اردکانی‌ها بر شبستان مرقومه، که هر وقت / خرابی حادث شود منافع آن را خرج تعمیر آن کنند و با عدم خرابی، منافع آن‌ها را به خادم و مؤذن مسجد مرقوم دهند. و وقف نمود ایضاً یک درب باغ خندق واقعه در جنب رباط / میبد، محدود به حصار و حدی به خندق قاسم ابولی. تمامی یک قطعه زمین به بسط پنج دست در محله حیدرآباد محدود به زمین ورثه حاجی محمدبن علی و به شارع و دو طرف به تل، بر قاری / که هر شب جمعه بر مزار قُرب رباط قرائت قرآن نمایند. توضیحاً آنکه هرگاه خرابی در دو قطعه زمین و باغ اتفاق افتد منافع آن‌ها را اولاً صرف تعمیر نمایند و بعد آنچه زائد / آید و با فرض عدم خرابی [۷...^۷] را به قاری دهند. و وقف نمود ایضاً یک درب حانوت روغن‌گری واقعه در میدان کرم، محدود به خانه ابول یادگار و شارع، بر مسجد کوچک جنب میدان / کرم که از بناهای خیر واقف مزبور است که منافع آن را صرف روغن چراغ و تعمیر مسجد مزبور نمایند. و وقف نمود چهار جرّه منابع [قنات] شمس‌آباد بر آب‌انبار واقعه در میدان کرم، / که از بناهای خیر واقف مزبور است؛ که منافع آن را صرف تعمیر [۸...^۸] و قیمت آب آن و اصلاح شیر و روغن چراغ آن کنند. و وقف نمود اراضی حوالی آب‌انبار مزبور را / بر آب‌انبار مزبور که منافع آن‌ها را اولاً صرف تعمیر آنها نمایند و با عدم

احتیاج، صرف اصلاح و خرج آب انبار مرقوم. و وقف نمود سدس^۹ بازارچه^۹ میبد را، که در جنب / مسجد جامع است، بر مسجد مزبور که منافع آن را صرف اصلاح مسجد مزبور نمایند، از کاغذ شبستان و باماندود و غیره. و وقف نمود یک باب حانوت نجاری واقعه در جنب / بازارچه^۹ مزبوره بر روغن چراغ صبح مسجد مزبور از شبستان و مقصوره و بام هر جا که احتیاج باشد. و بقیه بازارچه هم وقف است بر مسجد مزبور و تولیت / جمیع آنها را مفوض نمود به جناب سیادت مآب میر سیدعلی اکبر ابن مرحوم میرزا ابراهیم؛ و عشر منافع آنها را حق التولیه قرار داد و تتمه را به مصرف آنچه مقرر شد برساند. / و اعتراف نمود که شش جرّه میاه شمس آباد در شبانه روز دوازدهم وقف است بر آب انبار گُلار. و تولیت آن را هم به میر علی اکبر واگذاشت، یعنی او را وکیل خود / [۱۰...] آقا میرعلی اکبر / با قابلیت، و بر فرض عدم قابلیت، مفوض به حاکم شرع است / تحریراً فی ذیقعه سنه ۱۲۴۷».

۲-۵- سجلاها

«محل مهر واقف حاجی رجبعلی / محل خاتم شریف مرحمت شأن آقا سیدمحمد نعمتی / هو، آقا سید محمدعلی ولد مرحوم آقا سیدعلی اکبر متولی باشد به نظارت جناب آقا سیدنعمتی سلمه الله فی بیست و ششم شهر رمضان سنه ۱۲۷۰ / محل خاتم شریف مرحمت- شأن آقا میرزا علی / محل مهر مرحوم آقا میر جعفر / محل خاتم شریف میر سیدحیدر / بسم الله تعالی، امر تولیت به نهجی است که جنت مکان آقا میرزا علی مرقوم داشته اند؛ بنظارت علام فهام جناب ملاحسین و اطلاع جناب والدشان به مصارف مصروف نمایند. حرر فی بیست و هشتم شعبان سنه ۱۲۷۶. محل خاتم شریف شریعتمدار آقا شیخ محمدحسن / محل خاتم مرحمت- شأن آقا سیدابوالحسن حیدری / محل خاتم مرحمت-

شأن آقا سیدمحمد نعمتی^{۱۱} / محل خاتم مرحمت شأن آخوند ملا لطفعلی / ذا و اصله سیان [نقش مهر] / ذا و اصله سیان [نقش مهر] / هو، ذا و اصله المختوم العشره بخواتیم [کذا] سیان فی شهر شوال المکرم سنه ۱۲۹۲ [نقش دو مهر] / ذا و اصله سیان [نقش مهر] / ذا و اصله سیان [نقش مهر]

۶- یافته‌های تحقیق

۶-۱- مشخصات وقف‌نامه و اشخاص

مذکور

۱-۱-۶- مشخصات: تصویر وقف‌نامه در اداره اوقاف شهرستان میبد به کلاسه پرونده: «ر/۶ شهرستان میبد» نگهداری می‌شود. از اصل سند آگاهی کسب نشد و احتمالاً در دست متولی فعلی است. حدود دو سطر آخر در تصویر سند پاک شده است. این سطر باید در اصل وقف‌نامه موجود باشد. وقف‌نامه به زبان فارسی روان، بدون استفاده از کلمات و اصطلاحات معلق و اضافی، با خط تحریری شکسته نستعلیق نوشته شده و حاوی مهرها و سجلات و تأییدات چند تن در حاشیه چپ و بالای نوشته اصلی است (تصویر ۱۵).

۲-۱-۶- تاریخ‌ها: در انتهای وقف‌نامه تاریخ تحریر ۱۲۴۷ق نوشته شده، که برابر با سلطنت فتحعلی شاه قاجار در ایران و حکومت سیف‌الدوله در یزد (قلمسیاه، ۱۳۷۰) است. اما تاریخ‌های دیگری نیز در محل تأییدات و شاهدان دیده می‌شود. از جمله تاریخ ۱۲۴۷، ۱۲۷۰ و ۱۲۷۶، ۱۲۹۲. تاریخ‌های چند دهه دورتر از زمان تنظیم سند به تعیین تولیت و نظارت موقوفات مربوط می‌شود که

ترین آبادی جنوبی به داخل حصار میبد است و با حصار شهر و نارین قلعه حدود ۱۵۰۰ متر فاصله دارد. از بناهای این آبادی چیز چندانی نمانده، اما اکنون مشهور است و مزارع و باغات مرغوب میبد را شامل می‌شود. توصیف این محله در کتب تاریخی، از جمله جامع مفیدی در سده یازدهم هجری، با داشتن آب و هوای خوش، خیابان و نهر میان آن و در اطراف خیابان باغ‌های دلگشا، ذکر شده است (مستوفی بافقی، ۱۳۴۰: ۹۵).

۲-۲-۶- محله بشنیغان: این محله که اکنون به همین نام شهرت دارد، جزء محله‌های قدیم شهر میبد است. چسبیده به دروازه شمالی و حصار شهر و خود مشتمل بر چند محله کوچک است. آبادانی این بیرونه وابسته به دو رشته قنات خارجار و کتنواست و در جریان آرام گسترش شهری به سوی شمال پدید آمده است (پویا، ۱۳۹۵: ۱۳۳ و ۱۷۴). باغات و کشتخوان‌ها در اطراف و داخل آن گسترده شده و مساجد، میدان‌ها، آب انبار و بازارچه و محله‌های کتزی‌ها، شیخی‌ها، حبیبیان و زراسب در آن جای دارد.

۳-۲-۶- طاحونه آخوند: آسیاب مذکور بنا به اشاره وقف‌نامه در محله بشنیغان واقع بوده، اما اکنون بنایی با چنین نام شناخته نشد، محتمل است یکی از سه آسیابی که در محدوده محله بشنیغان قرار دارند، در ایام قدیم به «طاحونه آخوند» شهرت داشت. «آسیاب سید قنبر» یا باغشاهی که با آب خارجار می‌چرخید بر حد حصار شمالی میبد و محله بشنیغان واقع شده و مرمت شده است. «آسیاب لگک» واقع در منتهی‌الیه شمال غربی بشنیغان نزدیک محله مهرجرد که آثار خرابه آن

پس از فوت اشخاص اولیه اتفاق افتاده و در حاشیه اصل وقف‌نامه ثبت شده است.

۳-۱-۶- واقف (بانی): نام واقف در وقف‌نامه حاجی رجبعلی فرزند حاجی حیدرعلی ذکر شده است. به استناد همین وقف‌نامه او کسی است که شبستان مسجد جامع میبد، و چند بنای دیگر را ساخت. اکنون گرمخانه مسجد جامع به نام حاجی رجبعلی شناخته می‌شود. حاجی رجبعلی از خاندان سادات میبد بوده است. این خاندان از گذشته‌های دور در میبد ساکن بوده اند. پدر واقف، حاجی حیدرعلی، خود امام مسجد جامع بود. او نیز وقف نامه مفصلی بر مسجد جامع دارد^{۱۲}. احفاد و اعقاب این خانواده سادات اکنون در همین حدود میبد زندگی می‌کنند. درباره بانی و خانواده او مطلبی دیگری در کتب و اسناد یافت نشد.

۲-۶- بازشناسی اماکن مذکور در وقف‌نامه

در متن وقف‌نامه، از اماکنی نام برده شده که دانستن آن‌ها از نظر شناخت تاریخی شهر و بناهای میبد اهمیت دارد. تعیین موضع اغلب آن‌ها با توجه به تحقیقات میدانی در حین این پژوهش میسر شد. اماکن مذکور یا موقوفه‌اند یا موقوف‌علیه. در ذیل فهرستی از اماکن و شرح چکیده آن‌ها، به ترتیب ذکر در وقف‌نامه، می‌آید:

۱-۲-۶- مزرعه شمس آباد و قنات آن: قنات شمس‌آباد، که مادرچاه آن در رستاق واقع در جنوب میبد است، زمین‌های شمس‌آباد را سیراب می‌کند. از این قنات چند مرتبه در وقف‌نامه ربع رشیدی در اواخر سده هفتم هجری نام برده شده است (همدانی، ۱۳۵۲: ۷۵). شمس‌آباد نزدیک-

پیداست و «آسیاب سرگشون» واقع در شرق محله که از بنیان ویرانش کردند. نام «آخوند» امروز بر یکی از مساجد محله فیروزآباد نهاده شده است.

۴-۲-۶- مسجد جامع قصبه میبد: مسجدی وسیع و کهن از سده‌های اولیه هجری در داخل حصار و باروی شهر که اکنون موجود و مورد استفاده است و آن مشتمل است بر صحن، ایوان و گنبد و شبستان‌های تابستانی متصل بدان، شبستان-

های زمستانی در شرق و غرب و شمال صحن، گنبدخانه حسنی (امام حسن) و فضاهای پیرامون آن و مسجد حاجی رجبعلی و حاجی حسنعلی (نیک‌زاد، ۱۳۸۵: ۹۶ و ۱۱۷) (تصویر ۱ و ۲). نام منبر و مسجد میبد در متون جغرافیای تاریخی قرن چهارم هجری به بعد، همراه با کته، فهرج و نایین، جزء ولایت یزد و کوره اصطخر ثبت شده است (اصطخری، ۱۳۴۰: ۹۷؛ ابن حوقل، ۱۳۴۵: ۳۶).



تصویر ۱- چشم انداز مسجد جامع میبد. بیرون شبستان حاجی رجبعلی که مابین ایوان و گنبد خشتی است در تصویر دیده می‌شود (مأخذ: نگارنده).



تصویر ۲- پلان مسجد جامع میبد با جانمایی فضاهای گوناگون (مأخذ: نگارنده).

۵-۲-۶- شبستان ساخته واقف: مطابق سطر دوم و سوم وقف نامه، «آن مسجد شبستانی ست در سمت شمالی مسجد مرقوم که از بناهای خیر خود واقف است». در ادامه چنین ذکر شده: «که امام موقوف علیه در زمستانها در همان شبستان نماز کند و در تابستان در مقصوره و پیشگاه و هرگاه بر بام نماز کند، بر بام همان شبستان نماز کند». اگر واقعاً مقصود همان شبستان شمالی (درواقع شمال شرقی) باشد، به سبب برآمدگی پوشش بام این شبستان عملاً خواندن نماز در پشت بام به راحتی

ممکن نمی شود. به نظر می رسد نویسنده متن وقف نامه در نوشتن جهت اشتباه کرده و جهت درست باید غرب باشد. در غرب صحن مسجد (درواقع شمال غرب) شبستانی است که آن را گرمخانه می نامند و نام حاجی رجبعلی به عنوان بانی و واقف بر کتیبه زیلو به تاریخ ۱۲۴۰ ق درج شده است (نیک زاد، ۱۳۸۵: ۱۰۴). شبستان مذکور با پنج دهانه، در دو اشکوب بنا شده و در سرتاسر ضلع غربی صحن واقع شده و ورود بدان از صحن مسجد است (تصویر ۲ و ۳).



تصویر ۳: داخل شبستان حاجی رجبعلی (مأخذ: نگارنده).

۶-۲-۶- میاه کسنویه: از قنوات مهم و پر آب میید به شمار می رود که از جنوب شهر سرچشمه گرفته، جوار رباط شاه عباسی آفتابی می شود و با عبور از داخل کاروانسرا و ظاهر شدن در حوض داخل چهارطاقی واقع در میان حیاط این بنا، وارد کشتخوان و باغات کسنوا واقع در پشت رباط و غرب حصار میید می شود و این اراضی را سیراب می کند. نام این قنات به صورت نوشتاری «کثنویه»، لابلای وقفیات ربع رشیدی، جزء بلده میید آمده (همدانی، ۱۳۵۲: ۸۹) و در وقف نامه جامع الخیرات،

مربوط به سده هفتم هجری نیز چند مرتبه سهم آب وقفی آن ذکر شده است (سیدرکن الدین، ۱۳۶۵: ۱۱۵، ۱۱۶ و ۱۴۶).

۷-۲-۶- قنات فرهاباد: بنا به متن وقف نامه، «میاه کسنویه ممزوج با فرهاباد» بود. قنات یا جویی به این نام در تحقیقات میدانی شناخته نشد. علاوه بر این شاید نام کشتخوان یا اراضی هم بوده باشد که از این آب مشروب می شد.

۸-۲-۶- قنات مهرجرد (مهرجرد): مهرجرد از جمله آبادی های شمال میید و جزء پهنه شهر

امروز است و بنا به استناد کتب تاریخی در زمان ساسانیان و به دست مهنرنگار دختر انوشیروان ساخته شد. یک مهرجرد که همان مهریز امروزی است و دیگری مهرجرد میبد (جعفری، ۱۳۴۳: ۳۰ و ۳۱). هر دو آبادی به نام مهریجرد هم نامیده می شدند. قنات آن به همین نام شناخته می شود. این قنات از جنوب میبد سرچشمه می گیرد و آبادی و کشتخوانهای مهرجرد را مشروب می سازد.

۹-۲-۶- پُل: هرچند موضع پل مورد اشاره در وقف نامه با اشاره به زمین های متعلق به اشخاص و

مجاورت با قنات مهرجرد مشخص شده، اما چون نام آن ذکر نشده و موضع آن با مکان شناخته شده ای معلوم نمی شود، یافتن آن به طور دقیق ممکن نشد. بر اساس شواهد میدانی این تحقیق، این پل ها که همه آجری اند، در حدود مسیل و کشتخوان های بارجین، بیده، خانقاه، مهرجرد، ده آباد و برخی اراضی دیگر وجود دارند. یکی از پل هایی که معماری شاخصی دارد و آب بر است، بر روی رودخانه خشک حیدرآباد بسته شده است (تصویر ۴).



تصویر ۴: یکی از پل های آجری روی رودخانه حیدرآباد. این پل آب بر است (مأخذ: نگارنده).

۱۰-۲-۶- باغ خندق: این باغ که حد شرقی آن حصار شهر و حد غربی آن گذر مجاور رباط است، جزء باغاتی است که در داخل خندق دور حصار شهر ساخته شده و حدود آن اکنون معلوم است و در عرصه این بخش از خندق خانه هایی هم

ساختند (تصویر ۵). هرچند قطعاتی از خندق را در حین خیابان کشی پر کردند، لیکن اکنون این باغات در نقاط گوناگون شهر وجود دارند که وضع خندق را معلوم می دارند.



تصویر ۵: بقایای باغ خندق واقع در جوار حصار و باروی شهر (مأخذ: نگارنده).

تیرکش و آرایه‌های فخر و مدین خشتی کامل کردند. حصاربست میبد را امیرمبارزالدین محمد، بنیان‌گذار حکومت مظفریان، در سده هفتم هجری و در آغاز حاکمیتش ساخته و مستحکم کرد (جعفری، ۱۳۸۹: ۱۳۶؛ کاتب، ۲۵۳۷: ۱۶۴).

۱۳-۲-۶- محله حیدرآباد: قطعه زمینی در این محله وقف بر مسجد شده است. اکنون محله یا زیرمحله‌ای به نام حیدرآباد در میبد شناخته شده نیست. یکی، رودخانه‌ای فصلی به نام حیدرآباد برجای مانده که از شرق روستای بیده عبور می‌کند و ضمن گذشتن از کنار محله خانقاه، تا حدود ده آباد ادامه می‌یابد. دیگری، میدانی به نام حیدرعلی در حدود محله بالای میبد وجود دارد که قرابت اسمی با حیدرآباد دارد. بر این اساس که اماکنی از قبیل باغ خندق، مزار قرب رباط و زمین واقع در حیدرآباد همگی به دنبال هم در وقفنامه ذکر شده، محتمل است موضع این محله در همان حدود باشد.

۱۴-۲-۶- تل: به بستر رُسی زمین تل گفته می‌شود و در نزد معماران و بناهای سنتی میبد شهرت

۱۱-۲-۶- رباط میبد: همان کاروانسرای شاه عباسی است که به همراه ساباط، آب‌انبار، یخچال، چاپارخانه و راه قدیم و دیگر عناصر، جزئی از منزلگاه کاروانی میبد محسوب می‌شود. این ارسن در بیرون از حصار غربی شهر قرار دارد و قدمت آن دست کم به روزگار صفویه باز می‌گردد (افشار، ۱۳۴۹). پس از مرمت‌هایی که صورت گرفته، به عنوان مکان فرهنگی و خدمات گردشگری بهره‌برداری می‌شود. از فرط شهرت نیاز به توضیح بیشتر درباره این اثر نیست.

۱۲-۲-۶- حصار: دور تا دور میبد را با حصاربست و خندق محصور و مستحکم کردند. هرچند در اثر خیابان‌کشی قطعاتی از حصار ویران شده، اما بخش عمده‌ای از آن به جا مانده است. حصار مذکور در وقفنامه همانا حصار غربی است که جنب رباط میبد واقع شده و با برج و خندق همراه است و در امتدادش به سوی شمال، به دروازه کتنوا (دروازه غربی) و انتهای اراضی محله باغشاهی می‌رسد (پویا، ۱۳۹۵: ۶۴). حصار را به صورت چینه‌ای و خشتی ساخته و با کنگره،

خود از سادات میبد بوده، باغ خندق و زمین حیدرآباد را بر این مزار وقف کرد. بر اساس شواهد به جا مانده، گورها را به صورت صندوقه‌ای و با طاق خرپشته‌ای می‌ساختند و قبور قرار گرفته روی همدیگر نشان می‌دهد که در طول چند سده تدفین در آن صورت می‌گرفت. یک نمونه چهارطاقی کوچک خشتی بر سطح برآمده مزار به جا مانده است. مزار مذکور با احداث خیابان قاضی میرحسین به دو نیم شمالی و جنوبی در آمد (تصویر ۶).

دارد، از این نظر که در ساخت بناها عامل تعیین کننده بوده و در بسیاری از موارد با بریدن تل فضاهای بوکنی را بوجود می‌آوردند. بر روی تل‌ها کشت و کار صورت نمی‌گرفت. محله تل در شهر یزد در محل اختلاف سطح زمین و نسبت به محله - های پیرامون، بر پشته (بلندای) گلی استقرار یافته است. شهرت و نام آن نیز بر همین اساس است.

۱۵-۲-۶- مزار قُرب رباط: این مزار یکی از گورستان‌های خارج حصار میبد است و مدفن سادات بوده و قبور و آرامگاه‌هایی چند که با خشت و گل بنا شده در آن باقی است. واقف که



تصویر ۶: بقایای مزار قُرب رباط میبد و آب انبار کُلاز (مأخذ: نگارنده).

می‌رسد. طی چند دهه اخیر تغییراتی در سیمای بیرونی میدان بوجود آمده و از صورت یک فضای شهری و محله‌ای، به یک بنای منفرد بدل شده است. بر روی آن سقف خرپای فلزی نهاده و در داخل پوش خیمه‌ای برپا داشته اند. آیین‌های مذهبی در این میدان به جا آورده می‌شود و محل وعظ و خطابه حاج سید محمد حیدری است.

۱۷-۲-۶- حانوت روغن‌گری واقع در میدان کرم: اکنون شواهد یا اطلاعاتی از این

۱۶-۲-۶- میدان کرم: این میدان در حدود ۵۰۰ متری شرق مسجد جامع، در محله میبد پایین قرار دارد و آن محوطه باز چهارضلعی با غرفه‌هایی در پیرامون است. ضلع جنوبی تکیه، میدان و در دو اشکوب بنا شده است. غرفه‌های طبقه بالا با مدخل‌های کوتاهی به یکدیگر ارتباط دارند (شیبانی و کشاورز: ۱۳۸۰) (تصویر ۸ و ۷). میدان کرم مسجدی کوچک و آب‌انباری دارد. میدان در جایی ساخته شده که کوچه‌های پیرامون به آن

شده در وقفنامه، این مسجد کوچک ساخته واقف (حاجی رجبعلی) در حوالی دهه ۱۲۴۰ق است. این مسجد در جایی معرفی نشده است.

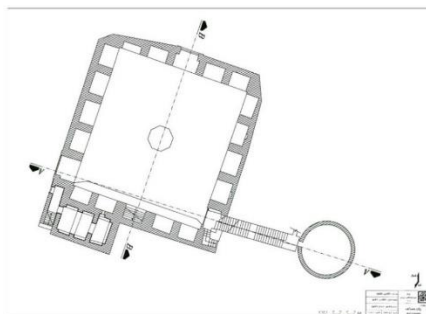
۱۹-۲-۶- آب انبار میدان کرم: این آب انبار جزء میدان است و پله پاشیر آن با حدود ۳۰ پله در کنج جنوب شرقی داخل میدان واقع شده و سردر پاشیر یکی از غرفه‌های میدان محسوب می‌شود (تصویر ۱۰). مخزن و گنبد روی آن با سه بادگیر یک طرفه در پشت میدان واقع شده است. روی گنبد را آجر فرش کرده و باقی سطوح اندود کاهگل دارد (شیبانی و کشاورز، ۱۳۸۰: ۵). آب انبار با شاخه انتهایی قنات قطب آباد پر می‌شد با وجود جریان داشتن آب، به سبب ترک حادث شده در مخزن، آب گیری نمی‌شود. با توجه به متن این وقفنامه، منابعی برای صرف تعمیرات ساختمان و روغن چراغ پاشیر این بنا برقرار شده بود.

دکان روغن‌گری در دست نیست. در پیرامون میدان تغییراتی پدید آمده و بسیاری از عناصر از جمله دکان‌های چسبیده به جداره معابر ویران شده‌اند، این دکان متصل به خانه ابول یادگار بوده است؛ خانه‌ای با این نام هم اکنون شناخته شده نیست. به هر روی، امروزه بر جداره گذرهای جنب میدان نشانه‌ای از دکان دیده نمی‌شود.

۱۸-۲-۶- مسجد کوچک میدان کرم: این مسجد در گوشه جنوب غربی پشت میدان با ورودی مجزایی واقع است و اکنون نام امام محمد باقر دارد. مسجد یک راهرو در ابتدا، بلافاصله پس از ورودی با سقف ضربی دارد و شبستانی کوچک با سه دهانه واقع در پشت غرفه‌های جنوب غربی میدان است. فضاهای نمازخانه را پوشش کجاوه‌ای بر روی تویزه‌هایی استوار نموده و با گچ اندود کرده‌اند. علامت مشخصی به عنوان محراب به چشم نمی‌خورد (تصویر ۸ و ۹). بنا به اشاره صریح قید



تصویر ۷- داخل میدان کرم، رو به جنوب (مأخذ: شیبانی و کشاورز، ۱۳۸۰: ۲۰).



تصویر ۸- نقشه میدان کرم، شامل: میدان، آب‌انبار و مسجد کوچک (مأخذ: پرونده ثبت آثار ملی به شماره ۳۶۹۴، برگ ۱۳).



تصویر ۱۰- ورودی پاشیر آب‌انبار میدان کرم واقع در داخل میدان (مأخذ: نگارنده).



تصویر ۹- داخل مسجد کوچک میدان کرم (مأخذ: نگارنده).

همجوار مسجد جامع تا دهه ۱۳۶۰ش برپا بود (تصویر ۱۱)، اما برای تعریض کوچه‌های پیرامون مسجد، پوشش میانی و دکان‌های جداره شرقی، به کل تخریب شد؛ با این حال دکان‌های چسبیده به مسجد هم‌چنان وجود دارد. این بازارچه علاوه بر دکان‌ها، شامل آب‌انبار و کاروانسرای کوچک

۲۰-۲-۶- بازارچه جنب مسجد جامع: بازار قدیم میبد از دروازه جنوبی آغاز و به مسجد جامع منتهی می‌شود. هر بخش بازار نامی داشته و سالم ترین قسمت آن، بازارچه میری در محدوده محله بالاست. شواهد بخش عمده بازار، با وجود خرابی و متروک ماندن پابرجا مانده است. بازارچه

بازارچه و یک باب حانوت (دکان) نجاری را وقف مسجد کرده بود و اظهار شده که تمام بازارچه نیز وقف بر مسجد است.

بود (نیک‌زاد، ۱۳۸۵: ۹۴). ادامه جداره شرقی بازارچه، خانه‌هایی بود که همه آنها برجیده شده و بر جای آن امروز فضای سبز و میدانچه متصل به خیابان مسجد جامع قرار دارد. واقف یک نهم از



تصویر ۱۱- تصویر قدیمی بازارچه متصل به مسجد جامع که در دهه ۱۳۶۰ ویران شد (مأخذ: پرونده ثبت آثار ملی مسجد جامع میبد به شماره ۱۳۴۷).

۳-۶- تضمین حیات آثار معماری

واقف از محل اموال خویش ممر درآمدی برای بقای آثاری که خود بنا کرده یا دیگران پیش از او ساخته بودند، تعیین و تثبیت کرد تا هم ضمانتی برای حفظ کالبد بناها باشد و هم حیات و فعالیت-شان جاری گردد. در این وقف‌نامه، محل مصرف موقوفات بر دو قسم است. واقف قسمی را بر ساختمان مسجد و دیگر بناهایی که خود ساخته یا پیش از او بوده‌اند و قسمی دیگر را بر فعالیت‌ها و اشخاص مرتبط با مسجد یا مزار معین کرده است. نخست بر امام مسجد جامع که زمستان‌ها در داخل همین شبستان و تابستان‌ها در مقصوره و پیشگاه (ایوان) و پشت بام نماز کند. مزد موذن، قاری قرآن، خادم مسجد و تولیت نیز از همین موقوفات به دست می‌آید. واقف بخشی از وقفیات را برای تعمیرات خرابی‌های شبستان مسجد جامع و بام

۲۱-۲-۶- آب انبار گلزار: این آب انبار روبروی در ورودی رباط شاه عباسی و در زیر ساباط قرار دارد به سبب بهره‌برداری از اختلاف سطح زمین و قرار گرفتن پاشیر در پائین دست و مخزن در بالادست، تعداد پله‌های آن بسیار کم‌تر از حد معمول آب انبارهای دیگر است. چهار بادگیر کار خنک کردن آب مخزن را بر عهده دارند. مطابق کتیبه منصوب بر سردر آب انبار، در زمان صفویه به سال ۱۰۷۰ق ساخته شده و حیات‌بخش مترددین گردید (افشار، ۱۳۴۸: ۸۶-۸۷).

۲۲-۲-۶- اماکن خصوصی ناشناخته: نام

اماکن دیگری هم در وقف‌نامه درج شده که شناسایی آن‌ها فعلاً ممکن نشده است، به این دلیل که املاک خصوصی‌اند و بسیاری از آن‌ها تغییر نام یا تغییر کاربری داده‌اند.

اندود، تعمیرات مسجد کوچک جنب میدان کرم، اموری همچون قرائت قرآن بر سر مزار سادات، اصلاح شیر آب انبار میدان کرم و آب انبار گلار روغن چراغ مسجد کوچک و آب انبار را می‌توان در نظر گرفته و بخشی را به ترمیم خرابی موقوفه نام برد (جدول ۱).

اختصاص داده است. صرف منافع موقوفات برای

جدول ۱- موقوفات، محل و شرایط مصرف مندرج در وقف‌نامه (مأخذ: نگارنده).

موقوفه	مقدار	محل مصرف	شرایط مصرف
مزرعه شمس آباد	نصف طسوج	امام شهبستان واقف در مسجد جامع	زمستان‌ها در شهبستان، تابستان در مقصوره و پیشگاه و بر بام نماز کند.
طاحونه آخوند در محله بشنیغان	تسع (یک نه)	ایضاً	ایضاً
مياه كسنويه ممزوج به فرهاباد، منابع و مجاری قنات	پنج جرّه	شهبستان ساخته واقف	تعمیر شهبستان، در صورت خرابی. برای خادم و مؤذن مسجد، در صورت عدم خرابی
باغ مشهور به باغ رضای کریمی	یک درب	ایضاً	ایضاً
یک قطعه زمین واقف	بسط هفت دست	ایضاً	ایضاً
زمین آن طرف پل	بسط دو قفیز	ایضاً	ایضاً
باغ خندق در جنب رباط	یک درب	مزار قرب رباط	در صورت خرابی، تعمیر موقوفه. آنچه زاید آمد و فرض بر عدم خرابی، هر شب جمعه قرائت قرآن بر مزار
یک قطعه زمین واقف در محله حیدرآباد	بسط پنج دست	ایضاً	ایضاً
حانوت روغن گری در میدان کرم	یک درب	مسجد کوچک جنب میدان کرم	صرف روغن چراغ و تعمیر مسجد
قنات شمس آباد	چهار جرّه	آب انبار میدان کرم	تعمیر و اصلاح ممر، قیمت آب، اصلاح شیر و تأمین روغن چراغ آن
اراضی حوالی آب انبار کرم	تمامی	آب انبار میدان کرم	تعمیر موقوفه، در صورت عدم احتیاج، صرف اصلاح و تعمیر آب انبار
بازارچه جنب مسجد جامع مید	یک ششم	شهبستان ساخته واقف	اصلاح مسجد، کاغذ شهبستان و بام اندود و غیره
حانوت نجاری در جنب بازارچه مسجد جامع	یک باب	مسجد جامع	روغن چراغ صبح مسجد در شهبستان، مقصوره، بام و دیگر جاهای مسجد
بقیه بازارچه مسجد جامع		مسجد جامع	معلوم نشده
مياه شمس آباد	شش جرّه در شبانه-روز دوازدهم	آب انبار گلار	معلوم نشده

۴-۶- واژگان و اصطلاحات

به معنی آن‌ها، حوزه کاربرد هر واژه نیز مشخص شد. به طور کلی آنچه به موضوع این تحقیق مربوط می‌شود شامل حوزه‌های: شهر، معماری، کشاورزی و قنات یا ترکیبی از این‌هاست (جدول ۲).

به جز واژگانی که معنی آن‌ها در زبان فارسی کاملاً شناخته شده و در اغلب مناطق یکسان فهم می‌شود، برخی واژگان و ترکیب‌ها که یا امروز استفاده نمی‌شود یا در مناطق یزد، از جمله میبد، کاربرد خاص دارد، در جدول ذیل آمده است. جز اشاره

جدول ۲- واژگان و اصطلاحات به کار رفته در وقف‌نامه و معنی و کاربرد آن‌ها (مأخذ: نگارنده).

واژه / اصطلاح	معنی	حوزه کاربرد
قصبه	آبادی بزرگ که از چند ده تشکیل شده باشد (فرهنگ فارسی معین، ذیل «قصبه»). شهر کوچک.	شهری
شارع	شاهراه، راه بزرگ (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «شارع»).	شهری
باغ خندق	باغی که در عرصه خندق بوجود آمده است. باغ خندق در پیرامون حصار میبد، یک عرصه شهری است که کارکرد دفاعی و کشاورزی توأمان داشت.	شهری - کشاورزی
تل	پشته، زمین بلند (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «تل»). در میبد، تل از جنس گل رس فشرده است و در محل اختلاف تراز ظاهر می‌شود. در جاهایی نظیر نارین قلعه، تل را بریده و در آن فضاهای بوکنی (کنده) بوجود آوردند.	شهری - معماری
میدان	فضای باز شهری طراحی شده در شهرها و روستاهای منطقه یزد، که معمولاً چهارضلعی و با صفت‌های تکرار شونده است. بر سر تقاطع چند گذر شکل گرفته و در روزهای محرم برای آیین سوگواری استفاده می‌شود و کارکرد حسینی دارد.	شهری - معماری
مقصوره	گنبدخانه، قسمت اصلی مسجد که محراب در آن قرار دارد. در اصل فقط به محل محراب گفته می‌شد (پیرنیا، ۱۳۶۹: ۳۹۱).	معماری
پیشگاه	جلوی درگاه ورودی یا ایوان. مقابل درگاه و آستان (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «پیشگاه»). در این جا به معنای ایوان مقصوره به کار رفته است.	معماری
طاحونه	آسیاب (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «طاحونه»). در مناطق کویری، بر سر راه قنات و پایین تر از تراز آن ساخته می‌شود و با نیروی آب، که درون تنوره می‌رود، کار می‌کند.	معماری
حانوت	دکان (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «حانوت»). در وقف‌نامه از حانوت روغن‌گری و نجاری نام برده شده است.	معماری
تعمیر	تعمیر در این جا به معنای عام آمده است. درست کردن خرابی بنا، باغ، زمین کشاورزی و موقوفه.	مرمت - معماری
بام‌اندود	اندود بام کردن	مرمت - معماری
کاغذ شبستان	به سبب اینکه کاغذ شفاف نور را از خود عبور می‌دهد، در گذشته برای چسباندن به نورگیر، پنجره و از این قبیل در شبستان مسجد یا بناهای دیگر کاربرد داشته است و به آن کاغذ لقی می‌گفتند (افشار، ۱۳۹۰: ۶۹).	معماری
میاه	«میاه» یعنی آب‌ها. در این جا مقصود آب قنات است.	قنات - کشاورزی
طسوج	نصف طسوج از مزرعه. مأخوذ از «تسو»ی فارسی (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «طسوج»). تسو، یک قسمت از ۲۴ قسمت شبانه‌روز (فرهنگ فارسی عمید، ذیل «تسو»).	قنات - کشاورزی

قنات	واحد زمان در تقسیم آب که از ۷/۵ تا ۱۱ دقیقه در شبانه روز متفاوت است و در مبدأ از این واحد استفاده می‌شود (سمسار یزدی، ۱۳۸۹: ۱۴۸). به جای طشت و سبوی نیز به کار می‌رود.	جرّه
قنات	چشمه و این صیغه اسم ظرف است از نبوغ که به معنی برآمدن آب است از زمین. محل خروج آب سرچشمه (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «منبع»).	منابع
قنات	مجرها. محل جریان آب‌ها. نهر و قنات و کاریز و ناودان و جز آن (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «مجاری»).	مَجاری
کشاورزی	در نظام تولید کشاورزی منطقه یزد، واحد اندازه‌گیری مساحت و حجم است. در واحد سطح برابر با ۹۰۰ مترمربع و در واحد حجم برابر با مقدار آبی است در یک شبانه‌روز یک قفیز زمین را سیراب کند (جانب-اللهی، ۱۳۸۳: ۶۸).	قفیز
کشاورزی	واحد کامل از هر چیزی. هر شش دست یک قفیز است (جانب‌اللهی، ۱۳۸۳: ۶۸)، که می‌شود هر دست حدود ۱۵۰ مترمربع.	دست

۷- بحث پیرامون یافته‌ها

۱-۸- آگاهی تازه در باب برخی اماکن و

تاریخ آن‌ها

در وقف‌نامه به اماکن و آثاری اشاره شده که برخی از آن‌ها ناشناخته است و این سند می‌تواند دریچه تازه‌ای برای شناخت آن‌ها به دست دهد. این سند به بناها و اماکنی اشاره دارد که برای مردم میبد یا محققان آشناست، اما به لحاظ ماهیت تاریخی ناشناخته مانده و اطلاعات مکتوب و محققانه‌ای از آن‌ها در دست نیست.

چند زیلو به تاریخ ۱۲۴۰ ق در گرمخانه غربی مسجد پهن است که در حاشیه آن‌ها نوشته شده، شبستان را حاجی رجبعلی ساخته و آن زیلوها را وقف بر این فضا کرده است. به احتمال زیاد تاریخ اتمام این شبستان تاریخ مذکور در زیلوست. متن کتیبه زیلو بدین شرح است:

«وقف صحیح شرعی نمود عالیحضرت خیرالحاج حاجی رجبعلی خلف مرحمت پناه حاجی حیدرعلی میبدی این زیلو را بر مسجد جدیدالبناء جانب غربی مسجد جامع قصبه میبد که خودش ساخته، مشروط آنکه از مسجد مزبور بیرون نبرند؛ هر گاه در گنبد

مزبور ضرور شود ۱۲۰۴۰ [۱۲۴۰] عمل علیرضا ابراهیم» (تصویر ۱۲).

معلوم می‌شود، حاجی رجبعلی پس از گذشت هفت سال از اتمام ساخت مسجد، در سال ۱۲۴۷ ق از اموال خود برای گردش امور، نگهداری و تعمیرات مسجد و دیگر اماکن وقف کرده است. هم‌چنین این بحث که مقصود از شبستان مورد اشاره در وقف‌نامه همان شبستان غربی است نه شمالی، درست‌تر می‌نماید.

همانگونه که اطلاعات مکتوبی درباره میدان کرم در دست نیست، از جمله اینکه چه کسی آن را ساخته، چه زمانی ساخته شده یا تغییراتی در آن بوجود آمده، تاکنون همین ابهام درباره آب‌انبار و مسجد کوچک متصل به میدان هم حاکم بوده است. بر اساس این وقف‌نامه، می‌توان اظهار داشت، این دو اثر از «بناهای خیر واقف» یعنی حاجی رجبعلی بوده و آن‌ها را حدود دهه ۱۲۴۰ ق به میدان ملحق ساخته است. از این روی که «زمین - های حوالی آب‌انبار» نیز وقف بر آب‌انبار شده، معلوم می‌شود، آب‌انبار را در زمین شخصی

خودش، که متصل به میدان بوده، ساخته و ورودی پله‌های پاشیر را در داخل میدان قرار داده است.

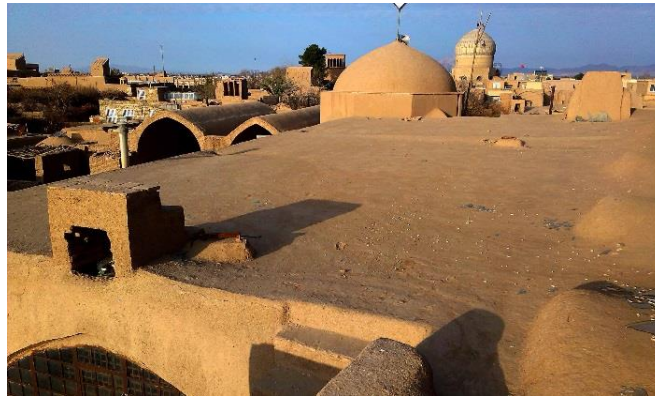


تصویر ۱۲- زیلوی شبستان حاجی رجبعلی به تاریخ ۱۲۴۰ (مأخذ: نگارنده).

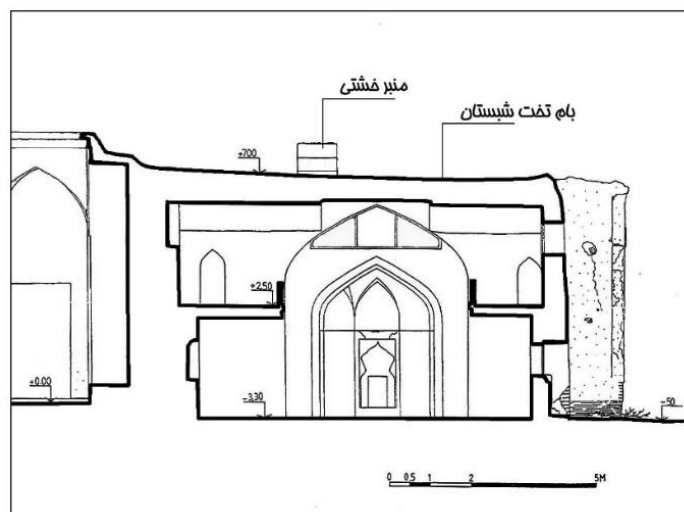
نماز برپا کنند. منبری گلین با سه پله در انتهای بام رو به قبله وجود دارد که نشان می‌دهد برپایی نماز هر سال بر روی بام انجام می‌شد. هم‌چنین پله‌های رسیدن به پشت‌بام که به‌طور مستقیم از پشت شبستان ساخته شده نیز مؤید این است که دسترسی به آسانی ممکن شود (تصویر ۱۳ و ۱۴). با تمهیدات معمار، شبستانی با کارکرد نمازگزاردن در دو فصل زمستان و تابستان بنا شده که خواسته و نیت واقف را برآورده می‌سازد. بنا به اظهار معمرین، تا دو دهه پیش، شامگاهان تابستان بر بام همین مسجد نماز برگزار می‌شد.

۲-۷- نیت بانی و تمهید معمار در ساخت بنا

در وقف‌نامه شرایطی برای مکان نماز خواندن امام تعیین شده تا در زمستان‌ها در همان شبستان تازه‌ساز نماز برپا سازد و در تابستان در مقصوره و پیشگاه و بر بام همان شبستان نماز کند. بررسی وضع فعلی مسجد نکاتی چند در تأیید این مطلب دارد. سقف شبستان با استفاده از تویزه‌های باربر و طاق‌های خفته چهاربخشی بین تویزه‌ها طوری ساخته شده که بام آن به‌صورت تخت درآمده و بنابراین سطحی با شیب کم در اختیار قرار می‌دهد که جماعت می‌توانند در زیر آسمان پرستاره کویری



تصویر ۱۳- پشت بام شبستان غربی که تخت است و منبر خشتی در سوی قبلی قرار دارد (مأخذ: نگارنده).



تصویر ۱۴- برش عرضی از شبستان غربی (گرمخانه حاجی رجعی)، مسجد جامع مید (مأخذ: نگارنده).

زیست. این را می‌توان وجهی از الگوی توسعه شهر پنداشت. شاید به این سبب که امکان تخریب و نوسازی حصار و افزودن مستقیم به عرصه شارسنجان وجود نداشته، این محله هم‌چنان در پشت حصار باقی ماند. به‌طور معمول، سایر آبادی‌ها که به‌عنوان بیرونه (ربض) منفصل از محدوده حصار و بارو بوده، شکل گرفته و مسجد جامع در آن‌ها ساخته می‌شد. این الگوی غیریک‌پارچه تا دوره قاجاریه در بنیان محله‌هایی از قبیل امیرآباد، مهرآباد و کاظم‌آباد ادامه داشت.

۲-۳- الگوی تاریخی توسعه و تغییر کاربری اراضی شهری

آبادی‌های خارج از حصار (شارستان) مید معمولاً در متون تاریخی به قریه، نامبردار بوده‌اند، درحالی‌که بشنیغان که در پهنه پشت حصار شکل گرفته، در وقف‌نامه، محله نامیده شده است. گویی مانند سه محله دیگر داخل حصار (بالا، پایین و کوچک) در نظر گرفته شده است. شاید این نکته به‌سبب توسعه شهر بلافاصله و چسبیده به حصار و باروست که حکم یکی از محله‌ها را پیدا کرده و در اداره شهر، در ذیل محله‌های داخل حصار می

۸- نتیجه گیری

آنطور که در این تحقیق نشان داده شد، وقفنامه سندی تاریخی است که حاوی داده‌های مفیدی در باب معماری و شهر است. وقفنامه بررسی شده در این تحقیق، با اینکه کوتاه و موجز است، با این حال داده‌های قابل توجهی در حوزه تاریخ شهر و معماری میبد از آن استنباط می‌شود و حاوی آگاهی‌های تازه‌ای است که تا پیش از این پوشیده مانده بود. از جمله یافته‌های تحقیق، شناسایی ۲۲ اثر، شامل اماکن و بناهاست که تعداد معدودی از آن‌ها را فعلاً با اطلاعات موجود نمی‌توان به‌درستی مکان‌یابی کرد. هجوم لگام‌گسیخته توسعه جدید، بسیاری از خطوط و شواهد شهر قدیم میبد را می‌زداید، بی‌آنکه اهمیت آن‌ها روشن شده باشد. با اینکه تغییرات شهر روزافزون بوده، با این حال اطلاعات بسیاری از وضع قدیم تمدنی باقی است. در این تحقیق روشن شد، اماکن و بناهایی که در اسناد وقفنامه‌ای ذکر شده و در صورتی که با وضع حاضر آثار و همچنین داده‌های شفاهی انطباق داده شود، نتایجی به‌دست می‌آید که به روشن شدن ابهاماتی درباره تاریخ معماری شهر یاری خواهد رساند.

دنباله این تحقیق با انتشار، بررسی و تحلیل دیگر وقفنامه‌ها امکان‌پذیر است. کمیسیون منابع مکتوب این ضرورت را گوشزد می‌کند که، در دسترس قرار گرفتن وقفنامه‌های دیگر مسجد جامع میبد و دیگر بناها و اماکن، اسناد منتشر نشده در دست مردم و موجود در بایگانی نهادها و ادارات می‌تواند زمینه بررسی بیشتری را فراهم

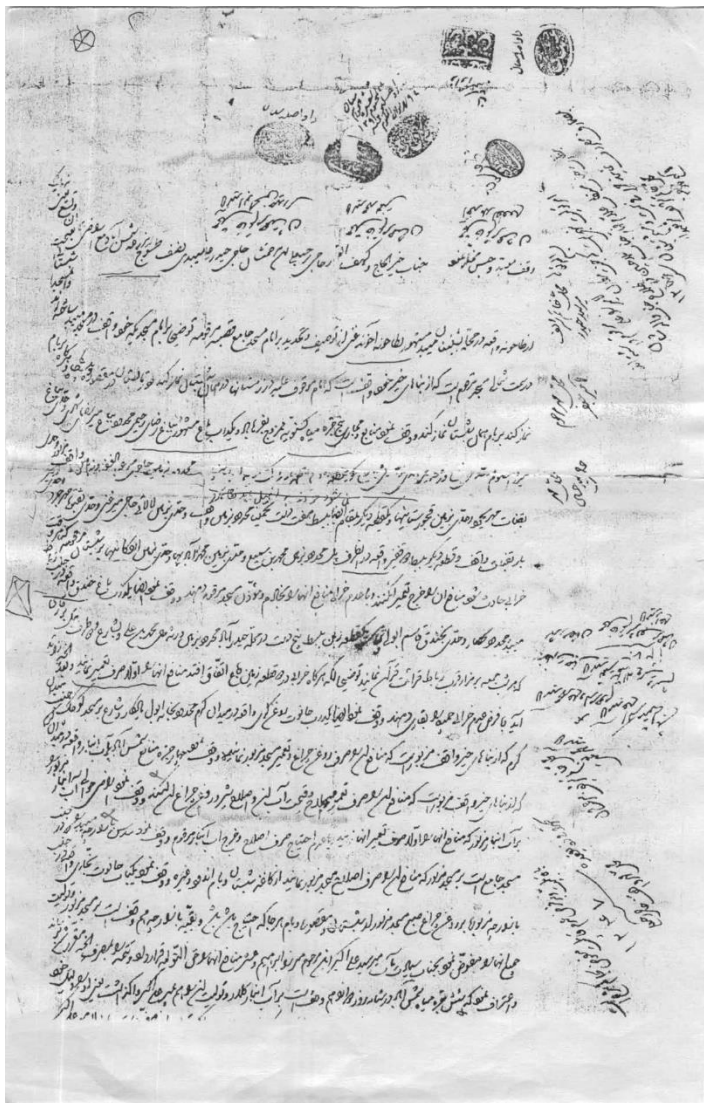
باغ خندق مورد اشاره در وقفنامه، تغییر و تحول عرصه‌های شهری و شناور بودن کارکرد آن‌ها را نشان می‌دهد. بنا به نظر پویا خندق‌های کنده شده بر گرد حصار شهر، که نقش حفاظ مناسب برای برج بارو داشته، در سده اخیر به تصرف اشخاص درآمده و عموم آن‌ها را به باغ تبدیل کرده‌اند (پویا، ۱۳۹۵: ۶۴). آن‌گونه که مندرجات این وقفنامه از وجود باغ خندق خبر می‌دهد، می‌توان فهم کرد که در سده سیزدهم هجری علاوه بر اینکه خندق، کارکرد تدافعی داشته، به سبب اینکه زمین آن در تراز پایین بوده و آب بر آن سوار می‌شد، از زمانی دورتر اراضی آن به مالکیت اشخاص درآمده و به عنوان باغ نیز استفاده می‌شد. در وقفنامه از «خندق قاسم ابولی» هم نام برده شده است. خندق پیرامون نارین قلعه نیز به همین نام خوانده می‌شود و کارکرد باغ دارد. تبدیل عرصه خندق به باغ، سنت بهره‌برداری چندکارکردی از عناصر و عرصه‌های شهر بوده و با این وصف، می‌توان گفت، مستنداً دیرینگی ۲۰۰ ساله دارد و شاید سابقه بیشتر از این داشته باشد.

کم‌رنگ شدن دلیل وجودی استحکامات شهری هم می‌تواند دلیل دیگری بر تغییر کاربری خندق پنداشته شود. از این‌روی اراضی خندق در مواضعی که مشکلی برای امنیت شهر بوجود نمی‌آورده، به مالکیت اشخاص در می‌آمد. برای مثال در یزد، ناصرالدین‌شاه قاجار طی فرمانی، که بنا به درخواست آقا میرزا علیرضا صدر صادر شده، سی‌هزار ذرع خندق جنوبی یزد که واقع در پشت بازار است را به نامبرده واگذار کرد (افشار، ۱۳۷۷: ۴۶۰).

آورد که بواسطه آن بتوان اطلاعات مستندی درباره گذشته شهر میبد فراهم کرد.

سیاسگزاری

بر خود واجب می‌دانم ضمن سپاس از اداره اوقاف و امور خیریه شهرستان میبد برای در دسترس قرار دادن تصویر وقف‌نامه، از آقای سید اسدالله امامی میبدی، شاغل در همین اداره، به سبب همکاری‌شان قدردانی نمایم.



تصویر ۱۵- تصویر وقف‌نامه حاجی رجبعلی بر شبستان مسجد جامع میبد و برخی بناها و اماکن دیگر (مأخذ: اداره اوقاف شهرستان میبد، به شماره ۶/ر شهرستان میبد).

پی‌نوشت

۱. مقصود از منابع درجه اول در مطالعات تاریخی، منابعی است که با موضوع یا پدیده مورد بررسی معاصر باشد.

۲. در بازنویسی متن وقفنامه به افزودن نقطه گذاری، جدا کردن کلمات سرهم و اصلاح برخی نحوه نوشتاری که اکنون مرسوم نیست و اشتباهات املائی بسنده شده است. علامت «/» نشانه پایان یک سطر و آغاز سطر دیگر است.
۳. در این جا «است» به سبب زاید بودن حذف شد.
۴. در دست‌نویس وقفنامه «پیشگاه» نوشته شده. تمامی گاف‌ها به صورت کاف نگارش شده است.
۵. یک کلمه خوانده نشد.
۶. دست‌کم ۱۲ کلمه قابل خواندن نیست.
۷. یک کلمه خوانده نشد.
۸. این قسمت دست‌خورده است. احتمالاً «و اصلاح ممر» درست است.
۹. شش یک از مال کسی گرفتن (لغت‌نامه دهخدا، ذیل «سدس»).
۱۰. جز دو کله آخر، این سطر در تصویر وقف‌نامه آن پاک شده است. بنا به ادامه متن، دست‌کم یک سطر دیگر پاک شده که موضوع این سطور باید درباره شرایط و کیل و متولی نگهداری موقوفات و امتداد آن در آینده باشد.
۱۱. دو مرتبه نوشته شده است.
۱۲. تصویر این وقف‌نامه در اداره اوقاف شهرستان میبد نگهداری می‌شود.

منابع و مآخذ

- افخمی، رضا و مسرت، حسین. (بهار ۱۳۹۳). وقف‌نامه مسجد چهارمنار یزد (مسجد خضرشاه). مجله وقف میراث جاویدان. سال ۲۲، ش ۸۵، ص ۱۷۶-۱۴۵.
- افشار، ایرج. (۱۳۴۸). یادگارهای یزد، ج ۱، معرفی ابنیه تاریخی و آثار باستانی خاک یزد. تهران، انتشارات انجمن آثار ملی.
- افشار، ایرج. (۱۳۷۱). یزدنما. در یزدنامه. ج ۱، نگارش و گردآوری ایرج افشار. تهران: سلسله متون و تحقیقات فرهنگ ایران-زمین.
- افشار، ایرج. (۱۳۷۷). صد سند تازه‌یاب یزد. در یزدنامه، ج ۲. نگارش و گردآوری ایرج افشار. تهران: سلسله متون و تحقیقات فرهنگ ایران زمین. ص ۴۴۸-۳۳۹. ص ۴۶-۱۹.
- افشار، ایرج. (۱۳۸۵). وقفنامه امیرچقماق و ستی فاطمه. در جامع مفیدی. تألیف محمدمفید مستوفی بافقی. جلد سوم، تهران: انتشارات اساطیر.
- افشار، ایرج. (۱۳۹۰). کاغذ در زندگی و فرهنگ ایرانی. تهران، انتشارات میراث مکتوب.
- اهلرز، اکارت. (۱۳۷۴). موقوفات دینی و شهر شرق اسلامی. برگردان مصطفی مؤمنی و محمدحسن ضیاءتوانا. وقف میراث جاویدان، شماره ۱۰، ص ۵۳-۵۰.
- ایواتاکه، اکیو. (بهار ۱۳۸۴). موقوفات یکی از امرای تیموری (موقوفات امیرچقماق شامی در یزد). برگردان سیدمحمد مهدی هاشمی. مجله وقف میراث جاویدان. ش ۴۹، ص ۴۹-۳۴.
- بلر، شیلا. پاییز (۱۳۸۷). معماری و جامعه در دوره ایلخانی. فصلنامه گلستان هنر. ش ۳، پیاپی ۱۳، ص ۷۳-۴۸.
- پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۶۹). شیوه‌های معماری ایرانی. تدوین غلامحسین معماریان. تهران: مؤسسه نشر هنر اسلامی.
- پویا، سیدعبدالعظیم. (۱۳۹۵). سیمای باستانی میبد، بررسی تاریخی سازواره و ساخت یک شهر کویری. چاپ دوم، میبد: انتشارات دانشگاه آیت‌الله حایری میبدی.
- جانب‌اللهی، سعید. (۱۳۸۳). چهل گفتار در مردم‌شناسی میبد، دفتر اول: فرهنگ و فن‌آوری قنات (نقش قنات در معماری سنتی). تهران: انتشارات روشنان.

- دانش‌پژوه، محمدتقی و افشار، ایرج. (۱۳۴۱). جامع‌الخیرات (وقف‌نامه سیدرکن‌الدین). مجله فرهنگ ایران‌زمین. ش ۹، ص ۶۸-۲۷۷.
- شبیانی، زرین‌تاج و محسن کشاورز. (۱۳۸۰). گزارش ثبت مجموعه حسینی و آب‌انبار کرم. میبد: پروژه فرهنگی تاریخی میبد، موجود در مرکز اسناد میراث فرهنگی (منتشر نشده).
- شیخ‌الحکمایی، عمادالدین. (۱۳۸۷). اسناد معماری ایران. دفتر اول. تهران: دانشنامه تاریخ معماری و شهرسازی ایران زمین.
- طراز یزدی، عبدالوهاب. (۱۳۷۷). کتابچه موقوفات یزد. در یزدنامه، ج ۲. نگارش و گردآوری ایرج افشار. تهران: سلسله متون و تحقیقات فرهنگ ایران‌زمین. ص ۲۹-۱۱۶.
- قلمسیاه، اکبر. (۱۳۷۰). تاریخ سالشماری یزد. تهران: سلسله متون و تحقیقات فرهنگ ایران‌زمین.
- قیومی بیدهندی، مهرداد. (بهار ۱۳۸۸). سخنی در منابع مکتوب تاریخ معماری ایران و شیوه جستجو در آن‌ها. فصلنامه گلستان هنر. ش ۱۵، ص ۵-۲۰.
- لمبتون، آن. ک. س. ف. (۱۳۷۷). مالک و زارع در ایران. ترجمه منوچهر امیری. چاپ چهارم، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. قانون مدنی. دسترسی در <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/92778>: ۱۳۹۹/۲/۵.
- مستوفی بافقی، محمد مفید. (۱۳۴۰). جامع مفیدی. ج سوم، به کوشش ایرج افشار. تهران: انتشارات کتابفروشی اسدی.
- مسرت، حسین. (پاییز ۱۳۸۸). وقف‌نامه آب‌انبار شش بادگیری یزد. مجله وقف میراث جاویدان. ش ۶۷، ص ۸۲-۸۹.
- نائینی، محمدجعفر بن محمدحسین. ۱۳۵۳. جامع جعفری. به کوشش ایرج افشار. تهران: انتشارات انجمن آثار ملی.
- نظری، فرهاد و احمد صالحی کاخکی. (زمستان ۱۳۹۶). ساز و کار تاریخی حفظ موقوفات در ایران. پژوهش‌های باستان‌شناسی، شماره ۱۵، دوره ۷. ص ۲۳۹-۲۵۷.
- نیک‌زاد، ذات‌الله. (۱۳۸۵). مجموعه کهن مسجد جمعه میبد. در میبد شهری که هست، به کوشش عیسی اسفنجاری کناری. تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری. ص ۹۱-۱۳۲.
- نیک‌زاد، ذات‌الله و فاطمه دانش یزدی. (تابستان ۱۳۹۳). قنوات منطقه یزد در قرن هشتم هجری، بر اساس یک سند تاریخی (وقف‌نامه جامع‌الخیرات). فصلنامه اثر. ش ۶۵، ص ۸۱-۹۶.
- همدانی، رشیدالدین فضل‌الله. (۱۳۵۲)؛ وقف‌نامه ربع رشیدی. به کوشش مجتبی مینوی و ایرج افشار. تهران: انتشارات انجمن آثار ملی.

Original Research Article

Re-reading of Haji Rajabali's Deed of Endowment about Masjid-i Jami of Meybod, in point of view of architectural historyZatollah Nikzad^{1*}

1- Faculty Members of Cultural Heritage and Tourism Research Center

Abstract

The Haji Rajabali's deed of endowment was written in 1247 AH for the winter Shabistan of the Masjid-i Jami of Meybod and other buildings built by the endower. This deed of endowment is a historical document that contains information from the 13th century AH about the city of Meybod, its places and architecture. The year of its writing coincides with the last decade of Fath Ali Shah's reign in Qajar period. The Jami mosque contains evidence of this period. The deed of endowment is a legal document and Haji Rajabali wrote it with the aim of guaranteeing the life of the buildings he built, though in this research, it has been considered as a documentary source for the study of architectural history. In fact, the potential of an old legal text document for the study of architectural history is examined. The question is: what are the places and architectural evidences that are mentioned in the deed of endowment and what kind of new information does it contain in the field of architectural history as related to the historic city of Meybod? This research has been done by descriptive-historical method, and has been accompanied by re-reading the text of the deed of endowment, combining with field observations and evidence mentioned in historical books. This paper can be considered a documentary analysis since it is focused on a first-hand historical document. The aim of this research is to re-read the evident and hidden aspects of the historical places mentioned in the deed of endowment. The results show that although the deed of endowment is short, it contains important information about the names and dates of places. All the places and buildings that are mentioned in the deed of endowment are related to Meybod, so in the course of the research, by field observation of the relevant place, the original or the remaining structures were identified and observed. A total of 22 sites and buildings were identified and then described. It includes quarters, Qanats, shops, cemeteries, mills, gardens, Houses, and many more. The construction date of the winter Shabistan of the Masjid-i Jami, the mosque and the water reservoir (Ab anbar) in the Karam Square (Maidan), located inside the fortified city of Meybod, is obtained from this deed of endowment, which belongs to the 1240 AH.

Key words: Endowment letter, Meybod Masjid-i Jami, Historic places of Meybod, Architectural history

*Email: z.nikzad@richt.ir

مقاله پژوهشی

تبیین عوامل مؤثر بر ابهام در تاریخ‌گذاری بناهای مذهبی دوره ایلخانی

محمدعلی شیخ‌الحکمایی^۱، شروین میرشاهزاده^{۲*}، سیدغلامرضا اسلامی^۳، زهرا فنایی^۴

۱- گروه معماری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲- گروه معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- گروه معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴- گروه هنر، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

(دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۷، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶)

چکیده

یکی از ارکان اصلی شناخت هویت هر بنا، دست‌یابی به تاریخ بناست. تاریخ یک بنا به معنای شناخت بنا در بستر تاریخی آن است، به گونه‌ای که بتواند در ارتباط با زمینه شکل‌گیری اش به طور کامل فهم شود. مرور آنچه در ارتباط با نحوه شناخت مبدأ تاریخی بناهای مذهبی ایران به ویژه در دوره مغول (سده هفتم و هشتم هجری قمری) نگاشته شده است نشان می‌دهد، محققین و به ویژه شرق‌شناسانی که در باب معماری این دوره پژوهش و اظهارنظر کرده‌اند، به‌رغم تلاش‌های ارزنده‌شان، به دلیل نداشتن آشنایی عمیق با بستر جغرافیایی - طبیعی ایران از یک سو، و رخداد‌های سیاسی - مذهبی از سوی دیگر و همچنین در دسترس نبودن بسیاری از متون و منابعی که امروزه می‌تواند در اختیار محققان قرار گیرد، نتایج مطالعاتشان با خطاهایی همراه بوده است. به همین دلیل، موارد مبهم زیادی در پژوهش‌های انجام شده بر این دوره دیده می‌شود که گاه نتایج مطالعات قبلی را زیر سوال برده است. به همین منظور مقاله حاضر در پی شناخت دلایل ایجاد ابهام در تاریخ‌گذاری بناهای این دوره است. این که چه بر بناهای این دوره گذشته است و چه تاثیری بر آنها داشته است که تا بدین حد محققان را با خطا مواجه ساخته، موضوع پژوهش است و در این راستا مصادیق متعددی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. پژوهش مورد نظر پژوهشی کیفی است؛ که در برخورد با داده‌های پژوهش از شیوه توصیفی و تحلیلی بهره می‌برد. بر این اساس نگارندگان، نخست به بررسی و مطالعه کالبد بناهای منتسب به دوره ایلخانی پرداخته و سپس با مراجعه به متون و منابع تاریخی تلاش کرده‌اند به شناخت دقیق‌تری از دلایل ایجاد ابهام در کار پژوهشگران پیشین برسند. از این رو به منظور پرهیز دادن دیگر پژوهندگان تاریخ معماری، بر آن بوده است تا با دسته‌بندی عمده خطاهای صورت گرفته به الگویی برای تاریخ‌گذاری دست یابد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد عمده خطاهای صورت گرفته تحت تأثیر تغییرات ابنیه این دوران، چه در سازماندهی فضایی بنا، چه در الحاق تزئینات در ادوار بعدی و چه در استفاده از کتیبه‌های مختلف به کار رفته در این گونه بنا بوده است، که عمدتاً می‌توان گفت با انگیزه‌های سیاسی - مذهبی انجام می‌پذیرفته است.

کلید واژه‌ها: تاریخ‌گذاری، ابنیه مذهبی، قرون ۷ و ۸ ه.ق.، معماری ایلخانی، نقوش و تزئینات

این مقاله برگرفته از رساله دکتری محمدعلی شیخ‌الحکمایی با عنوان "تبیین عوامل مؤثر بر ابهام در تاریخ‌گذاری بناهای مذهبی ایران در سده ۷ و ۸ هجری قمری" است که به راهنمایی دکتر شروین میرشاهزاده و دکتر سید غلامرضا اسلامی و مشاوره دکتر زهرا فنایی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد به انجام رسیده است.

*- نویسنده مسئول: Email: She.Mirshahzadeh@iauctb.ac.ir

۱- مقدمه

اختلاف است و بعضاً موارد اختلاف در تاریخ گذاری به چندین دوره رسیده است.

پژوهش‌هایی چون بررسی آرامگاه جاماسب حکیم که مبدأ تاریخی آن به واسطه عدم دقت در خوانش تاریخ کتیبه، متعلق به دوره سلجوقی دانسته شده است. ولی پژوهش بعدی باستانشناسی دقیق، نام‌های ذکر شده در متن کتیبه و نیز قرائت درست تاریخ بنا به این نتیجه رسیده است که زمان ساخت اثر متعلق به دوره آل اینجو بوده است (شیخ الحکمایی، ۱۳۸۸).

بلر (۱۳۸۷ الف) در پژوهش‌هایش اذعان می‌دارد: مجموعه مزار شیخ عبدالصمد نظری بر اساس ویژگی‌های فرمی-فضایی و حتی نقوش و تزئینات بنا تا سال‌های سال اثری شاخص مربوط به دوره ایلخانی شناخته می‌شد که بعد از کاوش‌های صورت گرفته توسط باقر آیت الله زاده شیرازی در دهه ۱۳۷۰ شمسی در عمارت هشت ضلعی و کشف کتیبه‌ای با تاریخ ۳۸۹ ه.ق. این عمارت به کهن‌ترین گنبد تاریخ دار نواحی مرکزی ایران تبدیل شد.

لاله (۱۳۸۱) شرح می‌دهد: مسجد جامع برسیان نمونه دیگری است از این دست پژوهش‌هایی که با کشف و بررسی مجدد کتیبه آن تاریخ بنا دچار تغییر گشته است.

پژوهش‌های میدانی دیگری نیز وجود دارند که توسط کلایس (۱۳۸۱) و ویلبر (۱۳۶۵) صورت گرفته‌اند و در موارد متعددی در تاریخ گذاری آن ابنیه مشکوک‌اند.

آنچه که موجب ابهام در شناخت مبدأ تاریخی شکل‌گیری این دست از بناها شده است، در اکثر موارد به دلیل در دسترس نبودن مستندات لازم برای

بناها همواره در طول تاریخ دستخوش تغییر می‌شوند. این تغییرات سبب می‌شود مبدأ شکل‌گیری و پس از آن سیر تحول تاریخی هر بنا به شیوه درستی شناخته نشود. تاریخ‌نگاری و تاریخ‌گذاری به شناخت بهتر این وقایع کمک می‌کند. تاریخ‌نگاری در واقع مکتوب کردن هر آن چیزی است که در تاریخ روی داده است. حال آن‌که ممکن است سوی اصلی این امر، به دوره‌بندی تاریخی نیز ختم شود. برای رجوع به متون و منابع تاریخی ایران، در جهت معرفی معماری گذشته، نیاز به آشنایی با جزئیات تاریخ‌نگاری و منابع تاریخی و هم‌مدلی با فرهنگ حاکم بر آن وجود دارد (گلیجانی مقدم، ۱۳۸۶: ۱۴۰).

مشاهدات میدانی نگارنده مقاله نشان می‌دهد از دوره ایلخانی آثار زیادی به جا مانده است که به نوعی واجد عدم هماهنگی یا هم‌نوایی بین فرم، تزئینات و ساختار آن‌هاست. که خود ناشی از تغییرات متعددی است که این بناها در طول تاریخ داشته‌اند. این عدم هم‌نوایی بیشتر در بناهای مذهبی به جامانده از این دوره به چشم می‌خورد.

از طرفی مطالعات انجام شده در خوانش کتیبه‌ها نیز نشان می‌دهد این بناها عمدتاً متعلق به دوره‌ای غیر از آنچه تاکنون گمان می‌شده، هستند. از این رو مطالعات پژوهشگران قبلی را با ابهام‌های فراوانی همراه نموده است.

از پژوهش‌هایی که در این رابطه صورت گرفته می‌توان به اختلاف نظر ویلبر و هرتسفلد در مورد تاریخ‌گذاری گنبد علویان اشاره نمود (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۴). این تحلیل‌ها غالباً در مرز بین دو دوره دارای

بنا خارج از مرزهای فعلی ایران قرار گرفته است. از میان این ۱۱۲ اثر داخل مرزهای امروزی ایران؛ ۴۴ بنا از نزدیک توسط نگارنده مورد بازدید قرار گرفته است. بعد از انجام مشاهدات میدانی، از بین ۱۱۹ بنای معرفی شده توسط ویلبر (۱۳۶۵)، پنجاه بنا که در تاریخ‌گذاری‌شان (حتی به صورت جزئی) ابهام وجود داشت، مورد بررسی قرار گرفت. از این بین ۳۲ بنا به صورت میدانی و ۳ بنا به صورت غیرمیدانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (شایان ذکر است، از ۳۵ بنای مورد نظر، ویلبر تنها در مورد تاریخ‌گذاری ۲۳ بنا تردید دارد).

این پژوهش به لحاظ ماهیت از نوع کیفی است و در برخورد با عوامل مؤثر بر ابهامات ایجاد شده از روش توصیفی - تحلیلی در واکاوی داده‌های پژوهش استفاده می‌نماید. روش تجزیه تحلیل در این پژوهش، وابسته به نوع داده‌های گردآوری شده در هر بنا است. داده‌های بررسی شده در این پژوهش شامل داده‌های کتابخانه‌ای و داده‌های میدانی است. داده‌های کتابخانه‌ای خود شامل سه بخش هستند. **الف**، متون تاریخی درجه اول که توسط نویسندگانی از همان دوره به عنوان شاهدی عینی، نوشته شده است. **ب**، منابع تصویری؛ شامل نگاره‌ها، عکس‌ها، تصاویر و یا گراف‌هایی که توسط سفرنامه‌نویسان، شرق‌شناسان یا دیگران تهیه شده است. اطلاعات به دست آمده از این دسته از منابع در تحلیل‌های این تحقیق نقش مهمی دارند. **ج**، پژوهش‌هایی که به تجزیه و تحلیل کلی این دوره و یا تک‌نگاری بنایی از این دوره پرداخته‌اند. از سوی دیگر داده‌های میدانی که به صورت عینی با مشاهده و عکس‌برداری از ابنیه مورد نظر از نزدیک به دست

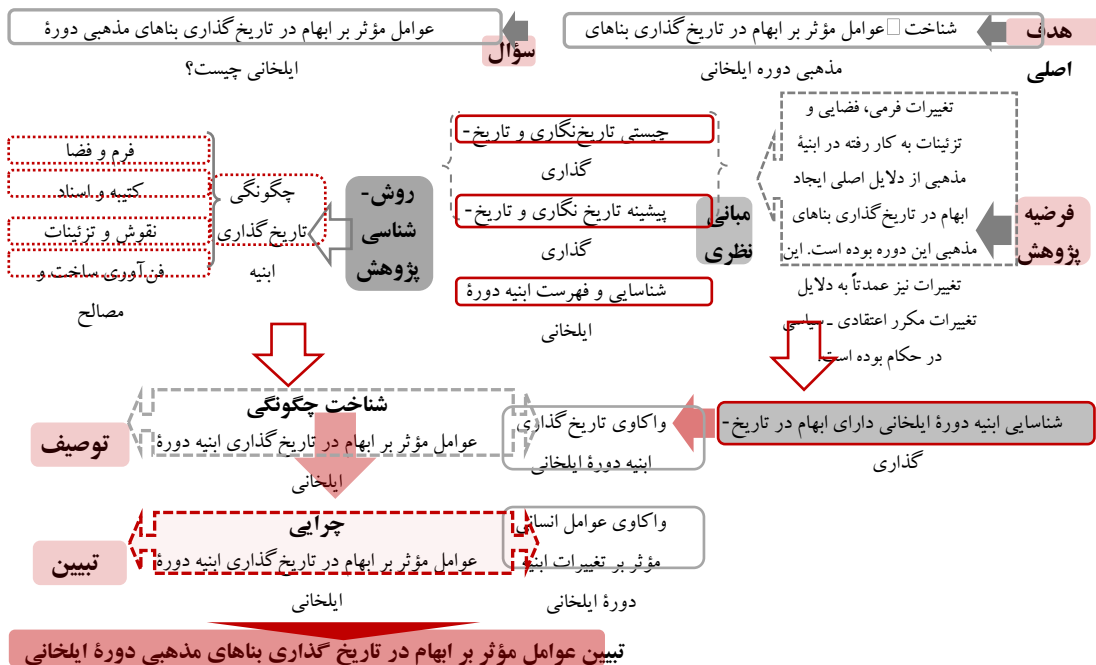
تاریخ‌گذاری، نظیر کتیبه و ماده تاریخ بوده است. از طرفی جزئیات به وجود آمده در طول تاریخ، بعضاً تخریب‌هایی که در فرم، فضا و تزئینات این بناها در طول تاریخ رخ داده است نیز بر ایجاد ابهام در تاریخ‌گذاری آنها مؤثر بوده است.

تمایز پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌های انجام شده (که به برخی از آنها در متن بالا اشاره شد) از این دیدگاه است که این پژوهش با اتکا بر پژوهش‌های پیشین در مورد شناسایی مصادیق معماری دارای ابهام در تاریخ‌گذاری، ضمن انجام مطالعات میدانی بر روی مصادیق مورد نظر و استفاده از منابع تاریخی، سعی می‌نماید، مصادیق را تجزیه و تحلیل نموده و دلایل پرشماری خطا در تاریخ‌گذاری ابنیه این دوره را چه به لحاظ کالبدی و چه به لحاظ سیاسی - مذهبی مورد شناسایی قرار دهد.

از آنجاکه در طول تاریخ همواره بناها دستخوش تغییر می‌شوند، این تغییرات سبب می‌شود مبدأ شکل‌گیری و پس از آن سیر تحول تاریخی هر بنا به شیوه درستی شناخته نشود. بنابراین ضروری است تا با تبیین شاخصه‌های معماری هر دوره و تمایز بخشیدن آن از دوره‌های دیگر، از تداوم خطاها در پژوهش‌های بعدی در این ارتباط جلوگیری نمود. خطا در تاریخ‌گذاری بعضاً می‌تواند در شناخت ویژگی‌های مفهومی و تعیین‌کننده هر فضا در دوره متناظر آن، پژوهشگر را نیز دچار گمراهی نماید.

در پژوهش حاضر انتخاب مصادیق مورد مطالعه بدین ترتیب صورت گرفته است که در فهرست ابنیه ایلخانی مورد بررسی توسط ویلبر (۱۳۶۵)، از ۱۱۹ اثر که در بازه زمانی قرون ۷ و ۸ ه.ق. تاریخ‌گذاری شده‌اند، ۱۱۲ بنا در داخل مرزهای کنونی ایران و ۷

آمده است. با مقایسه این داده‌ها و انطباق با داده‌های حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای (متون، تصاویر، پژوهش‌ها) دلیل اختلاف نظرها روشن می‌شود. در



نمودار ۱- فرآیند شناخت عوامل مؤثر بر ابهام در تاریخ‌گذاری ابنیه مذهبی دوره ایلخانی (مأخذ: نگارنده).

۲- پرسش‌های پژوهش

الف. چه مؤلفه‌هایی در ابنیه به جا مانده از قرون ۷ و ۸ ه.ق. بیشترین تأثیر را بر ایجاد ابهام در تاریخ‌گذاری آثار دوره داشته است؟

ب. با توجه به ابهام‌های متعدد ایجاد شده در تاریخ‌گذاری آثار به جا مانده از این دوره، دلایل کالبدی خطا در تاریخ‌گذاری ابنیه این دوره چیست و به چه صورت بایستی تاریخ‌گذاری نمود تا به نتایج صحیحی دست یافت؟ (تبیین روش‌شناسی تاریخ‌گذاری)

۳- انواع روش‌های تاریخ‌گذاری ابنیه

تاریخی

مروری بر پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تاریخ‌گذاری نشان می‌دهد مؤلفه‌هایی که در تاریخ‌گذاری یک بنا متعلق به یک دوره تاریخی مؤثرند شامل چهار عامل؛ فرم و فضا، کتیبه‌ها و اسناد، نقوش و تزئینات و در نهایت فن‌آوری ساخت و مصالح هستند. (گدار ۱۳۸۷؛ گیرشمن ۱۳۷۴؛ هرتسفلد ۱۳۸۱؛ ویلبر ۱۳۶۵؛ بلر ۱۳۸۷ الف؛ کلایس، ۱۳۸۱؛ سیرو ۱۳۵۹؛ آیت‌الله‌زاده شیرازی ۱۳۵۹) برخی از این مؤلفه‌ها مانند کتیبه‌ها و اسناد

تاریخی مطمئن‌ترین شیوه تاریخ‌گذاری به نظر می‌رسند. باین وجود اغلب ابنیه‌ای که تاریخ‌گذاری شده‌اند دارای کتیبه تاریخ‌دار از ابتدای شکل‌گیری نیستند و محققین به‌ناچار تحلیل‌های خود را بر مبنای سایر مؤلفه‌های تاریخ‌گذاری، پایه‌گذاری کرده‌اند. شایان ذکر است که این مؤلفه‌ها نیز در اصالت و ماندگاری همگی به یک اندازه قابل اطمینان نیستند. برخی از آن‌ها همچون اسناد تاریخ‌دار و کتیبه‌ها ممکن است بنا به هر دلیلی، دچار تغییر در اصالت خود شوند (قوچانی و شیرازی، ۱۳۶۷). نمونه‌های متعددی از این اسناد تغییر یافته را در سکه‌ها، متون و امثال آن می‌توان مشاهده کرد. از طرف دیگر دو مؤلفه کتیبه و تزئینات در مقایسه با فرم و سازه بنا، آسان‌تر می‌تواند دچار تغییر شود. زیرا تغییر و برهم زدن ساختارهای فضایی و یا سازه‌ای معمولاً به خاطر ابعاد، هزینه‌بر بودن و یا بنیادین بودن، با پیچیدگی و سختی بیشتری مواجه است.

کالیس (۱۳۸۱) یکی از محققینی است که بر مبنای این مؤلفه در چند اثر به تاریخ‌گذاری پرداخته است. در پژوهش بازشناسی ارگ علیشاه تبریز نیز به کمک بررسی ویژگی‌های فرمی و فضایی بنا سعی در شناخت کاربری اصلی بنا شده است (منصوری و آجورلو ۱۳۸۲). دوره‌بندی‌های صورت گرفته پیرامون آثار نیز در موارد متعددی بر اساس ویژگی (فرم و فضا) صورت گرفته است. همین امر نیز به همراه خود خطای زیادی در تاریخ‌گذاری دوره‌های نزدیک به هم دارد. آنچه بیشتر از سایر سنجه‌ها و ابزارهای بررسی به کمک محققین در این نوع تاریخ‌گذاری می‌آید، انجام کاوش‌های باستان‌شناسی و به‌دست آوردن شواهد پنهان شده است که بیشترین کمک را در راستای شناخت صحیح‌تر ویژگی‌های فرمی بناهای آسیب دیده دارند. هرچند شایان ذکر است که این اکتشافات عمدتاً منجر به یافته‌هایی در شالوده و پی بناها می‌شود و کمتر می‌تواند فرم اصلی یا اولیه بناهای آسیب دیده را به محققین نشان دهد.

۳-۱- تاریخ‌گذاری بر اساس ویژگی‌های فرمی و فضایی

معمولاً ابنیه‌ای که واجد عنصر تعیین‌کننده تاریخ به صورت عددی نیستند (مانند کتیبه‌ها) از طریق یکی از سه ویژگی دیگر یعنی فن‌آوری ساخت و مصالح، تزئینات و نیز فرم و فضا تاریخ‌گذاری می‌شوند. اولین معیاری که محقق، براساس آن تاریخ اثر را تعیین می‌کند، ویژگی‌های فرمی - فضایی اثر است. به این صورت که پژوهشگر بر اساس شناختی که از ویژگی‌های فرمی بناهای هر دوره دارد و انطباق آن با بنایی که مشاهده می‌کند، دوره اثر را تشخیص دهد.

۳-۲- تاریخ‌گذاری بر اساس کتیبه‌ها و اسناد

مشخص‌ترین مؤلفه مؤثر بر تاریخ‌گذاری ابنیه دوره اسلامی و به‌خصوص ابنیه به جا مانده از قرون ۵ به بعد؛ تاریخ‌گذاری بر مبنای خوانش کتیبه‌ها است. کتیبه‌ها معمولاً اطلاعات بسیار زیادی در رابطه با تاریخ ساخت و یا تغییرات بعدی بناها (مرمت و تعمیر) می‌دهند. وجود شواهد نوشتاری به محققین کمک می‌کند تا اطلاعاتی همچون؛ بانیان و سازندگان بنا، معماران، کاربری اثر، سال شروع

از این رو پژوهشگرانی که توانایی خوانش صحیح نوع خط به کار گرفته در کتیبه‌ها را ندارند، عمدتاً دچار خطا شده‌اند.

۳-۳- تاریخ‌گذاری بر مبنای ویژگی‌های تزئینات و نقوش

در این شیوه، تاریخ‌گذاری بر اساس شناخت ویژگی تزئینات و نقوش رایج در دوره تاریخی مورد نظر از یکسو و مقایسه تطبیقی آن‌ها با تزئینات به کار رفته در اثر مورد نظر است. این روش نیازمند مطالعات میدانی است. پژوهش‌هایی چون مکی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۸) و فرهمند بروجنی و سلیمانی (۱۳۹۱) از این دست پژوهش‌ها به شمار می‌روند. البته گه‌گاه این مقایسه‌های تطبیقی با آثار دیگری از آن دوره همچون نگاره‌ها و یا نقوش منسوجات نیز انجام شده است. به‌عنوان مثال ویلبر مقایسه‌ای بین نگارگری‌های شاهنامه دموت^۱ و مقبره^۲ بایزید بسطامی کرده است. (ویلبر، ۱۳۶۵: ۹۳ و ۹۴) پژوهش‌های زیادی وجود دارد که در آنها محققین مؤلفه تزئینات را به‌عنوان عامل تعیین‌کننده در تاریخ‌گذاری ابنیه مدنظر قرار داده‌اند. شایان ذکر است در پژوهش‌هایی که توسط گدار و یا ویلبر صورت گرفته است، مؤلفه نقوش و تزئینات همواره یکی از اصلی‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار در دوره-بندی تاریخی ابنیه بوده است.

تزئینات و نقوش کتیبه‌ها را از ابعاد مختلف هنری، فنی، محتوایی نیز می‌توان مورد بررسی قرار داد. سیر تحول این آثار نشان می‌دهد در هر دوره‌ای، تغییراتی در آن‌ها صورت گرفته است. این تغییرات بیشتر در جنس مصالح، نوع و کیفیت خط و در

ساخت و یا سال اتمام ساخت اثر و اطلاعات دیگری به‌دست دهند. همچنین سبک نوشتاری، نوع رسم الخط، متن و مفهوم نوشتار و اطلاعات ارائه شده در هر نوشتار یا کتیبه‌ای می‌تواند کلیدی برای شناسایی دورانی باشد که اثر بدان تعلق دارد. حتی پیداشدن سکه‌هایی در کاوشهای باستان‌شناختی که معمولاً دارای تصویر پادشاه، سمبل‌های مذهبی، نام پادشاه و محل ضرب است می‌تواند برای تعیین سن و قدمت اثر مفید باشد.

پژوهش‌های بلر (۱۳۸۷ الف)، قوچانی و آیت‌الله زاده شیرازی (۱۳۶۷) و هنرفر (۱۳۷۳) نمونه‌ای از پژوهش‌هایی هستند که خوانش کتیبه و یا اسناد مربوط به آن‌ها، سبب تغییر تاریخ اولیه اثر شده است. خوانش صحیح کتیبه تاریخ‌دار عمدتاً متکی بر شناخت حاصل از مطالعه متون تاریخی است. شناخت افراد، روابط آن‌ها، نسبت و حرفه آنان، در راستای شناخت بهتر شرایط و احوال سازندگان ابنیه بر همین امر متکی است. بسیاری از اطلاعات با اهمیت که پیرامون سابقه بنیان و یا امرایی که دستور به ایجاد یک بنا داده‌اند نیز از تحلیل اسامی موجود در کتیبه‌ها به‌دست می‌آید. نکته‌ای که بیش از هر چیز دیگر در مؤلفه کتیبه به‌عنوان یک عامل مؤثر در تاریخ‌گذاری واجد اهمیت است، خوانش صحیح کتیبه‌ها است. چه‌بسا بارها پژوهش‌های متعددی بر روی یک کتیبه صورت گرفته و هر بار به شکل متفاوتی خوانش شده است. به‌عنوان مثال؛ خوانش کتیبه‌های بسطام (عدل، ۱۳۶۴) و کتیبه‌های قلعه سمیرم (بلر، ۱۳۹۴) از این دست از پژوهش‌ها هستند. نکته حائز اهمیت دیگر در تحلیل تاریخ-گذاری، نوع خط به کار گرفته شده در کتیبه است.

تاریخ‌گذاری کرد.» (کلایس، ۱۳۸۱: ۱۲۱) همچنین در نمونه دیگری به نام امامزاده حاتم خوش (در ۲۱ کیلومتری جنوب کرج) می‌نویسد: «هسته مرکزی ساختمان گنبددار با نماهایی در جنوب و شرق که هر یک با طاق نماهایی تقسیم‌بندی شده، احتمالاً در دوره سلجوقی تا دوره ایلخانی ساخته شده است. این تاریخ‌گذاری بر اساس وجود بقایای بندکشی‌های تزئینی در جبهه بیرونی بنا انجام گرفته است.» (کلایس، ۱۳۸۱: ۱۲۳). از نکات دارای اهمیت در شناخت و بررسی تزئینات و نقوش، مصالح به کار رفته در تزئینات است. اهمیت شناخت جنس مصالح در تزئینات در این است که بعضاً بازسازی تزئینات در ادوار مختلفی رخ داده است. این بازسازی‌ها در کیفیت‌های متفاوتی نیز اجرا شده است و می‌تواند در شناخت مبدا تاریخی ساخت اثر ابهام ایجاد کند. به‌عنوان نمونه می‌توان از تغییرات صورت گرفته بر چیدمان کاشی‌های مقبره امامزاده سید اسحاق ساوه (تصویر ۱) و نیز چیدمان کاشی‌های اتاق گنبد حرم امام رضا (ع) (تصویر ۲) و همچنین بازسازی و سرعت کاشی‌های امامزاده یحیی ورامین (در دوره قاجار) (تصویر ۳) نام برد.

پاره‌ای موارد در محتوا رخ نموده است. نمونه‌های بسیار متعددی از پژوهش‌هایی که پیرامون تزئینات و به‌ویژه تزئینات دوره ایلخانی و یا قرون ۷ و ۸ ه.ق. صورت گرفته، موجود است. ولیکن مواردی همچون پژوهش‌های خودداری نائینی و پاک‌نژاد (۱۳۸۶)، شکفته (۱۳۹۱)، آزاد (۱۳۹۳)، مطلبی و اصلانی (۱۳۹۳) و انیسی (۱۳۸۹) بیشتر مخاطب بحث هستند؛ زیرا از تزئینات به‌عنوان یک مؤلفه مؤثر در جهت تعیین صحیح‌تر مبدأ تاریخی ابنیه بهره گرفته‌اند.

روش به کار گرفته شده توسط محققین غیر ایرانی در مورد تزئینات ابنیه تاریخی، غالباً متکی بر مطالعات میدانی و به شکل تحلیلی - توصیفی انجام شده است. کلایس در بررسی برج‌های آرامگاهی و امامزاده‌های شمال ایران از نمونه‌های متعددی یاد می‌کند که تاریخ‌گذاری این بناها را بر مبنای مؤلفه تزئینات انجام داده است. به‌عنوان مثال در مورد برج‌های آرامگاهی گورسارخانه بعد از تحلیل و بررسی تزئینات این برج‌ها می‌نویسد: «این تزئینات مشابه گچ‌بری‌های قرن ۱۴ میلادی است و بر اساس آن‌ها می‌توان برج را از دوره مغول تا دوره تیموری



تصویر ۱- امامزاده سید اسحاق ساوه (مأخذ: نگارنده). تصویر ۲. اتاق مقبره امام رضا (ع) (مأخذ: نگارنده). تصویر ۳. امامزاده یحیی ورامین (مأخذ: نگارنده).

۳-۴- تاریخ‌گذاری بر اساس فن‌آوری ساخت و مصالح

پژوهشگران تاریخ معماری معمولاً بر مبنای شناختی که از فن‌آوری رایج در دوره‌های مختلف دارند می‌توانند اثر را در دوره تاریخی مربوط قرار می‌دهند. انواع روش‌های طاق زدن، نحوه ایجاد ستون‌ها و پی‌سازی، انواع روش‌های برپایی گنبد، انواع گوشه‌سازی، توجه به ضخامت و برابر بودن دیوارها، از روش‌های مبتنی بر تحلیل فن‌آوری ساخت ابنیه است. همچنین کیفیت و نوع مصالح به کار رفته نیز عامل تعیین‌کننده دیگر در تاریخ‌گذاری بنا است. از سوی دیگر انواع روش‌های سال‌یابی از روی مصالح به صورت دقیق‌تر و با

روش‌های متعدد علمی در تاریخ‌گذاری آثار و ابنیه تاریخی انجام می‌شود (بحرالعلوم، ۱۳۹۲). بخش عمده پژوهش‌های صورت گرفته پیرامون تحلیل‌های تاریخ‌گذاری غیر عددی (زمان مشخص و دقیق) آثار و ابنیه تاریخی مرهون ارزیابی‌های حاصل از مؤلفه فن ساخت و مصالح است. توجه به تاریخ‌گذاری تحت این مؤلفه غالباً توسط پژوهشگرانی با رویکرد باستان‌شناسی صورت گرفته است. گیرشمن (۱۳۷۴)، هرتسفلد (۱۳۸۱)، گذار (۱۳۸۷)، ویلبر (۱۳۶۵) و سیرو (۱۳۵۹ الف و ب)، از شاخص‌ترین پژوهشگران غربی هستند که بخشی از تاریخ‌گذاری بناها را بر مبنای این مؤلفه انجام داده‌اند. هرچند مطالعاتی که محققین و کاوشگران

۴- عوامل مؤثر بر تغییرات ابنیه در طول تاریخ

همان‌طور که در بالا به آن اشاره شد یکی از دلایل اصلی خطا در تاریخ‌گذاری ابنیه این دوره، تغییرات مکرر ایجاد شده در آن‌ها است. عوامل تغییر آثار معماری را می‌توان از دو جنبه فنی (مصادیق عینی موجود) و جنبه تاریخی (که در متون تاریخی و جغرافیایی به آن‌ها اشاره شده است) مورد ارزیابی قرار داد. جهت بررسی و انجام مطالعات، آسیب‌شناسی، دسته‌بندی و تفکیک آسیب‌ها ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس عوامل آسیب‌رسان به بناهای تاریخی را در یک دسته‌بندی کلی می‌توان به عوامل طبیعی و عوامل انسانی تقسیم نمود. عوامل طبیعی به پدیده‌هایی گفته می‌شود که ناشی از نیروی طبیعت بوده و خارج از حوزه توانایی انسان است، مانند زمین‌لرزه، سیل، توفان و سایر موارد. اما منظور از عوامل مخرب انسانی، آن دسته تخریب‌هایی است که دانسته و ندانسته توسط انسان روی می‌دهد؛ همچون جنگ، مدیریت نادرست، بی‌توجهی به حفظ بناها و مرمت آثار تاریخی، تغییرات عملکردی و امثالهم. این عوامل در برخی از موارد منجر به تخریب و در موارد دیگر منجر به تغییر ابنیه گردیده‌اند. پس لازم است علل به وجود آمدن تغییرات و یا تخریب‌هایی که در ابنیه این دوره به وجود آمده شناسایی شود.

۴-۱- عوامل طبیعی مؤثر بر تغییر ابنیه تاریخی

مطالعات نشان می‌دهد که در اکثر موارد به دلیل در دسترس نبودن شواهد و مستندات لازم برای

ایرانی بعدها انجام داده‌اند، در موارد متعددی تاریخ‌گذاری اولیه بنا را بر خلاف نظر محققین غربی اثبات کرده‌اند (ر.ک. آیت‌الله‌زاده شیرازی، ۱۳۵۹) و احمد صالحی کاخکی و همکاران (۱۳۹۳)).
روش‌های بررسی شده نشان می‌دهد موفقیت در دستیابی به نتایج تازه در تاریخ‌گذاری عمدتاً متکی بر شواهد میدانی و کاوش‌هایی است که در مراحل بعدی مطالعه اسناد به کمک محققین آمده است. در حالی که مواردی وجود دارد که تصورات محقق بدون پایه و اساس مطالعات بعدی را به انحراف بکشاند.

انتخاب روش مناسب تاریخ‌گذاری در هر بنا بسته به مؤلفه‌ها و امکانات قابل دستیابی است. تاریخ‌گذار باید مؤلفه‌های تاریخ‌گذاری را به دقت بشناسد و از خطاهایی که هر مؤلفه را تهدید می‌کند آگاه باشد. از این رو لازم است آنچه که باعث ایجاد خطا می‌شود را شناسایی نماید. مروری بر پژوهش‌های انجام شده (جدول ۱) در زمینه تاریخ‌گذاری ابنیه این دوره و مقایسه آنها باهم نشان می‌دهد تناقضات موجود در نتایج این پژوهش‌ها، حاصل عدم توجه به عواملی است که می‌تواند بر ایجاد خطا در تحقیق موثر باشد.

عوامل مؤثر بر ایجاد خطا در تاریخ‌گذاری بناها عبارتند از: ۱. تغییرات مکرر بنا در طول تاریخ. ۲. تغییرات عمدی در تاریخ کتیبه‌های موجود. ۳. تقلیدهای ناشیانه و یا هنرمندانه از تزئینات و نقوش ادوار گذشته به منظور همسان‌سازی نقوش ۴. تعمیرات فضاها و تغییرات عملکردی و فرم ابنیه است.

تاریخ‌گذاری، نظیر کتیبه، ماده تاریخ و ... آنچه که موجب ابهام در شناخت تاریخ شکل‌گیری این بناها شده است، به جز تغییرات انسانی، بعضاً تخریب‌هایی است که در فرم، فضا و تزئینات این بناها در طول تاریخ توسط عوامل طبیعی به وجود آمده است. ایران در یکی از مناطق حادثه‌خیز واقع شده و یکی از کشورهای است که بنا به موقعیت زمین‌شناسی، جغرافیایی و تغییرات آب و هوایی و اقلیمی، در معرض انواع آسیب‌های جدی ناشی از حوادث طبیعی چون زمین‌لرزه، سیل، طوفان، خشک‌سالی و امثالهم قرار دارد. گدار نیز معتقد است که زلزله به‌عنوان مهم‌ترین دشمن بناهای تاریخی ایران است (گدار، ۱۳۸۷: ج ۲، ۲۶۰).

مهم‌ترین ویژگی و وجه افتراق این پدیده از سایر عوامل، بروز به یک‌باره، بدون هیچ علامت قبلی و قدرت تخریب فوری آن است، به‌خصوص که بناها و آثار تاریخی عمدتاً از مصالحی چون آجر، سنگ و خشت ساخته‌شده که از مقاومت کشتی اندکی برخوردار و در برابر این پدیده به‌شدت آسیب‌پذیرند.

۴-۲- عوامل انسانی تغییر ابنیه تاریخی قرون ۷ و ۸ قمری

عوامل انسانی که ابنیه را دچار تغییر و تحول می‌کنند معمولاً تحت تأثیر یک عامل یا تلفیقی از عوامل هستند. این عوامل به‌طور خلاصه شامل مواردی همچون: ۱. فرهنگی - اجتماعی (تسلط اقوام مختلف بر یک سرزمین) ۲. سیاسی (جنگ، تغییر حکومت‌ها) ۳. اقتصادی (فقر اقتصادی، هزینه‌های زیاد نگهداری بناها) ۴. نزاع ادیان و مذاهب ۵. فنی

(کیفیت مصالح به کاررفته در ابنیه، ناآگاهی معماری و سازنده بنا، ناکارآمدی ابنیه) (تنهایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۷-۱۰۳). به‌عنوان نمونه برخی از بناهای قرن ۷ و ۸ ه.ق. که تحت تأثیر عوامل انسانی دچار تحول شده‌اند بدین شرح است: تخریب بخشی از مسجد بزرگ بخارا توسط چنگیز در ۶۱۹ ق. (ویلبر، ۱۳۶۵: ۳)؛ سقوط بغداد در سال ۶۵۶ ق. و آتش زدن کاخ خلافت، مسجد بزرگ و مقبره خلفا توسط هلاکو (ویلبر، ۱۳۶۵: ۸)؛ نابود کردن تمام معابد غیر اسلامی در تبریز به دستور غازان‌خان تازه مسلمان شده در سال ۶۹۴ ق. (ویلبر، ۱۳۶۵: ۸)؛ معبد ارغونیه توسط غازان‌خان (که ساخت پدرش بود) ویران شد و به‌جای آن مسجدی بسیار زیبا بنا کرد (همدانی، ۱۳۹۴: ۲۰۸)؛ در سال ۱۰۱۸ ق. شاه‌عباس صفوی دستور تخریب عمارت‌های غازانی (مقبره غازان‌خان، مسجد جامع، خانقاه و مدارس) را صادر کرد (جنابدی، ۱۳۷۸: ۸۲۸)؛ اشراف مسلمان، کلیساها و صومعه‌های مسیحیان نسطوری را آتش زدند (ویلبر، ۱۳۶۵: ۲۷).

از این دست شواهد (که به نمونه‌هایی از آنها در بالا اشاره شد) در منابع تاریخی بسیارند، جمع‌بندی آنها نشان می‌دهد عمده تغییراتی که بر اساس عوامل انسانی در ابنیه این دوره (به‌ویژه ابنیه مذهبی) به وجود آمده، به دلایل تغییراتی است که در ساختار دینی حکومت وقت رخ داده و یا به دلیل وجود اختلافات مذهبی بوده است. به‌عنوان مثال تحولاتی که بر نقوش و تزئینات گنبد سلطانیه انجام شده به دلیل تغییر مذهب حاکم وقت (الجاتو) از تسنن به تشیع بوده است (ویلبر، ۱۳۶۵: ۲۶).

از آن قرار دارد. از میان آثار داخل مرز، ۴۴ بنا از نزدیک توسط نگارنده مورد بازدید و بررسی میدانی قرار گرفت. سپس از میان این ۱۱۹ اثر، پنجاه بنا که تاریخ‌گذاری‌شان، حتی به صورت جزئی دارای ابهام بود مورد بررسی قرار گرفت. از این میان ۳۲ بنا به صورت میدانی و ۳ بنا از طریق منابع مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این نکته نیز لازم به یادآوری است که از ۳۵ بنای مورد نظر، ویلبر تنها در مورد تاریخ‌گذاری ۲۳ بنا تردید نشان داده است.

در جدول یک عوامل ابهام در تاریخ‌گذاری ابنیه مورد تردید در مبدأ تاریخ‌گذاری با توجه به موارد مشاهده شده و یا گزارش شده نشان داده شده است. این سی و یک بنا توسط پژوهشگر به صورت میدانی مورد بررسی قرار گرفته است و از میان این تعداد ابنیه، نوزده بنای اول، ابنیه‌ای هستند که ویلبر نیز در تاریخ‌گذاری آنان تردید دارد ولی دوازده بنای بعدی که در ادامه آمده‌اند، ابنیه‌ای هستند که ویلبر در تاریخ‌گذاری آنان تردیدی اعلام نکرده است. این ابنیه به ترتیب تاریخ‌گذاری ویلبر (۱۳۶۵) در جدول یک بر مبنای عامل یا عوامل ابهام در تاریخ‌گذاری مورد واکاوی قرار گرفته‌اند.

۵- تجزیه و تحلیل مصادیق به منظور شناخت عوامل مؤثر بر ابهام در شناخت مبدأ تاریخی ابنیه ایلخانی

پرداختن به چهار جنبه اساسی انجام مطالعات تاریخ‌گذاری (فرمی - فضایی، نقوش و تزئینات، کتیبه، فن‌آوری ساخت و مصالح) که در بالا به آنها اشاره شد، در راستای یافتن عوامل مؤثر بر ابهام در تاریخ‌گذاری ابنیه مذهبی قرن ۷ و ۸ ق. نیز بود. زیرا جوهی که پرداختن به آنها موجبات شناخت مبدأ تاریخی بنا را فراهم می‌کند، خود می‌توانند به نوعی عاملی باشند که پژوهشگر را با خطا مواجه سازد. از این رو به جهت شناخت عوامل مؤثر بر ابهام در خوانش مبدأ تاریخی بناهای این دوره، لازم است معیارهای پیش گفته در مصادیق عینی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند تا مشخص شود هر یک از این عوامل چگونه توانسته پژوهشگران را گمراه ساخته یا پژوهش را با خطا مواجه سازد. انتخاب مصادیق مورد نظر پژوهش به صورت زیر انجام شده است:

از میان ۱۱۹ اثری که در فهرست بناهای دوره ایلخانی ویلبر (۱۳۶۵) از سده ۷ و ۸ ق وجود دارد، ۱۱۲ بنا در داخل مرزهای کنونی ایران و ۷ بنا خارج

جدول ۱- بررسی عوامل ابهام در تاریخ‌گذاری مصادیق ابنیه مذهبی قرون ۷ و ۸ ه. ق. (مأخذ: نگارنده)

قدیمی‌ترین عنصر تاریخ‌دار / عامل تاریخ‌گذاری	
نام بنا	عامل / عوامل ابهام در تاریخ‌گذاری (کتیبه، تزئین و نقوش، فرم و فضا، فن‌آوری ساخت و مصالح، متون و منابع، کاوش‌های باستان‌شناسی)
۱. مسجد	کتیبه ۴۶۱ مناره / تزئینات دوره مغول
پامنار زواره	کتیبه: عدم همخوانی وجود منار به تاریخ ۴۶۱ با تاریخ مسجد. تزئین و نقوش : تزئینات مغولی آروی تزئینات سلجوقی (گذار، ۱۳۸۷: ج ۴، ۱۲۸). فرم و فضا : ۱. نقشه فاقد ارزش (همان) ۲. تغییر فضاها و شکل و فرم.
	محراب احتمالی موجود ۶۲۳ / محراب قدیمی سرقت شده

<p>۲. مسجد میدان (میرعماد) کاشان</p>	<p>کتیبه: محراب ۶۲۳ که احتمالاً مربوط به این بنا است. فرم و فضا: مناره سنگی که تا سال ۱۱۹۲ موجود بوده است. فن آوری ساخت و مصالح: چند جرز ضخیم در گوشه غربی بنا مربوط به زمان محراب وجود دارد (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۱۴). سایر نکات: دو فرضیه پیرو این مسجد موجود: ۱. این مسجد در سال ۸۶۸ طبق وقف نامه ساخته شده است و محرابی از بنایی دیگر با تاریخ ۶۲۳ به آنجا منتقل شده (واتسون، ۱۳۹۰: ۲۷۲). ۲. این مسجد بر روی مسجدی قدیمی تر که محراب آن به سال ۶۲۳ است، ساخته شده (نراقی، ۱۳۴۵: ۹۲ و ۲۰۷) (دیولافوآ، ۱۳۸۵: ۲۱۸).</p>
<p>۳.</p>	<p>محراب ۶۶۳ / محراب قدیمی سرقت شده</p>
<p>امامزاده یحیی ورامین</p>	<p>کتیبه: محراب ۶۶۳ که موجود نیست. تزیین و نقوش: ۱. کاشی های دوره های مختلف (دیولافوآ، ۱۳۸۵: ۱۶۱). ۲. تکمیل تزیینات بنا با کاشی های ستاره ای شکل (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۲۱). فرم و فضا: حذف برج هشت گوشه (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۲۰). سایر نکات: تاریخ گذاری بر مبنای کاشی (تزیینات) و محراب سرقت شده احتمالی مربوط به این بنا صورت گرفته است.</p>
<p>۴.</p>	<p>کتیبه کاشی ۶۷۶ دیوار</p>
<p>امامزاده اسحاق ساوه</p>	<p>کتیبه: ۱. جابجایی لوحه تاریخ دار از روی دیوار و انتقال به روی قبه (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۲۴). ۲. برهم خوردگی کتیبه دیواره. فرم و فضا: مسدود کردن درگاه جنوبی و افزودن محراب (فیض قمی، ۱۳۵۰: ج ۲، ۱۳۸)</p>
<p>۵. مقبره علاءالدین ورامین</p>	<p>کتیبه بالای برج ۶۸۸ / کتیبه بدنه بنا</p> <p>فرم و فضا: ۱. بلندی بالای کف عامل احتمالی وجود بنای مجاور (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۲۹). ۲. بی قرینه نبودن مدخل شمالی</p>
<p>۶. مسجد جامع سجاس</p>	<p>تزیینات محراب</p> <p>کتیبه: کتیبه های بدون تاریخ. تزیین و نقوش: ۱. محراب قدیمی تر در زیر محراب ایلخانی (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۲۹). ۲. محراب جدیدتر از ساختمان سلجوقی (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۲۹-۱۳۰). فرم و فضا: ۱. همجواری ابنیه ای که امروز نیست (همانجا). ۲. مسدود کردن دیوارهای شرقی و غربی (همانجا). سایر نکات: احتمال این که این بنا همان مدفن مذکور در سفرنامه حمدالله مستوفی نباشد نیز هست (فسایی، ۱۳۸۲: ج ۱، ۷۰۷-۷۰۸).</p>
<p>۷. مقبره پیربکران</p>	<p>کاشی جلادار ۶۹۸ (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۳۵) / کتیبه ایوان ۷۰۳ - کتیبه صغه ۷۱۲</p> <p>کتیبه: حک «لا اله الا الله» بر روی سنگ مقدس (نوع و شکل رسم الخط قدیمی تر). تزیین و نقوش: بخشی از جزئیات دولایه ایوانچه ها. فرم و فضا: ۱. وجود اتاق گنبددار - شبستان گنبددار (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۳۲). ۲. عدم انطباق محور و محل قرارگیری محراب ۳. عدم روابط صحیح فضایی در ورودی ایوان ۴. وجود سنگ مقدس بدون حفظ حریم ولی بدون تغییر.</p>
<p>۸. مجموعه بایزید بسطام</p>	<p>کتیبه مناره ۵۱۴ / کتیبه مناره ۵۱۴ - شبستان مسجد ۶۹۹ - خانقاه ۷۰۲ - ایوان جنوب شرقی ۷۱۳ - ایوان غربی ۷۱۷</p> <p>تزیین و نقوش: ۱. گچ پری های حاشیه روی پایه های مسجد ایلخانی (احتمال تخریب سقف قبلی). ۲. سفال های تزیینی بدون لعاب ایوان غربی نسبت به ایوان شرقی. فرم و فضا: ۱. موقعیت نابجای منار در مسجد. ۲. حالت بن بست ایوان غربی. متون و منابع: ۱. این بنا را ظاهراً پس از درگذشت بایزید، در نیمه دوم قرن سوم هجری قمری ساخته بوده اند (اعتماد السلطنه، ۱۳۶۲: ج ۱، ۷۲ و ۷۳). ۲. وجود محرابی که خانی کف از آن نام می برد و تاریخ ۶۶۰ داشته که امروزه وجود ندارد (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۳۸). کاوش های باستان شناسی: ۱. مسجد بایزید اول (قرن اول تا سوم). ۲. آرامگاه آل کرت و برج مقبره تخریب شده ۳. احداث سقف به تاریخ ۶۹۹ بر سقف سلجوقی</p>
<p>۹. گنبد غازان خان و مسجد جامع بسطام</p>	<p>کتیبه برج کاشانه ۷۰۰ / سردر برج ۷۰۰ و محراب ۷۰۲</p> <p>فرم و فضا: ۱. تشابه ورودی مسجد با مساجد دیگر که به تاریخ گذاری آن ها ابهام وارد است (فرومد و اشترجان). ۲. فرمت خاص ترکیب مسجد و برج مقبره در پشت آن (نحوه ارتباط و موقعیت قرارگیری) با توجه به ساخته شدن هم زمان ۳. عدم وجود مناره ورودی در تطبیق با نمونه مشابه آن (مسجد اشترجان). ۴. عدم وجود محور شاخص هدایت نمازگزاران به قبله.</p>
<p></p>	<p>کتیبه گنبدخانه مسجد ۳۸۹</p>

<p>کتیبه: کتیبه‌ای که اشرودر بدان اشاره می‌کند «مسجد درون مسجد ساخته شده» که احتمال قدمت بیشتر مقبره را تأیید می‌کند (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۴۵). فرم و فضا: ۱. اختلاف ده درجه‌ای محورهای اصلی و محراب مسجد و مقبره (گدار، ۱۳۸۷: ج ۳، ۲۵۹). ۲. عدم هماهنگی و ارتباط صحیح راه ورودی مقبره (همانجا) ۳. مسدود شدن سردر نمای شمالی مقبره در حدود ۷۰۷ (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۴۵). ۴. نابودی خانقاه در حمله افغانان در پایان دوره صفوی در غرب مجموعه که فقط سردر آن باقی مانده (گدار، ۱۳۸۷: ج ۳، ۲۶۹). فن آوری ساخت و مصالح: از مشاهده گچ ریخته، قسمتی از تزئینات آجری قدیمی - تر پیداست و قدمت مقبره از مسجد بیشتر است (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۴۵). کاوش‌های باستان‌شناسی: کشف کتیبه گنبدخانه به تاریخ ۳۸۹.</p>	<p>۱۰. مسجد جامع نطنز و بقعه شیخ عبدالصمد نطنزی</p>
<p>کتیبه سنگی مقبره ۷۱۶ / ایوان و کتیبه سنگی مقبره</p> <p>تزئین و نقوش: تزئینات ارزشمند ایلخانی (همچون بناهای نزدیک) در این بنا به چشم نمی‌خورد. فرم و فضا: ۱. طبق تصویری از لوئیجی پشه دیواره مقابل ایوان جنوبی (شاید محراب) حذف شده است. ۲. ورودی نامتناسب در غرب ایوان. متون و منابع: ۱. منار جنبان‌ها طبق سفرنامه ابن بطوطه و شاردن که نامی از آن‌ها نبرده‌اند احتمالاً بعداً بنا شده‌اند (حاجی - قاسمی و همکاران، ۱۳۸۳: ب: ۱۱۰). ۲. تصویر لوئیجی پشه در ۱۸۵۰ اطلاعات متفاوتی از همجواری بنایی دیگر و دیوار مقابل ایوان می‌دهد.</p>	<p>۱۱. منار جنبان (بقعه عمود عبدالله)</p>
<p>کتیبه سردر شرقی ۷۱۵ / -</p> <p>کتیبه: ۱. وجود کتیبه سلجوقی کشف شده سردر شمالی (هنر فر، ۱۳۵۰: ۲۷۸). ۲. وجود کتیبه صلوات کبیره و خلفای اربعه. تزئین و نقوش: وجود مربع‌های کوچک تزئینی با عبارات الله، محمد، ابوبکر، عمر و علی، به طور پراکنده که احتمال می‌رود بنا، پیشتر با تزئینات اسامی خلفای اهل سنت تزئین شده (احتمالاً بنای سلجوقی) و سپس در حدود ۷۱۶ صلوات کبیره افزوده شده. فرم و فضا: نحوه ورودی گرفتن از شرق همچون جامع یزد و جامع اصفهان است ولی ورودی گرفتن از شمال همچون مسجد جامع فرومد است. به عبارت دیگر ورودی شمالی هندسه فضایی را در دسترسی به فضای داخلی به سهولت طی نمی‌کند و به نظر می‌رسد تغییراتی داشته است. فن آوری ساخت و مصالح: سازه منار جنبان منارهای باقی مانده (هنر فر، ۱۳۵۰: ۲۶۷). متون و منابع: اشاره ابن بطوطه به مسجدی زیبا که آبی از وسط آن می‌گذرد (لاله، ۱۳۸۰: ۲۱) در صورتی که این آب در قسمت شمالی و مقابل سردر شمالی است، جایی که حدس بر وجود بنایی قدیم تر است که ایوان شمالی نسبت به آن شکل گرفته است (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۵۴). کاوش‌های باستان‌شناسی: کشف کتیبه سردر شمالی در تاریخ ۱۳۳۳ (هنر فر، ۱۳۵۰: ۲۷۸)</p>	<p>۱۲. مسجد جامع اشترجان</p>
<p>- / تزئینات ۶۴۰ تا ۶۷۰ (نظری ارشد، ۱۳۹۱: ۱۶۷-۲۰۰) تزئینات ۷۱۵ (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۴)</p> <p>کتیبه: کتیبه پیشانی بنا سوره دهر (انسان) آیه ۱ الی ۹ مرتبط با امام حسن و امام حسین (ع) پیشینه قدمت بنا را به دوره تسلط شیعیان بر این ناحیه بر می‌گرداند. تزئین و نقوش: عدم وجود دو عامل تزئینی رایج در دوره مغول یعنی گچ چند رنگ و کاشی لعابدار (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۴). فرم و فضا: ۱. شباهت با گنبد سرخ مراغه احتمالاً بنا مربوط به نیمه دوم قرن ۶ (مصطفوی، ۱۳۸۱: ۱۵۶ و ۱۵۷). ۲. مدخل سرداب در میانه محراب و در جایی نامناسب است. متون و منابع: قتل عام گسترده در این مکان طبق نظر پوپ بر اساس اعلام ادوارد براون از روی تاریخ جهانگشا جوینی و جامع التواریخ رشیدالدین فضل‌الله صورت گرفته (پوپ، ۱۳۸۷: ۱۵۲۳)</p>	<p>۱۳. گنبد علویان همدان</p>
<p>- / ۱. شباهت تزئینات آجری با رباط شرف و مقبره سلطان سنجر حدود (۵۰۰-۶۰۰) (گدار، ۱۳۸۷: ج ۴، ۲۷۷-۲۸۲). ۲. از روی شباهت با مقبره بازید بسطامی و مقبره الجایتو حدود ۷۲۰ (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۹)</p> <p>تزئین و نقوش: بر دیوار محراب از لای شکاف‌ها اثر تزئین گچی دوره قبل مشهود است (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۹). فرم و فضا: ۱. عدم دقت در طراحی دو ایوان مقابل هم (گدار، ۱۳۸۷: ج ۴، ۲۵۹). ۲. پر شدن دیوار شرقی ایوان جنوبی در دوره مغول (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۹). ۳. نسبت میان ارتفاع ایوان‌ها و ابعاد صحن متفاوت تر از سایر نمونه‌های دیگر است (ایوان‌های بزرگ و صحن کوچک). ۴. شباهت ورودی مسجد با مسجد جامع اشترجان که در تاریخ‌گذاری ایوان شمالی آن نیز ابهام</p>	<p>۱۴. مسجد جامع فرومد</p>

<p>وجود دارد. متون و منابع: از آنجا که یاقوت حموی نامی از فرومد نمی‌برد، احتمالاً از کم اهمیتی این محل در پیش از مغول بوده است در نتیجه ویلبر و گذار احتمال اهمیت یافتن شهر فرومد در دوره مغول را مطرح می‌کنند (گذار، ۱۳۸۷: ج ۲، ۲۵۹) (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۶۹). سایر نکات: مسئله ایوان شمالی و ورودی خبر از محدودیتی نامعلوم می‌دهد که در تکمیل و حل مسئله‌ای ایجاد شده‌اند.</p>	
<p>کتیبه کاشی ۷۶۵ (افشار، ۱۳۵۴: ج ۲، ۱۳۱) / کتیبه ۷۶۵ - محراب ۷۷۷ - کتاب تاریخ جدید بزد و دستور ساخت مسجد در ۷۲۴</p>	
<p>فرم و فضا: ۱. حذف مناره در قرن نهم. ۲. حذف آثار مسجد قدیم در دوره پهلوی و قبل تر. کاوش‌های باستان‌شناسی: عدم وجود آتشکده در محل گنبدخانه و ایوان جنوبی. سایر نکات: امکان وجود آتشکده در محل مسجد عتیق نیز ممکن است باشد.</p>	<p>۱۵. مسجد جامع یزد</p>
<p>- / تشابه تزئینات محراب به مسجد جامع ورامین</p>	
<p>تزئین و نقوش: سالم ماندن محراب بدین شکل تا به امروز بدون پوشش و مستقل. فرم و فضا: ۱. پلانی که ویلبر ارائه داده است و آنچه امروز مشاهده می‌شود ارتباط فضایی بسیار مبهمی ارائه می‌دهد و قابل درک نیست. ۲. تقدم تاریخ ساخت برج به محراب (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۹۱) متون و منابع: تصویری که مادام دیولافوآ کشیده است، محراب بدون پوشش دیده می‌شود.</p>	<p>۱۶. بقعه امامزاده حسین ورامین</p>
<p>کتیبه خانقاه ۷۳۳</p>	
<p>کتیبه: احتمال ساخت خانقاه (۶۵۷-۶۸۳) قبل از برج با توجه به متن کتیبه (ثبوتی، ۱۳۷۰: ۱۰۶-۱۰۹). تزئین و نقوش: نقوش چلیپا شکل "علی" بر بدنه برج که تخریب نشده است. فرم و فضا: ۱. احتمال ساخت برج قبل از خانقاه (۷۳۳) به خاطر افول سبک آذربایجان بعد از ۷۳۵ (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۸۵-۱۸۶). ۲. عدم ارتباط فضایی برج با خانقاه. فن آوری ساخت و مصالح: مصالح پی برج، از داش کسن به دست آمده که معبدی است بدون تاریخ مشخص. سایر نکات: بازه زمانی که تاریخ ثبوتی معرفی می‌کند منطبق بر حکومت هلاکو، آباق‌آن و احمد تگودار است و بازه زمانی که ویلبر اعلام می‌کند اواخر حکومت ابوسعید است. تاریخ گذاری ثبوتی احتمالاً بر مبنی تشابه نام فرد دیگری که در قوینیه دفن است صورت گرفته است. از طرف دیگر تاریخ ویلبر تاریخی است که سلطانیه بعد از مرگ الجایتو (۷۱۶) به افول گردید و توسعه کمتر صورت گرفته است.</p>	<p>۱۷. مقبره چلبی اوغلو سلطانیه</p>
<p>محراب ۷۳۸ / کتیبه محراب ۷۳۸ - حفاری وسط صحن - گنبدخانه سلجوقی</p>	
<p>فرم و فضا: ۱. محل قرارگیری محراب ۳۰ درجه‌ای جهت گیری مسجد نسبت به قبله صحیح. ۳. وجود خدای خانه همچون عتیق شیراز در وسط صحن. فن آوری ساخت و مصالح: عدم تناسب محراب ایوان شرقی با ایوان. متون و منابع: جامع خوب (طبق نوشته مقدسی). کاوش‌های باستان‌شناسی: ۱. احتمال کارکرد به عنوان آتشکده در دوره ساسانی به نقل از محمود موسوی (حاجی قاسمی و همکاران، ۱۳۸۳ الف: ۲۲) ۲. کشف نمونه سفال از دوره پارسی در زیر بخش خدای خانه.</p>	<p>۱۸. مسجد جامع ابرقو</p>
<p>کتیبه‌ای به تاریخ ۷۵۵</p>	
<p>کتیبه: شباهت نام بانی مناره و تزئینات آن با برج پیرعلمدار و مناره مسجد تاریخانه دامغان ۴۱۷ (مخلصی، ۱۳۷۲: ۴۴). تزئین و نقوش: عدم وجود تزئینات تویی گچی دوره‌های سلجوقی و ایلخانی. فرم و فضا: ۱. مناره متعلق به مسجد میدان دوره سلجوقی بوده است که اکنون از بین رفته است (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۹۷). ۲. گنبدخانه و شبستان شمال شرقی سلجوقی. کاوش‌های باستان‌شناسی: حفاری و گمانه‌زنی دهه ۵۰ و کشف بقایای آتشکده ساسانی (مخلصی، ۲۵۳۶: ۷۷).</p>	<p>۱۹. مسجد جامع سمنان</p>
<p>کتیبه ایوان جنوبی ۶۰۹</p>	

<p>۲۰. مسجد جامع گناباد</p>	<p>کتیبه: پوشاندن کتیبه سلجوقی زیر قوس مدخل شبستان شرقی (ملازاده، ۱۳۷۹: ۱۳۰). تزیین و نقوش: وجود گچ‌بری نام علی (ع) بصورت چلیپایی شکل. فرم و فضا: ۱. تغییر عمده محور بخش جنوبی نسبت به سه جبهه دیگر ۲. سطح بالاتر کف مسجد، احتمال ساخت مسجد بر خرابه‌های بنای قدیمی را تقویت می‌کند. کاوش‌های باستان‌شناسی: در گمانه‌زنی کف بنا بخش‌هایی از بنای قرن سوم بدست آمد (مجتبوی، ۱۳۷۴: ۱۵۵).</p>
<p>۲۱. مدرسه ملک زوزن</p>	<p>کتیبه ایوان ۶۱۵ / محراب سلجوقی</p> <p>کتیبه: ۱. وجود نام خلفای اربعه ۲. ابهام در خوانش کتیبه تاریخ‌دار باقی مانده ۳. استفاده از کتیبه با مفهوم خاص تسلط سنی‌ها بر شیعیان (پیروزی افراد با ایمان در ایوان جنوبی) (بلر، ۱۳۸۷ ب: ۱۴۱). تزیین و نقوش: تزیینات شبیه به سبک هرات. متون و منابع: توسط یاقوت حموی بصره کوچک دانستن زوزن که بر اهمیت این شهر تأکید می‌کند (همان، ۱۳۳). کاوش‌های باستان‌شناسی: ۱. کشف محراب گچ‌بری سلجوقی ۲. کشف ستون‌هایی در فضای ایوان اصلی</p>
<p>۲۲. مسجد سنگی داراب</p>	<p>کتیبه ۶۵۲ محراب</p> <p>کتیبه: متن کتیبه محراب اشاره مستقیم به ساخت مسجد و رباط دارد و نه مرمت و توسعه. فرم و فضا: ۱. ساختار صلیبی شکل بنا. ۲. وجود حوض وسط و سقف مربعی باز بر روی حوض در وسط. فن آوری ساخت و مصالح: مصالح و سازه سنگی بنا چون سایر تأسیسات ایجاد شده توسط محمدین مبارز بر ساخته شدن بنا توسط وی تأکید دارد (شیخ‌الحکامی و حسنی، ۱۳۹۵: ۹۰ و ۹۱).</p>
<p>۲۳. هارونیه طوس</p>	<p>- / شکل بنا و گنبدخانه (حدود سلجوقی)</p> <p>تزیین و نقوش: وجود محرابی در بدنه شمالی بدون موقعیت قرارگیری صحیح. فرم و فضا: ۱. احتمالاً مقبره بابا لقمان از روی این بنا ساخته شده است (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۵۸). ۲. سرپا ماندن بنا بعد از تخریب عمده طوس ۳. افزوده شدن بخش جبهه شمالی به گنبدخانه. فن آوری ساخت و مصالح: گنبدخانه مربوط به قبل از سلجوقی (هیلن‌براند به نقل از موسوی ۱۳۷۰). متون و منابع: ۱. تصویر لوئیجی پشه از بنا نشان از باز بودن جبهه شرقی و احتمالاً غربی بنا می‌دهد. ۲. ایوان جنوبی دارای مقرنس بوده که در مرمت امروزی دیده نمی‌شود. کاوش‌های باستان‌شناسی: کشف شبستانی (احتمالاً مربوط به مدرس) در نزدیکی جنوب این بنا خبر از بافت با اهمیتی دارد که این بنا در آن قرار داشته است.</p>
<p>۲۴. ارگ علیشاه تبریز</p>	<p>اسناد تاریخی مبنی بر دستور علیشاه به ساخت بنا</p> <p>تزیین و نقوش: ۱. محراب ساده آجری امروزی با محراب مرصع آراسته به قاب‌بندی زرین و سیمین اسناد تاریخی شهابتی ندارد. ۲. ناتمام ماندن تزیینات دیواره شرقی و غربی. فرم و فضا: ۱. پلان مستطیل شکل بنای شمالی و درگاه ورودی در سمت جنوب قرار داشته که همین مسئله می‌رساند که این بنا مسجد نبوده است. ۲. این بنا از الحاق دو بنا ایجاد شده است. فن آوری ساخت و مصالح: عدم کارکرد برج محراب به عنوان پشت‌بند. این برج در اصل محرابی به شکل یک پوسته نیم استوانه‌ای بوده که بعدها آن را پر کرده‌اند. متون و منابع: تصاویر متعددی از سفرنامه‌های شاردن و بعد از آن موجود است. کاوش‌های باستان‌شناسی: ۱. بنای شمالی که از کاوش بدست آمد بر بنای ارگ تقدم تاریخی دارد. ۲. وجود پی و داغ مناره‌ها و کارکردن مناره‌ها (چفت و بست شدن) با بدنه بنای قدیمی (شمالی) ۳. وجود پلکان سراسری که احتمالاً متعلق به پیش طاق بنای قدیمی بوده است.</p>
<p>۲۵. مسجد جامع ورامین</p>	<p>کتیبه ۱۷۲۲ ایوان</p> <p>تزیین و نقوش: ۱. از بین رفتن تزیینات تا ارتفاع دو متری از کف به علت سیل و آب‌گرفتگی □ ۲. تزیینات محراب مربوط به قرن نهم. فرم و فضا: ۱. هندسه نامتقارن نقشه بنا □ ۲. تفاوت محور عمودی با محورهای فعلی به‌ویژه قسمت جنوب غربی. کاوش‌های باستان‌شناسی: ۱. لایه‌های چندلایه پی (سه لایه کف متفاوت در زیر ایوان جنوبی) □ ۲. تفاوت آجر و ملات این آثار با مصالح پی‌ها. سایر نکات: □ مصالح متفاوت، محور متفاوت و پی پایین‌تر به مسجدی غیر از سده هشتم تعلق دارد. با توجه به ساخت شیعی شهر ورامین دور از ذهن نیست که جامع قرن ۸ را بر جای جامع قرن ۶ ساخته‌اند.</p>
	<p>کتیبه ۶۳۳ / کتیبه گنبدخانه ۶۳۳ و تعمیرات بعدی ۷۶۳</p>

<p>۲۶. مسجد کرمانی مجموعه تربیت جام</p>	<p>کتیبه: ناقص شدن کتیبه قرآنی. تزئین و نقوش: شباهت تزئینات داخل طاق‌ها با غرفه‌های گنبد سلطانیه (ویلبر، ۱۳۶۵: ۱۸۷). فرم و فضا: ناقص شدن هندسه فضا و کتیبه، نشان می‌دهد دو ردیف طاق در شرق بنا و یک ردیف طاق در جنوب شبستان و محراب بوده است که بخش جنوبی و محراب به هنگام احداث مسجد نو تخریب شده است. کاوش‌های باستان‌شناسی: در کاوش و خاکبرداری مجموعه، بقایای دیوار جنوبی شبستان و فرورفتگی محراب بدست آمد (دانشدوست، ۱۳۶۴: ۶۱).</p>
<p>۲۷. اتاق مقبره امام رضا (ع)</p>	<p>کتیبه ازاره گنبدخانه برخی ۵۱۲ و برخی ۵۵۷، دیواره شمالی گنبدخانه (۶۱۶)، کتیبه ضلع شمالی گنبدخانه (۷۱۲ و ۷۶۰)</p> <p>کتیبه: کاشی‌های متعدد ازاره که نظم آن‌ها بهم خورده است. تزئین و نقوش: لایه‌های مختلف و متعدد تزئینات (از بندکشی آهکی تا گچ‌اندود و نقاشی‌های آل‌بویه تا تزئینات متعدد و مفصل تر صفوی و نهایتاً آینه‌کاری‌های قاجاری).</p>
<p>۲۸. منار نظامیه ابرقو</p>	<p>- / تزئینات و همجواری با بناهای مشابه</p> <p>تزئین و نقوش: تشابه تزئینات با نمونه‌های مشابه سردرهای دارای دو منار. فرم و فضا: ۱. عدم وجود سایر اجزای این بنا با وجود داغی اتصال بنایی در پشت آن. ۲. دسترسی به مناره از روی بام بنایی که موجود نیست صورت می‌گرفته است. سایر نکات: از مقایسه با نمونه‌ای چون اشترجان (که معلوم شد قدمت بیشتری دارد) می‌توان قدمت این بنا را بیشتر دانست.</p>
<p>۲۹. بقعه شیخ لقمان سرخس</p>	<p>کتیبه ۱۷۵۷ ایوان</p> <p>کتیبه: ۱. کتیبه‌های شامل آیات قرآن و شرح حال عارف. ۲. کتیبه دولایه ایوان. فرم و فضا: ۱. از بین رفتن مدرسه و خانقاه. ۲. پوشش بیرونی گنبد از بین رفته و پوشش داخلی نیز فرو ریخته است. کاوش‌های باستان‌شناسی: آثاری از الحاقات شامل مدرسه و خانقاه در کاوش‌های محوطه بنا به دست آمد (مقری، ۱۳۵۹: ۵۳)</p>
<p>۳۰. مسجد جامع سبزوار</p>	<p>روایت‌های غیر مستند</p> <p>فرم و فضا: ۱. جهت قبله ابتدا به شیوه اهل تسنن و بعدها به روش اهل شیعه تغییر کرد (اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۲: ج ۳، ۲۰۳). ۲. در جبهه شرقی شبستانی پایین‌تر از کف صحن مسجد وجود داشته که بام آن بصورت سکو اندکی بالاتر از کف صحن قرار داشته (همان). متون و منابع: در تاریخ بیهقی آمده است که دو مسجد در سبزوار بود. یکی مسجد آدینه (پامنا) و دیگری مسجد سبز (۴۶۴) که ظاهراً در جای مسجد جامع امروزی سبزوار بوده است (مولوی، ۲۵۳۵: ج ۱، ۴۰۵-۴۰۷) سایر نکات: محل قرائت قرآن و بعد اعدام شیخ خلیفه در تاریخ ۷۳۶ مسجد جامع سبزوار بوده سات که پیش از تاریخ ساخت مسجد، کانون شیعیان سربرداران برای شورش علیه ایلخانان بوده است.</p>
<p>۳۱. مسجد جامع قائنات</p>	<p>کتیبه ساخت ایوان غربی ۷۷۰ و کتیبه مرمت ۷۹۶</p> <p>فرم و فضا: این بنا شبیه ابنیه سلجوقی و توصیفات متون نیست. متون و منابع: اشاره ناصر خسرو به طاق عظیم مسجد جامع که عامل شد با این بنا تفاوت داشته باشد. کاوش‌های باستان‌شناسی: از کاوش‌های اخیر باستان‌شناسی در ۴۰۰ متری این بنا بدست آمد که محل بنا مذکور به جامع عظیم با این بنای امروزی تفاوت دارد و در مکان دیگری واقع شده است.</p>

۶- جمع بندی عوامل ابهام در تاریخ گذاری ابنیه دوره ایلخانی

بر پایه مطالعات و بررسی‌های میدانی انجام شده بر بناهای منتسب به دوره ایلخانی با هدف دستیابی به دلایل ابهام در تاریخ‌گذاری بناهای این دوره، و جمع‌بندی اطلاعات و ویژگی آنها به صورت فشرده

در جدول ۱، می‌توان مهمترین عوامل ابهام در تاریخ‌گذاری را به شرح زیر دسته‌بندی کرد:

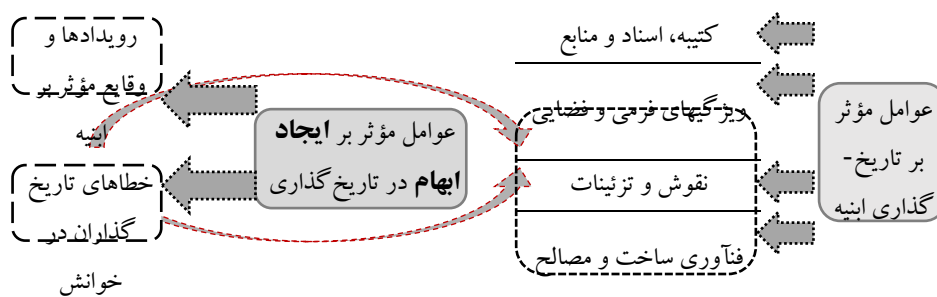
از سی و یک بنای مورد بررسی، هفده بنا در بخش خوانش کتیبه، دارای ابهام در تاریخ‌گذاری هستند (جدول ۱، شماره‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۶، ۲۷، ۲۹). بیست بنا در

عواملی که در جدول ۱ مورد واکاوی قرار گرفت عواملی بودند که سبب تردید در تاریخ‌گذاری این بناها نیز شده‌اند. این عوامل خود اشاره به عواملی دارند که ماهیت تاریخ‌گذاری بنای مورد نظر را با تردید مواجه کرده است. در مواردی همچون مسجد جامع اشترجان و مقبره پیربکران وجود شواهد متعدد گواه از سلسله تغییراتی می‌دهد که اهداف آن امروزه برای ما مشخص نیست. ولیکن این اهداف بی‌ارتباط با اهداف اعتقادی حکومت وقت نیز نبوده است. واکاوی مصادیق منتخب نشان می‌دهد عواملی که در تاریخ‌گذاری ابنیه مؤثر هستند؛ شامل کتیبه، اسناد، منابع، ویژگی‌های فرمی و فضایی، نقوش و تزئینات، فن‌آوری ساخت و مصالح هستند. از طرف دیگر مشخص شد عواملی که بر ایجاد ابهام در تاریخ‌گذاری ابنیه مؤثر هستند شامل رویدادها و وقایع مؤثر بر ابنیه و نیز خطاهای تاریخ‌گذاران در خوانش تاریخ ابنیه هستند، که هر دوی این عوامل از همان عواملی تأثیر می‌گیرند که بر تاریخ‌گذاری ابنیه مؤثرند (نمودار ۲).

شناخت مؤلفه نقوش و تزئینات دارای ابهام بوده‌اند (سایر بناها به جز موارد ۲، ۴، ۵، ۹، ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). مؤلفه فن‌آوری ساخت و مصالح در ایجاد خطا در ۸ بنا نقش داشته است (۲، ۱۰، ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). متون و منابع در ایجاد ابهام در تاریخ‌گذاری ۱۲ بنا (یعنی بناهای ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۳۰ و ۳۱) مؤثر بوده است.

بدین ترتیب ابهام در شناخت فرم و فضای بناها به عنوان مهمترین مؤلفه مؤثر بر ایجاد ابهام، تقریباً در تمامی بناهای مورد بررسی دیده می‌شود. خوشبختانه انجام کاوش‌های باستان‌شناسی، توانسته است به ابهام در تاریخ‌گذاری برخی از موارد یادشده پایان دهد و یا نظرات ارایه شده پیشین را به چالش بکشد. (رجوع شود به جدول ۱، شماره-های ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۹ و ۳۱).

۷- جمع‌بندی به منظور تبیین روش مناسب در تاریخ‌گذاری



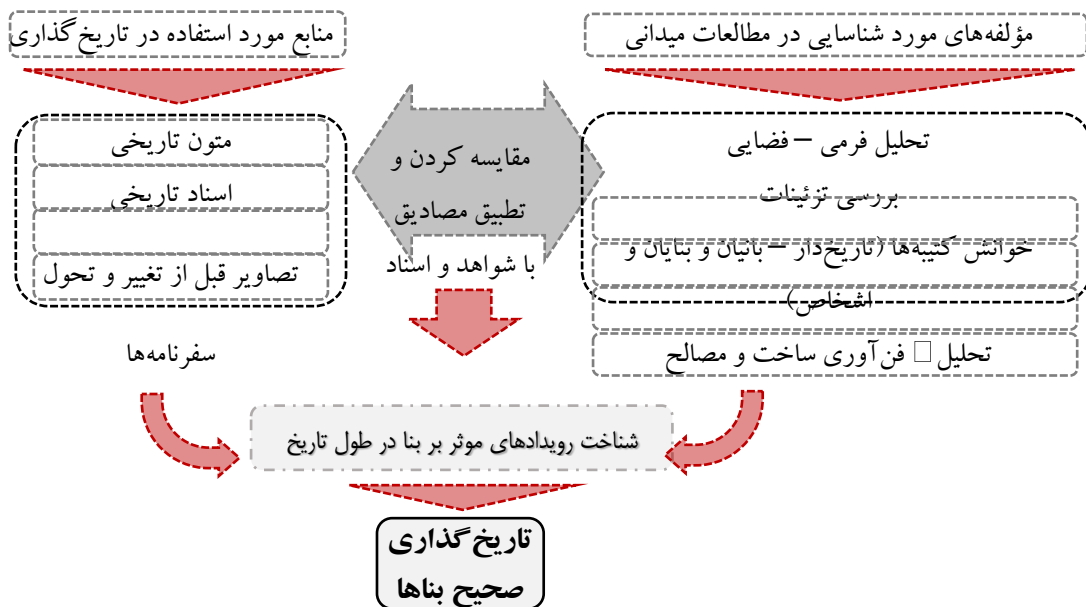
نمودار ۲- رابطه عوامل مؤثر بر تاریخ‌گذاری ابنیه تاریخی و عوامل مؤثر بر ایجاد ابهام در تاریخ‌گذاری ابنیه

تاریخی

روش‌های ممکن جهت تاریخ‌گذاری صحیح به کار گرفته شود. ضمناً از آنجا که متون، اسناد و تصاویر به عنوان منابع درجه اول می‌توانند در جهت تاریخ‌گذاری تعیین‌کننده باشند، مقابله نتایج حاصل از مطالعات میدانی به روش‌های گفته شده (خوانش کتیبه‌ها؛ شناخت ویژگی‌های نقوش و تزئینات؛ فرمها و ...) با اسناد به‌دست آمده ضروری است. در این صورت می‌توان ادعا نمود که نتایج تاریخ‌گذاری با توجه به شواهد موجود و تحلیل‌های به‌دست آمده می‌تواند به نتایج صحیح‌تری منجر شود (نمودار ۳).

منطقی به نظر می‌رسد، تاریخ‌گذاری‌های انجام‌شده بر آثار قرون اولیه بعد از اسلام بیشتر متأثر از مؤلفه‌های فرمی و سازه‌ای آن‌ها باشد؛ زیرا گذر زمان بیشتر بر دو مؤلفه کتیبه و تزئینات تأثیر گذارند و ضمناً چنانچه تعمدی در تغییر تاریخ یک بنا باشد، این امر از طریق کتیبه‌ها و تزئینات ساده‌تر است از تغییرات سازه‌ای و فرمی بنا.

نتایج مطالعات تاریخ‌گذاری انجام شده در مصادیق معرفی شده در هر بخش نشان می‌دهد، چنانچه در یک بنا امکان مطالعه هر کدام از روش‌های معرفی شده در بالا وجود داشته باشد، لازم است همه



نمودار ۳- روش شناسی تاریخ‌گذاری ابنیه تاریخی (مأخذ: نگارنده)

۸- نتیجه‌گیری

تجزیه و تحلیل نمونه‌ها نشان داد موثرترین عامل ایجاد ابهام در خوانش مبدا تاریخی ابنیه دوره ایلخانی ویژگی‌های فرمی و فضایی آن‌هاست. ویژگی‌های شناخته شده نقوش و تزئینات این دوره و پس از آن نادیده گرفتن یا خطا در خوانش کتیبه‌های موجود، بیشترین تاثیر را در ابهام و ایجاد خطا در تاریخ‌گذاری ابنیه این دوره فراهم آورده است. این موضوع نشان می‌دهد تغییراتی که بر ساختار اولیه بناها به صورت فرمی و

فضایی ایجاد شده چه میزان توانسته بر تاریخ‌گذاری نادرست این ابنیه موثر باشد. این تغییرات بنیادین عمدتاً در تغییر حکومت‌ها رخ داده است. قسمت دیگری از ابهامات تاریخ‌گذاری که توسط محققان صورت گرفته به علت بدخوانی کتیبه‌ها، شناخت نادرست از تزئینات و نقوش دوره، و مشخص نبودن و تشخیص نادرست فناوری ساخت زمانه و مصالح مورد استفاده است. این عدم هم‌نوايي و نبود وحدت میان عناصر تشکیل دهنده بنا، به سبب تغییرات و تخریب‌های مکرر در کلیت بنا و تغییر هرآنچه جزئی از هویت و ویژگی سازه‌های این دوره است، در قیاس با ساختارهای مشابه منجر به ابهام در تاریخ‌گذاری می‌شوند. (پاسخ به پرسش اول)

از این رو به منظور جلوگیری از خطا در تاریخ‌گذاری بناهای این دوره، پژوهشگر تاریخ بنا، ضمن توجه به مولفه‌های یادشده، از ویژگی‌های فرمی و فضایی زمانه، نقوش و تزئینات بنا، مصالح و فناوری ساخت اثر، بایستی از اسناد موجود، بهره گرفته و با شناخت رویدادهای دوره تاریخی به نتیجه‌گیری و تعیین مبدأ تاریخی اثر پردازد. (پاسخ به پرسش دوم)

پی‌نوشت

1. Demotte

۲. "تزئینات مغولی" در متن گذار اشاره به تزئینات دوره ایلخانی دارد.

منابع

کتاب‌ها

- اعتمادالسلطنه، محمدحسن خان. (۱۳۶۲). مطلع الشمس. ۳ جلد، مترجم: محمد پیمان، تهران: پیشگام.
- بحرالعلومی، فرانک. (۱۳۹۲). روش‌های سالیابی در باستان‌شناسی. تهران: سمت.
- بلر، شیلا. (۱۳۸۷ الف). معماری ایلخانی در نطنز: مجموعه مزار شیخ عبدالصمد. مترجم: ولی‌الله کاوسی، تهران: فرهنگستان هنر جمهوری اسلامی ایران.
- بلر، شیلا. (۱۳۹۴). نخستین کتیبه‌ها در معماری دوران اسلامی ایران زمین. مترجم: مهدی گلچین عارفی، تهران: فرهنگستان هنر جمهوری اسلامی ایران.
- پوپ، آرتور. (۱۳۸۷). سیری در هنر ایران از دوران پیش از تاریخ تا امروز. جلد ۳، مترجم: سیروس پرهام، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- ثبوتی، هوشنگ. (۱۳۷۰). بررسی آثار تاریخی سلطانیه. زنجان: هوشنگ ثبوتی.
- جنابدی، میرزا بیگ حسن. (۱۳۷۸). روضه‌الصفویه. مترجم: غ. طباطبائی مجد، تهران: بنیاد موقوفات دکتر محمود افشار.
- حاجی قاسمی، کامبیز و همکاران. (۱۳۸۳ الف). مساجد جامع. جلد ۷، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، روزنه.
- حاجی قاسمی، کامبیز و همکاران. (۱۳۸۳ ب). امامزاده‌ها و مقابر. جلد ۱۱، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، روزنه.
- دیولافوا، ژان. (۱۳۸۵). ایران کلد و شوش. مترجم: علی محمد فره‌وشی، تهران: دانشگاه تهران.
- شیخ‌الحکمایی، عمادالدین. (۱۳۸۸). اسناد معماری ایران. دفتر نخست. تهران: مؤسسه تألیف، ترجمه و نشر آثار هنری. فسایی، حسن‌بن‌حسن. (۱۳۸۲). فارسنامه ناصری. ۲ جلد، تهران: امیرکبیر.
- فیض قمی، عباس. (۱۳۵۰). گنجینه آثار قم. ۲ جلد، قم: مهر استوار.

- گدار، آندره. (۱۳۸۷). آثار ایران. ۴ جلد، مترجم: ابوالحسن سروقد مقدم، مشهد: بنیاد پژوهشهای اسلامی.
- گلچینی مقدم، نسرين. (۱۳۸۶). تاریخ شناسی معماری ایران. تهران: دانشگاه تهران.
- گیرشمن، رمان. (۱۳۷۴). ایران از آغاز تا اسلام. مترجم: محمد معین، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.
- مجتبی، سید حسین. (۱۳۷۴). جغرافیای تاریخی گناباد، پژوهشی در جغرافیای تاریخی گناباد، کاخک، بجنستان و بیدخت. مشهد: مرندیز.
- مخلصی، محمدعلی. (۲۵۳۶). آثار تاریخی سمنان. بی جا.
- مصطفوی، محمدتقی. (۱۳۸۱). هگمتانه: آثار تاریخی همدان و فصلی درباره ابوعلی سینا. تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.
- مقری، علی اصغر. (۱۳۵۹). بناهای تاریخی خراسان. مشهد: اداره کل فرهنگ خراسان.
- ملازاده، کاظم. (۱۳۷۹). مساجد تاریخی؛ دایرةالمعارف بناهای تاریخی ایران در دوره اسلامی ۳. تهران: حوزه هنری.
- موسوی، سید محمود. (۱۳۷۰). توس: شهر خفته در تاریخ. تهران: معاونت پژوهشی میراث فرهنگی کشور.
- مولوی، عبدالحمید. (۲۵۳۵). آثار باستانی خراسان. ۲ جلد، تهران: انجمن آثار ملی.
- نراقی، حسن. (۱۳۴۵). تاریخ اجتماعی کاشان. تهران: دانشگاه تهران.
- واتسون، آلپور. (۱۳۹۰). سفال زرین فام ایرانی. مترجم: شکوه ذاکری، تهران: سروش.
- ویلبر، دونالد نیوتن. (۱۳۶۵). معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان. مترجم: عبدالله فریار. تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب
- هرتسفلد، ارنست. (۱۳۸۱). ایران در شرق باستان. مترجم: همایون صنعتی زاده، تهران: پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- همدانی، رشیدالدین فضل الله. (۱۳۹۴). جامع التواریخ (تاریخ مبارک غزالی). مترجم: روشن، م.، و موسوی، م.، تهران: مرکز پژوهشی میراث مکتوب.
- هنرفر، لطف الله. (۱۳۵۰). گنجینه آثار تاریخی اصفهان، آثار باستانی و الواح و کتیبه های تاریخی در استان اصفهان. اصفهان: ثقفی.

مقالات

- انیسی، علیرضا. (۱۳۸۹). مسجد جامع فهرج ارزیابی مجدد. هیت شهر، ۷: ۱۵-۲۲.
- آزاد، میترا. (۱۳۹۳). بررسی سه مناره مهم دوره سلجوقی (چهل دختران اصفهان، تاریخانه دامغان و مسجد جامع ساوه). مطالعات معماری ایران، ۵: ۳۹-۵۶.
- آیت الله زاده شیرازی، باقر. (۱۳۵۹). مسجد جامع اردستان. اثر، ش ۱، ۶-۵۱.
- بلر، شیلا (۱۳۸۷ ب). مدرسه زوزن: معماری اسلامی در شرق ایران در سحرگاه تهاجم مغول. مترجم: میثم جلالی، تاریخ پژوهی، ۳۶ و ۳۷: ۱۲۹-۱۵۱.
- تنهایی، زهرا؛ قنات، عبدالرحیم و معزی، مریم (۱۳۹۱). آسیب شناسی آثار معماری ایران از ظهور اسلام تا قرن هفتم هجری. مطالعات اسلامی: تاریخ و فرهنگ، ۸۸: ۸۱-۱۱۲.
- خودداری نایینی، سعید، پاکتژاد، مهدی. (۱۳۸۶). بررسی تزیینات محراب های مسجد جامع ساوه مطالعات هنر اسلامی. ۷: ۱۱۱-۱۳۲.
- دانشدوست، یعقوب (۱۳۶۴). نکاتی درباره مقاله مجموعه تاریخی تربت جام. اثر، ۱۰ و ۱۱: ۵۸-۷۶.
- سیرو، ماکسیم. (۱۳۵۹ الف). تطور مساجد روستائی در اصفهان، مترجم: کرامت الله افسر. اثر، ۱: ۵۲-۷۸.
- سیرو، ماکسیم. (۱۳۵۹ ب). تطور مساجد روستائی در اصفهان، مترجم: کرامت الله افسر. اثر، ۲ و ۳: ۱۴۰-۱۵۹.

- شکفته، عاطفه (۱۳۹۱). ویژگی‌های بصری شاخص تزئینات گچ‌بری معماری عصر ایلخانی، مطالعات معماری ایران. ۲: ۷۹-۹۸.
- شیخ‌الحکمایی، عمادالدین، حسنی، میرزا محمد. (۱۳۹۵). نقش کتیبه‌های خواننده نشده مسجد سنگی داراب در شناسایی کارکرد و تاریخ ساخت بنا. پژوهش‌های علوم تاریخی، (۸): ۸۱-۹۴.
- صالحی کاخکی، احمد، عزیزپور، شادابه، رحیمی آریایی، افروز، بانک، فاطمه. (۱۳۹۳). تحلیل ساختار فضایی - کالبدی مسجد جامع اردستان با تفکیک لایه‌های تاریخی، مرمت و معماری ایران. (۴): ۳۳-۴۶.
- عدل، شهریار. (۱۳۶۴). کتیبه‌ای نو یافته در بسطام و برج آرامگاهی ازمیان‌رفته حسام‌الدوله در ساری. اثر، ۱۰ و ۱۱: ۱۷۵-۱۸۳.
- فرهنگ بروجنی، حمید. سلیمانی، پروین. (۱۳۹۱). گونه‌شناسی تزئینات گنبد غفاریه مراغه بر اساس الگوی تطبیقی، مطالعات هنر اسلامی. ۱۶: ۸۹-۱۰۰.
- قوچانی، عبدالله، آیت‌الله‌زاده شیرازی، باقر. (۱۳۶۷). بررسی کتیبه‌های تاریخی مجموعه نطنز و مسجد جامع نائین. اثر، ۲۶ و ۲۷: ۱۳۲-۱۴۲.
- کلایس، ولفرام. (۱۳۸۱). برج‌های آرامگاهی و امام‌زاده‌های شمال ایران. مترجم: فرانک بحرالعلومی، وقف میراث جاویدان، ۳۷: ۱۱۷-۱۳۰.
- لاله، هایده. (۱۳۸۰). تجلی قرآن، در معماری اسلامی مسجد جامع اشترجان. علوم قرآن و حدیث: گلستان قرآن، ۷۱: ۲۱-۲۶.
- لاله، هایده. (۱۳۸۱). برسیان، مسجد، دایره المعارف بزرگ اسلامی. ۱۱: ۷۱۵-۷۱۹.
- مخلصی، محمدعلی. (۱۳۷۲). بررسی اجمالی در منار مسجد جامع سمنان، میراث فرهنگی. ۱۰ و ۱۱: ۴۲-۴۹.
- مطلبی، زهره. اصلانی، حسام. (۱۳۹۳). شناسایی و معرفی نقوش تزئینات گچ‌بری و آجرکاری محراب مسجد جامع برسیان. پژوهش هنر، (۴): ۷۱-۸۵.
- مکی‌نژاد مهدی، آیت‌اللهی حبیب‌الله، هراتی محمد مهدی. (۱۳۸۸). تناسب و ترکیب در کتیبه محراب مسجد جامع تبریز. هنرهای تجسمی (هنرهای زیبا)، ۴۰: ۸۱-۸۸.
- منصوری، سید امیر، آجورلو، بهرام. (۱۳۸۲). بازشناسی ارک علیشاه تبریز و کاربرد اصلی آن. هنرهای زیبا، ۱۶: ۵۷-۶۸.
- نظری ارشد، رضا (۱۳۹۱). نگاهی نو به یادمان تاریخی - معماری گنبد علویان همدان بر اساس مطالعات باستان‌شناختی. گزارش‌های باستان‌شناختی، ۸: ۱۶۷-۲۰۰.
- هنرفر، لطف‌الله (۱۳۷۳). از مسجد دیلمی جورجیر تا قبه سلجوقی تاج‌الملک: رازهای معماری اصیل ایرانی. هنر، (۱): ۲۵-۶۷-۷۸.

Original Research Article

Recognizing the Factors Affecting the Ambiguity in the Dating of the Religious Monuments of the Seventh and Eighth Centuries A.H.

Mohammad Ali Sheikholhokamaei¹, Shervin Mirshahzadeh^{2*}, Seyed Gholamreza Islami³, Zahra Fanaei⁴

1- Department of Architecture, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

2- Department of Architecture, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Department of Architecture, Faculty of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran

4- Department of Art, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

Abstract

The most important element in knowing the identity of any building is its history. The history of a building means knowing the building in its historical context so that it can be fully understood in terms of its formation. It is, therefore, important to know the historical origins of any building and the period in which it was shaped and changed. A review of what is known about the historical origins of Iran's religious monuments, especially according to the records written in the 7th and 8th centuries A.H., shows that scholars who have been active in this field, despite their efforts, lack a deep knowledge of the geographical-natural context of Iran on the one hand and the socio-political-religious events on the other hand. The results of their studies are associated with errors. So, there is a lot of ambiguity about the factors involved in the dating of the 7th and 8th centuries A.H. buildings and the effects of the social, religious, and political developments of the Ilkhanid period on the physical changes in the religious buildings of this period. The present study seeks to identify the factors that have influenced the dating of the works of the seventh and eighth centuries A.H. by analyzing numerous instances. It also seeks to identify the relationship between physical changes and the political, social, and religious changes that took place during the Ilkhanid period. The analyses are conducted based on physical, documentary and historical studies. The results of the study show that most of the errors are induced by changes in the structures of this period, either in the spatial organization of buildings, the incorporation of decorations in later periods, or the use of various inscriptions in buildings. It can be said that the changes have mostly occurred with political-religious motives. The series of events that took place during the Ilkhanid era, from the beginning to the end, can be summarized in five waves. They include architectural dependency, the era of beginning and transformation, the period between transition and independence, the period of independence and production, and the period of isolation. The religious beliefs of the rulers also differed in each of these waves. From the Buddhist and Shamanic beliefs to the various forms of Islamic belief, each has an impact on the religious structure of this period. Finally, the factors influencing the ambiguity in the dating of the buildings in this period include a) the route of the Mongols' movement and the destruction of cities as the main factor affecting the construction and production technologies of this period and b) the socio-political and religious changes of rulers and their impacts on the construction of buildings constructed. These factors have jointly caused inconsistencies in the decoration, motifs and inscriptions of the building during this period.

Keywords: Dating, Religious buildings, The 7th and 8th centuries A.H., Ilkhanid architecture, Motifs and ornaments

*Email: She.Mirshahzadeh@iauctb.ac.ir

مقاله پژوهشی

نظام شکل‌دهنده در معماری مزارع تاریخی با نگاه به مزارع طراز آباد، گورت و نهچیر

حسین راعی^{*۱}

استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۰، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۴)

چکیده

مزارع مختلفی از حوزه فلات مرکزی ایران در سه قالب نگرش سنجی، سندپژوهی و مطالعات میدانی مورد مطالعه قرار گرفتند. آن‌ها دارای دوصورت؛ قلاع کشتخوانی و مجموعه‌های کشتخوانی و روایت‌هایی از چگونگی شکل‌گیری تا اضمحلال بوده‌اند. مزارع یادشده در دوره‌های متأخر به ویژه دوره قاجار و پیش از آن در فلات مرکزی ایران وجود داشتند و توسط مالکان و حاکمان مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفتند.

این تحقیق مزارع طراز آباد میبد، نهچیر مبارکه و گورت اصفهان را به دلیل دارا بودن ویژگی‌های مزارع اربابی برای بسط دامنه پژوهش انتخاب کرده است. پژوهش و غور در آن‌ها نشان می‌دهد که به‌سان یک پایگاه اجتماعی و بنگاه اقتصادی نیرومند در شئون مختلف جوامع محلی فعالیت داشتند. آن‌ها دارای قابلیت‌های کالبدی و کارکردی بودند و نظام‌های کالبدی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ویژه‌ای اساس آن‌ها را شکل داده بود. به این دلیل این نظام‌ها، با عنوان «شکل‌دهنده» معرفی شده‌اند. مسئله اصلی تحقیق، نبود آگاهی جوامع درباره ارزش‌ها و ظرفیت‌های ذاتی مزارع است. این آثار در برهه‌ای از زمان به دلایل محیطی، اقلیمی، انسانی و عوامل متعدد دیگر به کام ویرانی رفتند و به تدریج نام و نشان آن‌ها نیز در حال فراموشی است.

پرسش‌های تحقیق به نظام شکل‌دهنده و نقش آن‌ها در حیات مزارع تاریخی می‌پردازد و هدف از این پژوهش معرفی نظام‌های شکل‌دهنده در مزارع با واکاوی در گذشته و حال آن‌ها است. در پاسخ به هدف و سئوالات مطرح‌شده، از رهیافت تفسیری تاریخی برای خوانش اسناد مکتوب و پیمایش آثار مادی استفاده می‌شود. استفاده از اسناد شفاهی و مصاحبه با مزرعه‌نشینان کنونی و بازمانده‌های پیشین در کنار بررسی‌های علمی و فنی در حضور بناها، ابزارهای اصلی روش تحقیق را تشکیل می‌دهد.

این تحقیق قابلیت‌های کالبدی و کارکردی و نظام‌های زیرمجموعه آن‌ها را تشریح می‌کند و با دسترسی به مطالعات موردی در فلات مرکزی ایران به طور ملموس به آن می‌پردازد. معرفی نظام شکل‌دهنده با توجه به قابلیت‌ها و نظام‌های یادشده و ارائه چرخه ثبات، بخشی از نتایج است؛ که به آن‌ها اشاره می‌شود. نظام شکل‌دهنده به دلیل ایجاد پیوند بین قابلیت‌های کالبدی و کارکردی موجب خودکفایی مزارع در برهه‌ای از زمان می‌شد و با ایجاد ثبات در شئون مختلف جوامع محلی، ضامن حفظ حیات در مزارع مسکون تاریخی می‌گردید.

کلید واژه‌ها: نظام شکل‌دهنده، مزارع تاریخی، طراز آباد، گورت، نهچیر

*۱ - ایمیل نویسنده: hosein8805@iust.ac.ir

مقدمه

پژوهش‌های اخیر درباره مزارع مسکون تاریخی نشان می‌دهد که مزارع یادشده از هم‌کناری توده‌های کالبدی با کشتخوان و آب در پاسخ به نیازهای اقتصادی و امنیتی حاکمان، اربابان، رعایا و سایر ذینفعان به وجود آمده است (مرادی، کاخکی و راعی، ۱۳۹۵: ۱۰-۷). این مجتمع‌های زیستی در طول زمان به تکامل رسیده و با دو صورت اصلی، قلاع کشتخوانی و مجموعه‌های کشتخوانی دیده می‌شوند. مزارع مسکون به عنوان مجتمع زیستی کوچک با دو صورت مستقل و تابعه بخشی از یک «قریه یا دیه» محسوب می‌شدند و در زیرمجموعه قصبات و در نهایت رستاق قرار داشتند (قمی، ۱۳۸۵: ۱۸۱). سکونت و وجود جمعیت ثابت از شاخصه‌های مهم و یکی از وجوه تمایز مزارع مسکون با نوع غیرمسکون محسوب می‌شود.

در بسیاری از مزارع مطالعه شده حیات و سرزندگی جریان داشته است. رعایا و زارعین در کنار مالک به تولید اقتصادی می‌پرداختند و از مزایای زندگی گروهی در قلعه و همچنین حمایت، آموزش و تربیت در مقیاس آن دوران برخوردار بودند (توانگر مروستی، ۱۳۹۴: ۳۰۵-۲۹۸). قنات‌ها به‌طور مداوم لایروبی می‌شدند، آبادانی کشتخوان‌ها و املاک تضمین می‌شد، در صورت لزوم به تعداد مورد نیاز تفنگچی از طرف مالک مزرعه به حاکم داده می‌شد و مالیات آن نیز از سرجمع عایدات به دولت گسیل می‌گشت (کریستینسن، ۱۳۷۴: ۴۰). تأمین این کارکردها نیازمند وجود کالبدی پاسخگو بود. بنابراین همزمان قلعه‌هایی برای تأمین سرپناه و

امنیت رعایا و مالکان بنا شد و در کنار آن عناصری چون؛ حمام برای نظافت، طاحونه^۱ برای تولید آرد، مصنعه^۲ برای برخورداری از آب و مسجد و حسینیه برای پاسخگویی به نیازهای آئینی در طول زمان شکل گرفتند و در مقام پاسخگویی برآمدند (راعی، ۱۳۹۶: ۷۲). کالبدی برآمده از کارکرد و کارکردی آرمیده بر کالبد، به‌سان سایر گونه‌های معماری، مزرعه مسکون را اساس بخشیدند و استوار ساختند. بنابراین علاوه بر گستره‌ای از عناصر کالبدی، دامنه‌ای از عناصر کارکردی نیز در مزارع وجود داشتند و صورت و محتوی آن را شکل می‌دادند. به این دلیل از آن‌ها به عنوان «قابلیت‌های موجود در مزارع» یاد شده است (راعی، ۱۳۹۶: ۲۴۱).

مسئله اصلی تحقیق، نبود آگاهی درباره ارزش‌ها و ظرفیت‌های ذاتی مزارع در جوامع است. دلیل آن نابودی مزارع تاریخی، مستتر ماندن نظام‌های شکل دهنده مزارع در بقایای آن‌ها و قطع شدن منظومه دانشی مزارع تاریخی از دوره پهلوی دوم است. به این دلیل مزارع گورت اصفهان، نهچیر مبارکه و طرازآباد یزد با رویکرد تفسیرگرایی و راهبرد تفسیری تاریخی به صورت میدانی و سندپژوهی مورد تدقیق قرار گرفته‌اند و اساس شکل‌گیری آن‌ها واکاوی شد.

هدف از این پژوهش معرفی نظام‌های شکل‌دهنده مزارع با واکاوی در گذشته و حال آن‌ها است. مزارع مسکون می‌توانند دارای ارزش‌هایی باشند که در آن‌ها مستتر است. این ارزش‌ها در قالب کالبد و محتوا وجود دارند و خود را به‌صورت قابلیت‌ها و نظم‌هایی نمایان می‌کنند که در ذات

به طور مبسوط به آن‌ها پرداخته می‌شود. در این نوشته‌ها به مزارع تاریخی به عنوان یک گونه مستقل و مغفول در معماری ایران توجه شده است.

اما پژوهش بر روی مزارع طرازآباد، نهچیر و گورت دامنه وسیعی ندارد. نتایج بررسی‌ها درباره مزرعه طرازآباد به کلیاتی از مطالعات میدانی جهت شناسایی اثر محدوده می‌شود (پایگاه میراث فرهنگی میبد، ۱۳۹۴) و مزرعه گورت اصفهان نیز در مقاله‌ای از فصلنامه اثر به عنوان باغ بانو عظمی معرفی می‌گردد و از آن به عنوان بخشی از مزرعه گورت یاد می‌شود (جیحانی و عمرانی، ۱۳۹۳، ۴۸). و یا محمد مهریار از آن به عنوان قصری یاد می‌کند که رو به نابودی است (مهریار، ۱۳۸۲: ۳۶۴) و افضل‌الملک نیز از محصولات کشاورزی و باغی آن یاد می‌کند (افضل‌الملک، ۱۳۸۰: ۸۱). اما مزرعه نهچیر در سال ۱۳۷۵ در روزنامه اطلاعات در سال ۱۳۸۰ توسط محمدرضا شفیعی در مقاله‌ای به نام «قلعه نهچیر؛ میراثی از اوایل قاجار» معرفی می‌شود و سپس مورد مرمت قرار می‌گیرد.

۲- روش شناسی تحقیق

این تحقیق کاربردی است، داده‌ها اغلب کیفی بوده و شامل اطلاعاتی از آثار مادی و اسناد مکتوب با ماهیت تاریخی و قدیمی می‌شود. برای پاسخگویی به سؤالات مطرح شده از پارادایم «تفسیری تاریخی» استفاده شده است. این تحقیق سعی می‌کند با پرداختن به گوشه‌هایی از شیوه‌های زیستی در مزارع یادشده به نظام شکل‌گیری آن‌ها

مزارع در طول زمان به وجود آمده، قوام یافته و معرفی شده‌اند. مزارع مسکون بدون آن‌ها ناپایدار خواهند بود.

۱- پیشینه تحقیق

اغلب منابع و تولیدات علمی درباره مزارع تاریخی محصول پژوهش‌های دوره پهلوی دوم تاکنون هستند. پیش از آن منابعی دال بر حضور پژوهشگران داخلی و خارجی در عرصه پژوهشی مزارع مسکون تاریخی دیده نشده است. از دوره پهلوی دوم تا دهه ۸۰ شمسی در آثار پژوهشگرانی چون کلانترضرابی، (۱۳۳۵)؛ مرتضوی تبریزی، (۱۳۸۳)؛ بشریه، (۱۳۹۳)؛ اعظم واقفی، (۱۳۷۹)؛ دهقان‌نژاد و ستوده، (۱۳۸۹)؛ کابلی، (۱۳۵۲)؛ انصاف‌پور، (۱۳۵۵)؛ یغمایی، (۱۳۶۹)؛ طالب و عنبری، (۱۳۸۷)؛ توانگر مروستی، (۱۳۹۴) و بسیاری دیگر به صورت علمی و غیرمستقیم به نام مزارع، وضعیت اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی زراعت در شهرها و روستاها اشاره می‌شود اما به معماری و سازماندهی آن‌ها پرداخته نمی‌شود. علاوه بر آن در این منابع ماهیت و چستی مزارع و تشریح آن به عنوان یک الگوی معماری پایدار و منطبق با محیط زیست در هاله‌ای از ابهام قرار دارد. این آثار در سال ۱۳۸۴ شمسی با پیمایش میدانی در نیاسر معرفی می‌شوند و با انتشار مقالاتی چون؛ (مرادی، کاخکی و راعی، ۱۳۹۵)؛ بهشتی و راعی، (۱۳۹۵ و راعی، ۱۳۹۵) در خصوص کیفیات شکل‌گیری و ساختاری آن‌ها غور می‌شود و سپس در کتاب نیاسرنامه، ۱۳۹۶ طی یک فصل جداگانه

مزارع از روستاها و دیگر مجتمع‌های زیستی و کشاورزی، جدا دیده می‌شوند. دوره سلجوقی، مغول و ایلخانی را می‌توان آغازی برای حفاظت و تقویت مزارع و انتقال آن به دوره‌های بعدی دانست. در برخی از اسناد حقوقی و دیوانی تاریخی مانند؛ وقف‌نامه‌ها، وصیت‌نامه، مبیعه‌نامه‌ها^۲ و امثال آن اطلاعات درخوری درباره موجودیت و استقلال مزارع مسکون در این دوره‌های تاریخی وجود دارد (اعظم واقفی، ۱۳۷۹: ۳۹۴).

در دوره صفوی، وقف با نگهداشت و حفاظت از مزارع مسکون عجین شده بود و برنامه‌ای برای مدیریت موقوفات مرتبط با مزارع مسکون ارائه کرد (لمبتون، ۱۳۴۵: ۲۵۰). نشانه‌های آن در منابعی چون؛ حسینی یزدی ۱۳۳۰؛ افشار، ۱۳۷۴، ج ۲ و شیخ‌الحکمایی، ۱۳۸۸ که اغلب به بررسی اسنادی از دوره‌های ایلخانی، صفوی و قاجار پرداخته‌اند، وجود دارد. در این اسناد اشارات متعددی به جایگاه مزارع مسکون، ماهیت، نظام مدیریت و مالکیت آن‌ها شده‌است. علاوه بر آن بسیاری از بیگانگان در قالب سفیر، سیاستمدار و اقتصاددان، جامعه‌شناس، شرق‌شناس و امثال آن حداقل از دوره ایلخانی و صفوی به ایران سفر کردند و غالباً به تشریح آنچه دیده‌اند، پرداخته‌اند مانند؛ دوران، (۱۳۴۶)؛ رنه دالمانی، (۱۳۳۵)؛ کلاویخو، (۱۳۷۴)؛ فوران، (۱۳۷۸) و لمبتون، (۱۳۴۵).

در دوره قاجار چندین عامل در ویرانی مزارع تأثیرگذار بود؛ ضعف اقتصادی شاه، دربار و دیوان

در برهه‌ای از زمان پی‌برد و در این مسیر از منابع ذیل استفاده می‌کند:

۱. آثار مادی شامل؛ مزارعی که مورد مطالعه تطبیقی قرار گرفته‌اند.
 ۲. آثار مکتوب؛ کتب تاریخی، جغرافیای تاریخی و اسناد حقوقی از قبیل؛ وقف‌نامه‌ها
 ۳. اسناد شنیداری
- بررسی اسناد یاد شده از طریق سه قالب ذیل انجام می‌شود:

۱. مطالعات میدانی شامل؛ عکاسی، برداشت و ..
۲. سندپژوهی و بررسی اسناد مکتوب تاریخی و جغرافیای تاریخی
۳. نگرش‌سنجی، مصاحبه و بررسی اسناد شنیداری

۳- نگاه به مزارع براساس اسناد و متون تاریخی

مزارع در دوره‌های مختلف تاریخی؛ پیش از اسلام تا دوره پهلوی اول حضور مؤثری در حوزه‌ها و شئون اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و حتی سیاسی ایران داشته‌اند. در پیش از دوره اسلامی در قالب دسکره‌های شاهی هخامنشی (پیگولوسکایا، ۱۳۶۷: ۲۹۰ و دهگان، ۱۳۸۹: ۲۰۰) و در اوایل دوره اسلامی به عنوان کوشک‌های خارج از شهر و همچنین مزارع مستقل وجود داشتند (قمی، ۱۳۸۵: ۲۰۳). از قرون اولیه اسلامی تا قرن چهارم ه.ق ساختاری نزدیک به یک مزرعه مسکون با ویژگی‌های کالبدی، اقتصادی و با نظام اجتماعی ویژه در جامعه معرفی می‌شود. پس از این دوره،

۳-۱- معرفی مزارع تاریخی طرازآباد، گورت و نهچیر

همانطوری که بیان شد اغلب مزارع تاریخی که بقایای آن‌ها قابلیت مطالعه میدانی داشته و یا بازماندگان آن مزارع هنوز در قید حیات هستند مربوط به دوره قاجار و پس از آن است. در برخی از آن‌ها حیات و سرزندگی جریان دارد. سرزندگی به معنای وجود جمعیت و جان‌دار ثابت و انجام فعالیت مشخص برای تولید ثروت و ارزش افزوده است. این تحقیق برای دسترسی به یافته‌هایی که بتواند پاسخگوی سؤالات اشاره شده باشد با نگاه موردی به سرگذشت مزارع طرازآباد میبد، نهچیر و گورت در فلات مرکزی ایران پرداخته است.

الف؛ مزرعه طرازآباد میبد

مزرعه طرازآباد میبد مربوط به دوره قاجار است و علاوه بر کشتخوان و قنات، دارای عمارت اربابی، قلعه رعیتی، آسیاب و احتمالاً آب انبار است (مرادی، کاخکی و راعی، ۱۳۹۵: ۱۴). این مزرعه از زمان شکل‌گیری تا پیش از دوره اصلاحات ارضی و انقلاب اسلامی، دارای مالکیت شخصی و اربابی بود، کلیه امور از تولید محصولات کشاورزی، فروش آن‌ها، تأمین نیروی انسانی، حفاظت و نگهداری از قنات و کشتخوان‌ها توسط ارباب مزرعه مدیریت می‌شد. اما اصلاحات ارضی دهه ۴۰ ه.ش رویه و نوع مالکیت را تغییر داد. مالک این مزرعه پس از آن و در جریان آغاز انقلاب اسلامی ایران، مزرعه را به رعایا واگذار کرد و به خارج از کشور مهاجرت کرد (تصویر ۱).

در کنار وجود ناامنی، شرارت، تغییرات اقلیمی و خشکسالی نمونه‌ای از آن بودند. اغلب مزارع مسکون دیده شده و باقیمانده از دوره‌های پیشین در قالب قلعه‌ها و مجموعه‌های کشتخوانی مربوط به این دوره است. در این دوره نخبگان سیاسی و فرهنگی داخلی مانند؛ فرمانفرما، (۱۳۸۳)؛ غلامحسین افضل‌الملک، (۱۳۶۰)؛ امین‌لشکر، (۱۳۸۴)؛ اعتمادالسلطنه، (۱۳۶۳، ۱۳۶۸)؛ حکمت‌یغمایی، (۱۳۶۹)؛ ظهیرالدوله، (۱۳۵۱)؛ ظل‌السلطان، (۱۳۶۸)؛ ناصرالدین‌شاه، (۱۳۵۴) و نجم‌الملک، (۱۳۸۵) اغلب در قالب سفرنامه‌ها یا روزنامه خاطرات مطالبی را منتشر می‌کردند. در این اسناد، اطلاعات پراکنده‌ای درباره مزارع تاریخی وجود دارد که غالباً محدود به نام و نشان مزارع است.

در دوره پهلوی اول و دوم مواردی چون؛ الغای تیولداری، حذف مالکان بزرگ، اجرای اصلاحات ارضی و تغییر نظام اقتصادی کشور به شبه‌صنعتی موجب شد که حذف مزارع از نظام اقتصادی و معیشتی کشور با سرعت بیشتری ادامه یابد. البته به دلایل بالا می‌توان عوامل محیطی و بحران‌های طبیعی را نیز اضافه کرد (توانگر مروستی، ۱۳۹۴: ۲۹۴). پس از تغییرات یادشده اغلب مالکان مزارع تابعه و مستقل به خارج از کشور و شهرهای بزرگ عزیمت کردند. بسیاری از مزارع مسکون تاریخی نابود شدند و شکل، کارکرد و ماهیت خود را از دست دادند.

فرعی، دسترسی کنونی را به طرز نامطلوبی تسهیل می‌کنند. قلعه رعیتی ویران شده است و کوشک و خانه‌های اربابی دیگر نیز در حال نابودی است و کشتخوان‌های مرتبط با مزرعه رها شده‌اند. به نظر می‌رسد آب‌انبار مجموعه نیز در زیر آوار مدفون شده است. این درحالی است که زمین‌های زراعی و باغات اطراف به دلیل اینکه دارای مالک هستند، سرسبز بوده و کارکرد دارند (تصاویر ۱ و ۲).

با ناتوانی رعایا به ساماندهی امورات مزرعه و خشکیدن قنات‌ها، مزرعه رو به ویرانی رفته، ساختار معماری آن متلاشی شده و در نهایت تبدیل به آغل احشام شد (مصاحبه با آقای کارگر، مالک کنونی مزرعه طرازآباد یزد، ۱۳۹۴). تصاویر هوایی در سال ۱۳۹۴ ه.ش از محل قرارگیری مزرعه طرازآباد و کشتخوان‌های اطراف نیز مؤید گسستگی کالبدی است. جاده و راه‌های خاکی



تصویر ۱- مصاحبه با آقای کارگر؛ مالک کنونی مزرعه طرازآباد یزد ۱۳۹۴.



تصویر ۲- مزرعه مسکون طرازآباد میبد (ماخذ: google earth. 2015).

گسیل می‌شدند (منشی، ۲۵۳۶: ۷۴). به این ترتیب احداث مزرعه‌های سرحدی به دلیل ایجاد امنیت و آبادانی برای حاکمان و متولیان دارای اهمیت بوده است.

موضوع احداث «مزرعه نهچیر» که دامنه نیازهایش از تولید اقتصادی تا امنیت ساکنان را دربرمی‌گرفت اندکی متفاوت بوده است. این مزرعه در اواسط سلطنت فتحعلی‌شاه قاجار توسط فردی به نام آقا محمدعلی‌خان از تبریز برای ایجاد کارگاه روغن‌کشی شکل گرفت. او در ابتدا چندین رشته قنات احداث کرد و سپس کشتخوان‌های اطراف را خریداری نمود و ساخت قلاع اربابی و رعیتی را در دستور کار قرارداد (روزنامه اطلاعات، ۱۳۷۵: ۷). تکمیل ساختار مزرعه به ویژه اصطبل حیوانات، آخورها، انبار غلات، حمام و آسیاب هفت سال طول کشید و به تدریج مزرعه از نظر کالبدی جان گرفت. رعایای قلعه به طور عمده زارعینی بودند که محمدعلی‌خان و فرزندان او آن‌ها را از نواحی و آبادی‌های مختلف به این محل آورده بودند (شفیعی، ۱۳۸۰: ۵۹-۵۳).

قلعه‌های مزرعه نهچیر نه تنها محل زندگی و خانه امن رعایا بود بلکه اهالی نقاط دیگر نیز در مواقع ناامنی به آن پناه می‌بردند. در دوره پهلوی و در جریان اصلاحات ارضی و همچنین مهاجرت فرزندان مالک، مزرعه نهچیر به رعایا فروخته شده و به دلیل ناتوانی آن‌ها در رسیدگی به آن نابود شد و هم‌اکنون ویرانه‌ای از آن باقی است (تصویر ۳). مردم و اهالی مناطق اطراف در کنار بقایای مزرعه شروع به ساخت و ساز کردند و هم‌اکنون روستایی

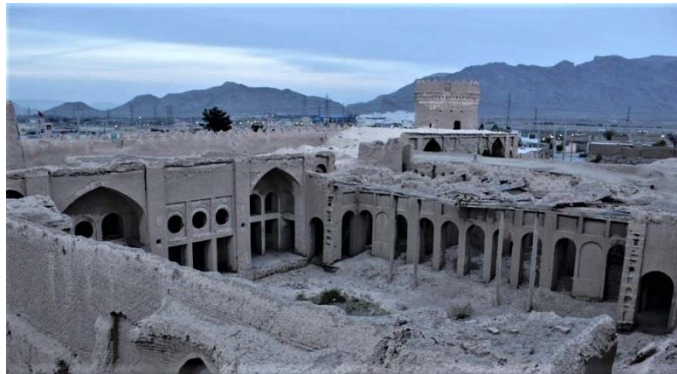
توصیف سرگذشت مزرعه مسکون طرازآباد نشان می‌دهد در هر برهه‌ای از زمان که وضعیت اقتصادی و تولیدات کشاورزی مزرعه مناسب بود لاجرم قلعه‌های رعیتی مرمت می‌شد و خانه‌های اربابی مورد حفاظت قرار می‌گرفت. آب انبار آب آشامیدنی مزرعه‌نشینان را تأمین می‌کرد و کلیت مزرعه با عناصر کالبدی موجود در آن براساس کارکردشان مورد نگهداری قرار می‌گرفتند و در زمانی که کارکرد به دلایل مختلف مانند مهاجرت مالکان، عدم توانمندی مالکان جدید در مدیریت مزرعه و عوامل زیست محیطی و اقلیمی تضعیف شده و به نابودی میل کرد، کالبد نیز مستهلک شده و مزرعه مسکون اساس خود را از دست داده است.

ب)؛ مزرعه نهچیر مبارکه

نیازها در مزارع، گاه از جنس اقتصادی بودند و گاه از منظر اجتماعی، فرهنگی و یا حتی امنیتی بر کالبد وارد می‌شدند. مانند؛ مزارع مسکونی که در قالب قلعه‌جات برای جلوگیری از یورش همسایگان در سرحدات در دوره اسلامی به ویژه دوره ناصری ساخته می‌شد. این نوع مزارع به طور معمول وظیفه آبادانی و ایجاد امنیت در مناطق و بلوک‌ها را برعهده داشتند و اغلب در جریان بلوک‌گردشی^۴ صاحب منصبان و عمال حکومتی و بنا بر دستور آن‌ها ساخته می‌شدند. ساخت آن‌ها فرمایشی بود و به طور احتمال در همان نقطه و به صورت درجا طراحی می‌شدند. در ابتدا چندین ساخلو^۵ در مزارع تازه تأسیس ساخته می‌شد و پس از مدتی تعدادی رعیت و زارع توسط حاکم بلوک برای آبادانی و آغاز تولید کشاورزی به محل

واکنش بین کارکرد و کالبد بود. زمانیکه مالک کارکرد را متوقف کرد، کالبد نیز تحت تأثیر قرار گرفت و نابود شد؛ اما دیگر مزرعه‌ای شکل نگرفت.

با جمعیت ۵۷۰ نفر در آن نقطه وجود دارد (همان، ۵۳-۵۹). بنابراین این مزرعه براساس یک نیاز اقتصادی شکل گرفت و سپس سعی کرد به نیازهای امنیتی و اجتماعی در مقیاس خود پاسخگو باشد. سرنوشت مزرعه نهچیر هم تابع کنش و



تصویر ۳- مزرعه نهچیر مبارکه درحین مرمت

حصار کوشک و حصار درونی قرار گرفته است. بدیهی است سکونت اربابی و سپس تولید اقتصادی برای احداث این مزرعه در اولویت بودند و چنین کالبدی از یک مزرعه را به نمایش گذاشتند. همانطوری که در تصاویر ۴ و ۵ مشخص است کلیت کوشک با حصاری مستطیل شکل و طراحی شده از محیط اطراف جدا شده و دسترسی به کشتخوان‌های اطراف را با عنصر ورودی

ج؛ مزرعه گورت اصفهان

در جایی دیگر «مزرعه گورت اصفهان» در قامت یک مزرعه اعیانی و اربابی برای برآورده کردن نیازهای اجتماعی طبقه‌ای از صاحب‌منصبان قاجاری دیده می‌شود. این مزرعه دارای کوشک سه‌طبقه، مجموعه ورودی، اصطبل، فضاهای خدماتی، حصار، مجموعه رعیتی، کشتخوان و قنات است و بخش بزرگی از آن در خارج از

واگذار و به تدریج رو به ویرانی نهاد. در مطالعات اندکی که راجع به این مزرعه شده است اغلب به محدوده حصار اندرونی اشاره شده و از آن به نام «باغ بانو عظمی» یاد شده است (جیحانی و عمرانی، ۱۳۹۳: ۴۸). در صورتی که این بخش به عنوان کوشک حصار داخلی مزرعه گورت مطرح بوده و بخش اعظم مزرعه در خارج از حصار تحت عنوان مجموعه رعیتی قابل رؤیت است. این محدوده هم-اکنون به نام مزرعه گورت توسط اهالی شناخته می‌شود و تعیین دقیق محدوده آن نیازمند مطالعات وسیع‌تری است.

ایجاد کرده است. کوشک اربابی به عنوان بخشی از مزرعه گورت تقریباً در وسط مجموعه حاضر ساخته شده و در محور اصلی قرار دارد. در منتهی‌الیه شمال شرقی حصار و چسبیده به آن، مجموعه ورودی (فضای خدمات، نگهبانی و اصطبل) قرار گرفته و فضاهای مسکونی رعیتی و کبوترخانه‌ها در خارج از حصار اندرونی جای گرفته‌اند. این مزرعه توسط بانو عظمی دختر ناصرالدین شاه ساخته شده و تا پیش از دوره اصلاحات ارضی، سالم بوده و مدیریت می‌شد اما در جریان انقلاب اسلامی و پس از آن به رعیت‌ها



تصویر ۴- مزرعه مسکون گورت اصفهان، گونه مجموعه‌های کشتخوانی. شامل؛ حصار، کوشک، ورودی، اصطبل، خانه‌های رعیتی، کبوترخانه، زمین کشاورزی و قنوات. (ماخذ: google earth.2014).



تصویر ۵- مزرعه مسکون گورت اصفهان

۲-۳- نظام شکل دهنده در مزارع تاریخی طراز آباد، گورت و نهچیر

موارد یادشده از مزرعه طراز آباد تا نهچیر و گورت نشان می‌دهد که این تحقیق با یک نظام مشخصی در استقرار مزارع موردنظر مواجه است. داستان زندگی این مزارع از نضج تا اضمحلال، گفتگوی میان کالبد و کارکرد را روایت می‌کند. این سه مزرعه براساس معیارهای شش‌گانه شناسایی مزارع اربابی (راعی، ۱۳۹۶: ۲۳۵) دارای شاکله معماری هستند. عناصر معماری وابسته به مزارع مانند؛ برج و بارو، قلعه، آسیاب و امثالهم در آنها حضور دارد. الگوی معماری آنها با توجه به مطالعات

تطبیقی انجام‌شده در دسته «مجموعه‌های کشتخوانی» قرار می‌گیرد (مرادی، کاخکی و راعی، ۱۳۹۵: ۱۱). آنها دارای مالکیت اربابی بوده‌اند و به دوره تاریخی قاجار و پهلوی تعلق دارند. هر سه مزرعه دارای سرزندگی نسبی هستند و هنوز زندگی کم‌رmqی در آنها جریان دارد (جدول ۱). این ویژگی‌ها با جزئیاتی که بیان خواهد شد می‌تواند تحت عنوان «نظام‌های شکل‌دهنده مزارع یادشده» مطرح شود و به دو دسته کالبدی و کارکردی تقسیم گردد.

جدول ۱- معیارها و عناصر مشترک در مزارع مورد مطالعه

ردیف	مزرعه مسکون	استقرار (حضور عناصر کالبدی)						مالکیت اربابی	سر زندگی نسبی (وجود جمعیت ثابت یا شناور)	تعلق تاریخی (دوره قاجار و پیش از آن)	سندیت تاریخی (حضور در اسناد مکتوب)	وضعیت پایدار کالبدی (سالم یا نیمه سالم)
		آسیاب	حمام	خانه و قلاع اربابی و رعیتی	آب/قنات/چشمه/سلخ/کپورتخانه	آب‌انبار	زمین/باغ/درختان کهن سال					
۱	طرازآباد	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۲	گورت	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
۳	نهچیر	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

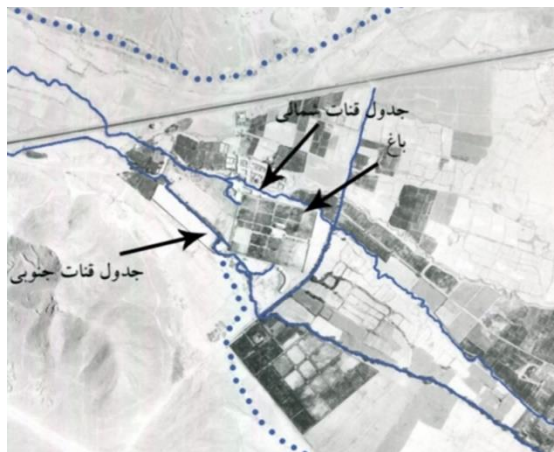
۳-۲-۱- نظام کالبدی

نظام کالبدی براساس چهارچوبی منبعث از کارکرد در ایجاد شاکله فیزیکی مزارع تأثیر مستقیم داشت. به طور معمول پس از دستور صاحب‌منصبان و ذی‌مدخلان مبنی بر شکل‌گیری یک مزرعه، سه چالش ذیل می‌بایست برای ایجاد نظم کالبدی مورد تدقیق قرار می‌گرفت؛ چگونه مزارع مکانیابی شوند؟ چگونه طراحی و ساخته شوند؟ چگونه حفاظت، پایش و نگهداری شوند؟

الف) چگونه مزارع مکانیابی می‌شدند؟

مطالعه بر روی مزارع یادشده و همچنین مطالعه تطبیقی در سایر مزارع در فلات مرکزی ایران نشان می‌دهد که مکانیابی و تعیین موقعیت مزارع تابع متغیرهایی چون آب، امنیت و دسترسی بوده است (راعی، ۱۳۹۶: ۲۳۴). منابع آبی به طور معمول شامل؛ قنات، چاه، چشمه و رودخانه بود و اساساً مزارع در کنار منابع آبی و یا در مظهر آن‌ها به تدریج شکل می‌گرفت تا نزدیک‌تر به آب پاکیزه باشند، آب آشامیدنی از قنات و چشمه تأمین می‌شد و از چاه‌های دستی و خانگی برای

شستشوی ظروف و البسه استفاده می‌کردند (توانگرمروستی، ۱۳۹۴: ۲۶۹). عناصری چون؛ مظهر قنات، بند، سلخ یا استخر، نهرها، جداول، حوض، آسیاب، آب‌انبار و کرت‌بندی نیز بخشی از عناصر وابسته به آب در معماری مزارع بودند. مزارع نهچیر، طرازآباد و گورت نیز از قنات برای بهره‌برداری از آب استفاده می‌کردند (تصویر ۶ و ۷). استفاده از آب در این مزارع تابع نسق شرعی و عرفی بود و براساس عواملی چون؛ میزان آبدهی قنات و چشمه، وسعت مزارع، کیفیت آب (شوری و شیرینی)، نوع خاک (رسی و شنی) و نوع محصول متفاوت بود (حائری، ۱۳۸۶: ۱۰۵) هر شبانه‌روز یک طاق نامیده می‌شد و آبدهی بوسیله طشت (ظرف بزرگ مسی) و کیله (جام مسی) براساس نظم خاصی انجام می‌گردید. این نظام از همراهی افرادی چون؛ سرکاردار (رئیس)، کارشناس، میراب، دشتبان، فرده و بنابدار (مالکین آب) و مقنی بهره می‌برد (یغمایی، ۱۳۶۹: ۲۹۶).



تصویر ۷- مسیر آب و قنات در مزرعه گورت، ۱۳۴۷.
(ماخذ: سازمان نقشه برداری کشور).



تصویر ۶- مید، مزرعه طراز آباد متأثر از قنات‌ها، آب و امنیت
در دهه ۴۰ شمسی (ماخذ: پایگاه میراث فرهنگی مید، ۱۳۹۴).

تعداد زیادی از مزارع با متعلقاتشان شکل می‌گرفت و سپس راه و دسترسی جهت تسهیل روابط به میدان می‌آمد تا علاوه بر دسترسی به آب، تابع نظام منظومه‌ای یا پیوستگی کارکردی باشند. مقدار راه و فواصل اشاره شده در نوشته‌های ضرابی ۱۳۳۵؛ افضل الملک ۱۳۶۰ و فرمانفرما، ۱۳۶۳ و دیگران نشان می‌دهد که مزارع مسکون

راه و دسترسی نیز در دو نظام؛ منظومه‌ای (گله‌ای) و درونی در مزارع دیده می‌شد. پراکنش مزارع در یک حوزه اقلیمی مهم‌ترین موضوع در نظام منظومه‌ای بود. براساس اسناد تاریخی و مطالعات میدانی، راه و فاصله بین مزارع به طور تقریبی به ۱ تا ۳ فرسخ می‌رسید (راعی، ۱۳۹۶: ۲۳۴). در یک پهنه جغرافیایی به دلیل دارا بودن منابع آبی متعدد،

کاخکی و راعی، ۱۳۹۵: ۲). مزارعی مانند طرازآباد و نهچیر در مقیاس درونی نیز دارای راه و مسیرهای دسترسی برای ارتباط بین عناصر واقع در مزارع مانند؛ قلاع اربابی و رعیتی، مساجد، طاحونه، مصنعه، مسکن هستند.

با یکدیگر تبادل و تعامل داشتند. در محور یزد به میبد مزارع فراوانی وجود دارند که طرازآباد، شمس‌آباد، مزرعه کلانتر و ده شیخ بخشی از این محور را شکل می‌دهد (تصویر ۸). آن‌ها با یکدیگر تبادلات اقتصادی و اجتماعی داشتند (مرادی،



تصویر ۸ - میبد، نظام منظومه‌ای و پراکنده‌گی مزارع در همکناری با مزرعه طرازآباد (ماخذ: google earth.2015).

۱)؛ مزارع از پیش طراحی شده شامل؛ مزارع وقفی، اربابی و دیوانی شاخص که غالباً به دلیل اهمیت اقتصادی، تفرج‌گاهی و نوع زندگی که در آن جریان داشت، پیش از ساخته شدن طراحی می‌شدند مانند؛ مزرعه صدری قم (تصویر ۹).

۲)؛ مزارع دارای طرح عرفی شامل؛ مزارع رعیتی و دیوانی غیر شاخص. گاه صاحب منصبان در جریان بلوک گردشی خواستار ساخت یک مزرعه با

ب)؛ چگونه مزارع یادشده طراحی و ساخته می‌شدند؟

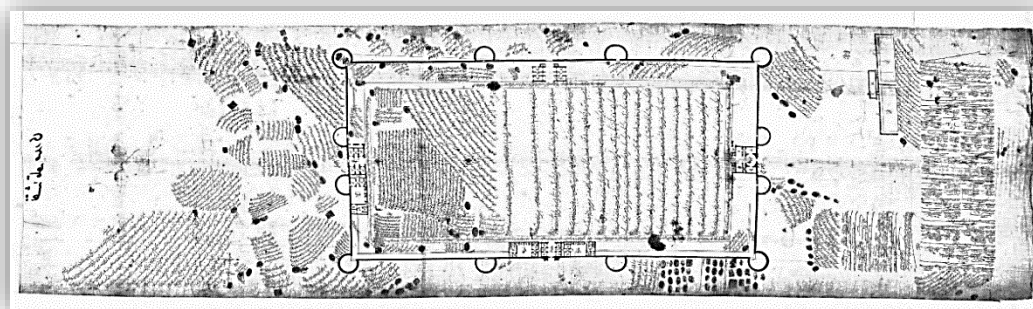
ساخت مزارع تابع معادلات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی بود. چرایی بنیاد مزارع و نوع مالکیت در چگونگی شکل‌گیری آن‌ها اهمیت داشت (بهشتی و راعی، ۱۳۹۵: ۳). مزارع مسکون از این لحاظ با سه دسته مشخص در اسناد تاریخی دیده می‌شوند:

قلعه‌جات برای آبادانی و حفاظت از منطقه می‌شدند و غالباً به صورت عرفی و براساس سنت‌های گذشته در همان مکان طرح‌ریزی انجام و ساخت آغاز می‌شد. موارد یادشده در توصیفات افضل‌الملک در حین بازدید از مزارع قم در دوره قاجار به تفصیل آمده است (افضل‌الملک، ۱۳۵۵: ۸۱).

۳؛ مزارع با ساخت فی‌البداهه شامل؛ مزارع رعیتی نازل. براساس گزارشات نجم‌الملک متصدی امور آب و سد دوره ناصری و همچنین کسانی چون اعتمادالسلطنه مسئول انطباعات ناصرالدین شاه، این نوع مزارع توسط زارعین و بومیان در مقیاس پلاس^۶ و سرپناه به وجود می‌آمد (نجم‌الملک، ۱۳۴۱: ۱۵۱).

مزارع گورت، طرازآباد و نهچیر در دسته‌بندی شماره ۱ قرار می‌گیرند. این مزارع در طول سالیان

متمادی انشاء می‌شدند و عناصر مزرعه براساس نیاز و فزونی جمعیت بیشتر و گسترده‌تر می‌گشت. مزرعه گورت و کوشک آن پس از واگذاری به بانو عظمی در دوره قاجار تا پیش از انقلاب اسلامی در حال ساخت و توسعه بود و توسط افراد مختلف ساخته شد. ساخت و تکمیل آن نیز نیز ۷ سال زمان برد (شفیعی، ۱۳۸۰: ۵۹-۵۳). اما وجود کوشک اربابی، حیاط‌ها و قلعه‌های متعدد در مزرعه طرازآباد نشان می‌دهد که این مزرعه در مدت زمان طولانی و به تدریج و براساس نقشه‌ای از پیش تعیین شده ساخته شده است. در هیچ‌یک از مزارع یادشده نقشه‌ای یافت نشده است اما در اسناد مکتوب و شفاهی مطالبی راجع به شکل‌گیری آن‌ها نقل شده است. (مصاحبه با آقای کارگر، مالک کنونی مزرعه طرازآباد یزد، ۱۳۹۴).



تصویر ۹- نقشه تاریخی مزرعه صدری قم (ماخذ: مجموعه مزرعه صدری، ۱۳۹۸).

ج)؛ چگونه مزارع یادشده حفاظت، پایش و نگهداری می‌شدند؟

حفاظت و نگهداری مزارع چهارچوب ویژه‌ای داشت و براساس آن مدیریت می‌شد. در این باره مطالبی در منابع مختلف آمده است. به عنوان مثال؛

مزارع شخصی و اربابی توسط مالک و ارباب مزرعه مورد مرمت قرار می‌گرفت. از لایروبی قنات‌ها تا مرمت عناصر وابسته و مکمل زیر نظر مالک پایش می‌شد و هزینه‌های آن توسط او پرداخت می‌شد (توانگروستی، ۱۳۹۴: ۲۶۷). این نوع مزارع براساس نسق ویژه‌ای توسط زارعین و مباشران اداره می‌شدند. مزارع گورت، نهچیر و طرازآباد به دلیل دارا بودن مالکیت اربابی در این دسته جای می‌گیرند. بررسی موضوع نشان داده است که پایش و نگهداری در زمان حیات اربابان مزارع اشاره شده به درستی انجام می‌شد و پس از فوت اربابان، مهاجرت آن‌ها و واگذاری به رعیت‌ها پس از اصلاحات ارضی، نظام پایش و نگهداری دچار چالش شده و گاه از بین رفته است. به عنوان مثال شفیعی، ۱۳۸۰ درباره افول مزرعه نهچیر چنین آورده است:

«نوادگان و نبیرگان مجبور شدند از وطن و مولد اصلی به سمت کار و تحصیلات دبیرستانی و دانشگاهی رو آورند و طبعاً آن طور که باید و شاید نتوانستند به این ساختمان برسند و سستی در مرمت و تزیین این آثار به وجود آمده و چون خانه بی‌صاحب شد، برخی به تخریب و حتی سرقت اشیای آن پرداختند و قسمتی دیگر از بنا نیز به علت عوامل طبیعی مانند باد و باران و امثال آن تخریب شد» (شفیعی، ۱۳۸۰: ۵۹-۵۳)

اما مزارع دیوانی و خالصه (شاهی) به دلیل وابستگی به دیوان و شاه، کمتر از مزارع دیگر رسیدگی می‌شد و همانطوری که حسن بن قمی نقل کرده است «از مساحی و پرداخت خراج نیز معاف

حکمت یغمایی در کتاب «بر ساحل کویر نمک» شیوه کار و زندگی در مزارع اربابی و رعیتی در خور و بیابانک را تشریح می‌کند (حکمت یغمایی، ۱۳۶۹: ۱۰۰) و فوران و پولاک نیز در طی حضورشان در ایران به نظام مالکیت مزارع و روستاها می‌پردازند و آن‌را را به چهار دسته؛ شخصی، وقفی، دیوانی و خالصه تقسیم می‌کنند (فوران، ۱۳۷۸: ۵۷ و پولاک، ۱۳۶۱: ۳۵۱). براین اساس هر مزرعه دارای یک نوع مالکیت و نظام بهره‌برداری بود و براساس سه‌گانه ذیل نگهداری و حفاظت می‌شد:

۱)؛ نگهداری و پایش مزارع وقفی

۲)؛ نگهداری و پایش مزارع اربابی

۳)؛ نگهداری و پایش مزارع دیوانی و خالصه

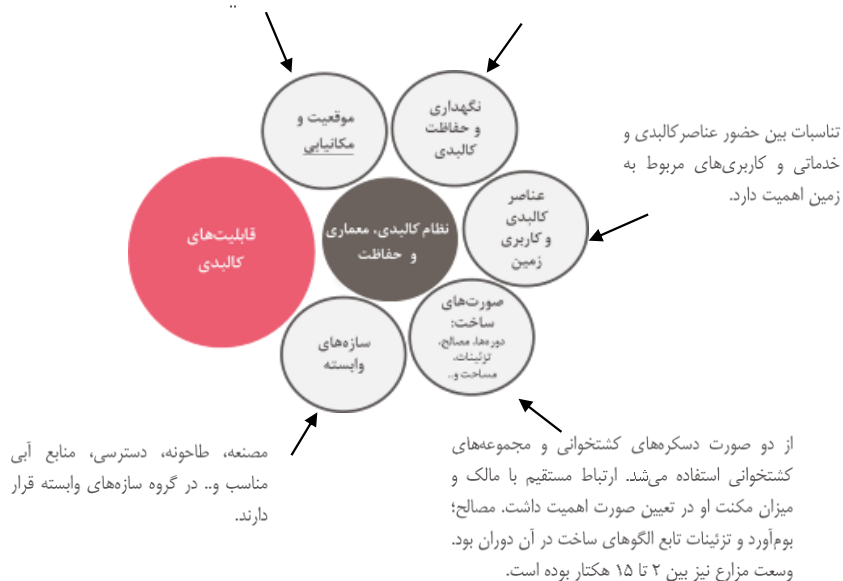
مزارع وقفی تابع نظام وقف بودند و می‌بایست توسط متولی و ناظر به طور دائم و برحسب میزان درآمد مورد پایش قرار می‌گرفتند البته نه تنها خود مرمت می‌شدند بلکه موجبات حفاظت از موقوفه‌ها را نیز فراهم می‌کرده‌اند (پسندیده، ۱۳۹۴: صص ۲۶-۲۰ و شیخ الحکمایی، ۱۳۸۸: ۹). در وقف‌نامه‌ها، ذکر شده که پس از کسر هزینه نگهداری رقبات موقوفه، حق‌السعی و تولیت (عشر) و حق‌النظاره (نیم‌عشر) مابقی درآمد، نصف شده و نصف آن را صرف امور خیریه و نصف دیگر را به عنوان سهم اولادی منظور می‌کردند. بنابراین کلیه هزینه‌ها و درآمدها در جهت توانمندسازی موقوفه‌ها ساماندهی می‌شده است (اعظم واقفی، ۱۳۷۹: ۱۳۴).

بوده‌اند» این مزارع به طور معمول به عنوان تیول به صاحب منصبان و شاهزادگان واگذار می‌شد تا درآمد دولت مرکزی از مالیات آن‌ها تأمین گردد (حسن‌آبادی، ۱۳۸۶: ۷۰-۶۴). از محل همین درآمد نیز به مزارع رسیدگی می‌شد و مورد حفاظت قرار می‌گرفتند. بنابراین مزارع تاریخی؛ مکانیابی، طراحی، ساخته، پایش و نگهداری می‌شده‌اند و در این مسیر پنج‌گانه تابع نظم ویژه‌ای به نام «نظم کالبدی» بوده‌اند. این نظم

دارای زیر مجموعه‌هایی بود که در بدنه آن مستتر بود مانند؛ نظم در صورت‌های مزارع، دوره شکل‌گیری، عناصر کالبدی موجود، سازه‌های وابسته، الگو و شیوه ساخت، مصالح، تزئینات، مساحت کل و.. این نظم شکل دهنده کالبد مزارع مسکون تاریخی بوده است (تصویر ۱۰).
تصویر ۱۰- ارتباط نظم کالبدی و نظام‌های زیرمجموعه آن.

آب، امنیت و دسترسی در موقعیت و مکانیابی نقش داشتند. تبعیت از نظام گل‌های و منظومه‌ای براساس متغیرهای امنیتی، اقتصادی، اجتماعی و ..

حفاظت و نگهداری براساس نوع مالکیت انجام می‌شد. این الگو؛ حیات اجتماعی مزارع را تداوم می‌بخشید و حافظ روح و سبک زندگی مزرعه‌داری بود.



تصویر ۱۰- ارتباط نظم کالبدی و نظام‌های زیرمجموعه آن.

۳-۲-۲- نظام کارکردی

نظم کارکردی منظوف، نظم کالبدی است. این قابلیت را آدیان حاضر در مزارع نظم می‌بخشد و

پایدار می‌سازند. نظمی از جنس اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی. ارباب مزرعه با هدف اقتصادی و امنیتی در سطح محلی و ملی، افراد و

ناصرالدین شاه و خواهر ظل السلطان واگذار شد. مباشر مزرعه گورت در سال ۱۱۳۵ ه.ق فردی به نام محمد بدیع بود و هر ساله مقدار فراوانی هندوانه و محصولات باغی دیگر از این مزرعه جمع‌آوری می‌شد. بانو عظمی مالک مزرعه نیز در سال ۱۳۵۴ از دنیا رفت (حبیب‌آبادی، ۱۳۶۲: ۲۰۵۲) و نوادگان بانو عظمی مزرعه را به قیمت شصت هزار تومان به شخصی به نام کمال صراف فروختند و سپس برادران حسینی از ایشان پیش از انقلاب خریداری کرده و هم اکنون مالک مزرعه و باغ هستند (جیحانی و عمرانی، ۱۳۹۳: ۳۴).

مالک مزرعه نهچیر نیز آقا محمدعلی خان و بهادرخان و فرزندان ایشان در دوره قاجار بودند و ساخت مزرعه و قلعه‌جات رعیتی تقریباً ۷ سال طول کشید. موضوع اصلی اقتصاد و امنیت بوده است. مأموریت این مزرعه کاشت و برداشت «نی‌چی»، روغن‌کشی از آن‌ها و فروش به دولت بوده است. به همین علت طایفه‌های مختلفی از قوم لر در قلاع مزرعه سکنی داده شده و به کار گمارده شده بودند. این مزرعه پس از فوت مالک و پس از انقلاب اسلامی به رعیت‌ها سپرده شد (شفیعی، ۱۳۸۰: ۵۹-۵۳). در مزرعه طرازآباد نیز وضع بر همین منوال بوده است. در مصاحبه با مالکان کنونی مزرعه طرازآباد مشخص شد که موضوع اصلی در این مزرعه جمع‌آوری تعدادی زیادی رعیت، ساخت محل سکونت برای آنان در قالب قلعه‌جات رعیتی، سکونت مالک در کوشک اربابی در مجاورت آن‌ها و بهره‌کشی اقتصادی بوده است. این مزرعه نیز در جریان اصلاحات ارضی و سپس

خانوارهای بومی را در این مزارع مستقر می‌کرد و نظام جمعیتی طراحی شده‌ای را در مزرعه می‌گمارد. اربابان، مالکین، مباشر، کدخدا، دشتبان، زارع، خوش‌نشین، حامی، آسیابان و رعایا افرادی بودند که در درون مزارع فعالیت می‌کردند (فرمانفرما، ۱۳۸۳: ۱۸۱) و تیول‌دارن، مُقطعین، مأموران دیوان و محاسبین بخشی از نظم بودند که در خارج از مزارع به آن‌ها متصل بوده‌اند (طالب و عنبری، ۱۳۸۷: ۱۵۵-۱۵۳). ترکیب این بافت جمعیتی در درون و بیرون مزرعه در کنار کالبد از پیش طراحی‌شده به ایجاد نظم کارکردی در بخش‌های اقتصادی، بهره‌برداری، اجتماعی و فرهنگی می‌انجامید:

الف؛ نظم اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی

این نظم بخشی از نظام کارکردی است که به نوع بهره‌برداری، میزان فعالیت، نوع مالکیت، نوع محصولات کشاورزی و زراعت، نوع دام و می‌پردازد. حق نسق یا قانون زراعت براساس عوامل پنج‌گانه تولید (آب، زمین، بذر، نیروی شخم و نیروی کار) به صورت عرفی، ذهنی و محلی در روستاها و مزارع وجود داشت (صفی‌نژاد، ۱۳۶۸: ۴۳) و پدیدآورنده نظم اقتصادی و بهره‌برداری در نظام کارکردی بود.

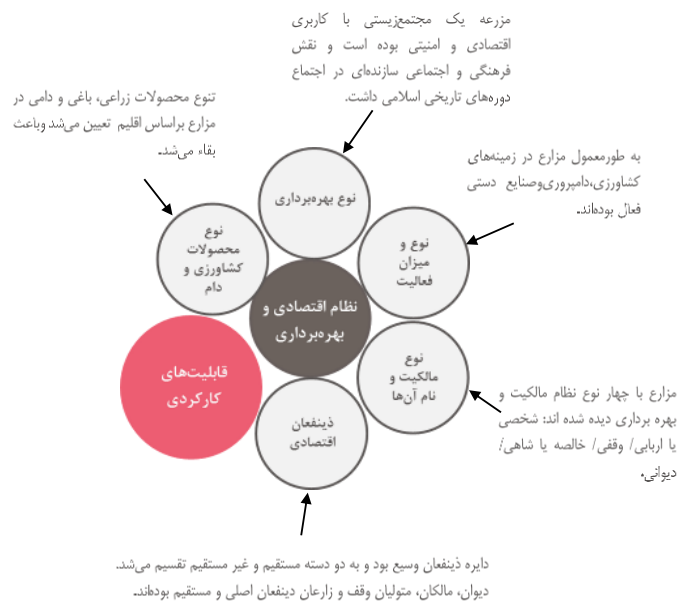
مزارع مورد مطالعه هر یک براساس نظام کارکردی اشاره شده شکل گرفتند و تا زمانی که این نظم در مزارع مستقر بود به حیات حویش ادامه دادند. مزرعه گورت دارای ماهیت اقتصادی و تفرجگاهی بود. این مزرعه در جریان واگذاری خالصجات در دوره ناصرالدین شاه به افتخارالدوله دختر

انقلاب اسلامی به رعیت‌ها سپرده شد و به دلیل ناتوانی آنان در اداره مزرعه، هم اکنون تبدیل به آغل احشام شده است (مصاحبه با آقای کارگر، مالک کنونی مزرعه طرازآباد یزد، ۱۳۹۴). از تعداد و میزان جمعیت ثابت و شناور در این مزارع اطلاع دقیقی یافت نشده است اما در منابع پیش گفته به حضور تعداد زیادی از رعیت‌ها و مردم در قالب طایفه و اقوام مختلف در مزارع اشاره شده است. در منابع دیگر نیز تعداد جمعیت موجود در مزارع مسکون به صورت شناور، ثابت و گاهی میزبان^۷ به ۵ تا بیش از ۵۰۰ نفر در قالب ۲ تا بیش از ۲۰۰ خانوار ذکر شده است که عاملی مهم در استقرار نظم کارکردی به شمار می‌رفت. تعداد افراد خانواده به طور تقریبی از ۶ تا ۷ نفر تجاوز نمی‌کرد و اغلب با یکدیگر رابطه قوم و خویشی داشته و وصلت می‌کردند (فرمانفرما، ۱۳۸۳: ۸۳ و اعتمادالسلطنه، ۱۳۶۸: ۱۹۴۰). آن‌ها غالباً از یک یا دو طایفه مشخص در کنار یکدیگر در قلعه زندگی می‌کرده‌اند. دین آن‌ها اسلام و روزها به زراعت و شب‌ها در قلعه سپری می‌شد. به هر خانواده یک یا دو اتاق می‌رسید. به طور معمول صنایع دستی یا هنری سنتی مانند؛ جاجیم بافی، نخ‌ریسی و قالی‌بافی توسط زنان مزرعه انجام می‌شد. زارعان می‌توانستند مالک چند گوسفند باشند اما نمی‌توانستند اسب داشته باشند و یا مالک گله باشند. فرزندان آن‌ها در قلعه تربیت و به سرجمع رعیت ارباب اضافه می‌شده‌اند (توانگر مروستی، ۱۳۹۴: ۳۰۴).

انسجام و کاربست نظم اقتصادی در این نوع مزارع توسط شخص ارباب و مباشرانش با توجه به تمام مشکلات انجام می‌شد. ارائه دستور وظایف به رعایا و کارگران، تقسیم کار، تحویل و تنظیم امور، تعدیل مخارج تولید و نگهداری، ایجاد ارزش افزوده و بهره‌وری در مقیاس یک یا چند مزرعه بخشی از اموری بوده است که تنظیم آن‌ها توسط مالک می‌توانست منجر به تقویت نظم اقتصادی و بهره‌برداری در مزارع شود. مزرعه نشینان براساس سلسله مراتب اجتماعی حاکم در مزرعه می‌بایست به کدخدا و سپس به مباشر مالک پاسخگو باشند. (عنبری و طالب، ۱۳۸۷: ۱۶۳). مالک نیز با ضابطان، محصلان و ممیزان دیوانی طرف معامله بوده و مالیات را پرداخت می‌کرد. این نظم در تولید اقتصادی و درآمد دیوانی نیز مؤثر بود و علاوه بر کنترل اجتماعی و فرهنگی مردم در مزارع، بهره‌وری اقتصادی نیز با آن تضمین می‌شد (تصویر ۱۱). مالک یا ارباب نمی‌توانست خارج از این نظم حرکت کند. او می‌بایست براساس این نظم عرفی به نسبت مشخصی محصولات را بین زارعین، رعایا و یا اجاره‌داران تقسیم نماید یا در قبال پرداخت کلیه هزینه‌ها، جمیع سود را به خود اختصاص دهد مجموعه این فرآیند معرف نظام کارکردی در مزارع اربابی بود (تصویر ۱۲) و مزرعه را به سمت خودکفایی نسبی پیش می‌برد (حکمت یغمایی، ۱۳۶۹: ۲۲۷).



تصویر ۱۱- هرم نظام اجتماعی در مزارع مسکون اربابی (ماخذ: عنبری و طالب، ۱۳۸۷: ۱۵۹).

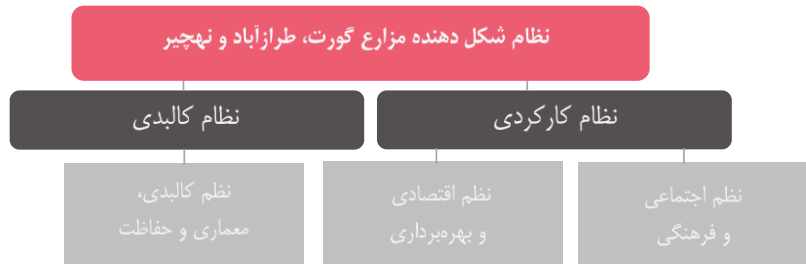


تصویر ۱۲- ارتباط نظم بهره‌برداری و اقتصادی با زیر مجموعه‌هایش در نظام کارکردی.

هرم و ارتباطات اجتماعی درون و بیرون مزرعه، سنت‌های فرهنگی ملی و مذهبی و شیوه‌های معماری جاری بود (راعی، ۱۳۹۶: ۲۴۱). اگر در برهه‌ای از زمان به هر دلیلی، بخشی از آن دچار رخوت می‌شد، شاکله مزارع سست شده و به

بنابراین مزارع مسکون مانند هر پدیده دیگری نظام‌مند بوده‌اند. زندگی مزارع و مزرعه‌نشینان از زمان تولد تا زمان افول با ساختارهایی قوام‌یافته و منظم سپری شده است. این نظم در کلیه شئون مزرعه از جمله؛ مراودات اقتصادی حاکم بر امور،

آشفتگی می‌رسید. نظام کارکردی (نظم اقتصادی، بهره‌برداری، اجتماعی و فرهنگی) توانسته بود در همکناری با نظام کالبدی (نظم کالبدی، معماری و حفاظت) به مزارع جان بخشد و باعث سرزندگی در مزارع شود. به این دو نظام «شکل دهنده» گفته می‌شود. چون هرگاه فعال می‌شدند مزارع می‌توانستند به حیات خویش ادامه دهند و بالعکس (نمودار ۴).



تصویر ۱۳- نظام شکل دهنده در مزارع گورت، طرازآباد و نهچیر

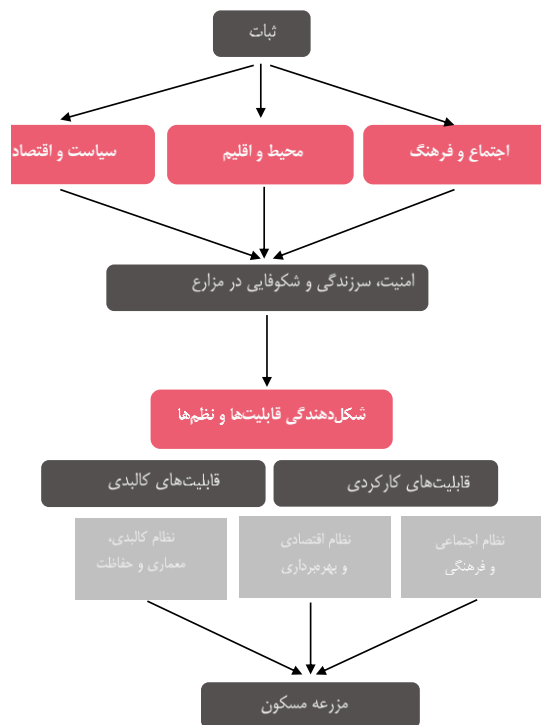
متمادی تظاهر معنوی داشتند، زنده بود و ادامه پیدا می‌کرد. این نظم‌ها به تدریج قوت می‌گرفتند، به تکامل می‌رسیدند و تجارب زیستی مبتنی بر فرهنگ و اقلیم را به ارمغان می‌آوردند. این فرآیند در محیط به «شکل‌دهندگی» ختم می‌شود و اساس مزارع را تشکیل می‌دهد. تصویر ۱۳ نشان می‌دهد که نظام‌های شکل‌دهنده مزارع با بسترهای محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع محلی در ارتباط مستقیم بوده‌اند. در مزرعه‌ای مانند نهچیر، روغن‌کشی از نی چی به عنوان کالای اقتصادی با بازدهی مناسب در آن محیط و اقلیم به عنوان دلیل اصلی شکل‌گیری مزرعه معرفی شد و بنا بر ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی منطقه، استفاده از قلاع مختلف برای در امان ماندن مزرعه‌نشینان از تعدیات مختلف مورد بررسی قرار گرفت (شفیعی، ۱۳۸۰: ۵۹-۵۳).

۴- نقش نظام شکل‌دهنده در حیات مزارع

کنکاش دریافته‌ها، منتج به وجود نظم‌هایی در مزارع شد که از آن به «نظام شکل دهنده» تعبیرگردید (تصویر ۱۳). وجود این نظام در دو بخش کالبدی و کارکردی در هم‌کناری با یکدیگر در شکل‌گیری پدیده‌ای به نام مزارع مسکون مؤثر بوده‌است. هر پدیده برای زنده ماندن نیازمند میل و حرکت به سمت زندگی و رفع چالش‌های پیش‌رو است. به‌طور طبیعی نظم‌ها براساس تجربه زیستی در توپوگرافی جغرافیایی، فرهنگی و تاریخی یک محیط به تکامل می‌رسند و غالباً می‌توانند از این طریق از خطر اضمحلال رهایی یابند. به‌عنوان مثال؛ نظم در مکانیابی و دسترسی به آب با پشتوانه قرن‌ها تجربه زندگی در محیط می‌توانست پویا بماند و یا نظم اجتماعی و فرهنگی براساس سنت‌ها و آئین‌هایی که قرون

چرخه ثبات در تصویر ۱۴ ارائه شده است. براساس مواردی که در مزرعه نهچیر به عنوان نمونه بیان شد ایجاد ثبات در (اجتماع و فرهنگ)؛ (محیط و اقلیم) و (سیاست و اقتصاد) می‌توانست امنیت، سرزندگی و شکوفایی مزارع را تضمین کند و قابلیت‌ها و نظم‌های موجود در مزارع را شکل بخشد و حفاظت کند. در این چرخه دوطرفه، نظام‌های شکل‌دهنده مزارع به دلیل وابستگی اقتصاد جوامع گذشته به مزارع، موجب ایجاد ثبات در شئون مختلف جامعه می‌شدند و این ثبات در همان جهت باعث تقویت نظام‌های شکل‌دهنده می‌گردید و این‌گونه حیات مزارع تضمین می‌شد.

استقرار گروه‌های مختلف قوم گر موجب ایجاد اشتغال، بهروری اقتصادی و ایجاد پشتوانه اجتماعی و در نتیجه کمک به سرزندگی در آن منطقه می‌گردید و در تثبیت و قوام نظم‌های موجود در مزارع کمک می‌کرد. مزرعه‌نشینان، اربابان، مالکان و حاکمان به دلیل اینکه از مواهب اقتصادی، امنیتی مزرعه نهچیر در مقیاس‌های مختلف محلی و ملی برخوردار می‌شده‌اند به طور آگاهانه از قوام و تثبیت آن که جزء با استقرار نظام‌های کالبدی و کارکردی میسر نمی‌شد حمایت و پشتیبانی می‌کردند. این چرخه از نظام شکل‌دهنده تا ایجاد ثبات در شئون مختلف اجتماعی تحت عنوان



تصویر ۱۴- نمودار چرخه ثبات بین مزارع و جامعه

نمودار بالا و ارائه نمونه از میزان تأثیر اقتصادی و اجتماعی مزرعه نهچیر نشان می‌دهد که سیاست و اقتصاد در صورت آرامش و ثبات مملکت در مقوله ایجاد امنیت و پویایی جامعه نقش داشتند. در هر برهه تاریخی که در کشور جنگ و خونریزی وجود نداشت. پهنه‌های وسیعی از کشور زیرکشت قرار می‌گرفت، میزان درآمد ذیمدخلان بالا می‌رفت، عایدی دیوان بیشتر می‌شد و در نهایت در اقتصاد کشور و مردم معمولی نیز تأثیرگذار بود. بسیاری از صاحب منصبان در دوره ثبات از خرید و فروش مزارع، علاوه بر مقاصد اقتصادی، اهداف اجتماعی و سیاسی را نیز دنبال می‌کردند. از پیش از اسلام تا قرون اولیه اسلامی و تا دوره پهلوی، زمین‌داران و مزرعه‌داران در طبقه اجتماعی بالایی قرار داشتند (بهشتی و راعی، ۱۳۹۵: ۱۲) و تجمع این املاک می‌توانست میزان طرفداران، نیروهای نظامی، القاب و مناصب زیادی را جابجا کند و حتی رأی‌های انتخاباتی در دوره‌های متأخر به ویژه دوره پهلوی را به مالک مزارع تقدیم نماید. اما هرگاه مملکت در عرصه سیاسی و اقتصادی دچار اختلال می‌شد و دزدی و چپاول از خارج و داخل نسبت به شهر و روستا قوت می‌گرفت، ناگزیر در ابتدای امر در اقتصاد تظاهر پیدا می‌کرد. امنیت رنگ می‌باخت، پهنه‌های کشاورزی و زراعت کاهش می‌یافت و مزارع به اضمحلال نزدیک می‌گشت.

در محیط و اقلیم نیز وضعیت بر همین منوال بود. هرگاه زیست بوم از دایره مخاطرات انسانی و طبیعی خارج می‌شد. مالکان تصمیم می‌گرفتند به تعداد مزارع بیفزایند و میزان درآمد اقتصادی را

توسعه دهند. با ثبات، نظم‌ها استقرار می‌یافت و کارایی بهتری داشت. آرامش در محیط و اقلیم، موجب آبدهی بیشتر قنوات و رودخانه‌ها، ثمر و بازدهی مناسب محصول مزارع و اقدام به حفاظت و توسعه آن‌ها توسط مالکان در سالیان متمادی می‌شد و سرزندگی را به ارمغان می‌آورد.

مالک و یا ارباب مقتدرترین و متنفذترین فرد در یک مزرعه بود. مالک در کسوت مربی و تربیت‌کننده در مزرعه ظاهر می‌شد و به تأدیب و تنبیه عمال و رعیت‌ها در مواقع لزوم می‌پرداخت به طوریکه بدون حضور وی نظم و نسق برقرار نمی‌شد و دوام نداشت. او می‌توانست ذینفعان و ذیمدخلانی چون؛ دایره وقف، دیوان، زارعین و رعیت‌ها را هماهنگ کند تا منافع مزرعه حادث شود. او تشخیص می‌داد و ممارست می‌کرد تا تنوع و تعداد فعالیت در یک مزرعه بهبود یابد و کشاورزی و باغداری تابستانه و زمستانه با توجه به اقلیم و همچنین بهره‌گیری از انواع دام باربر، گوشتی و شیری به کمک مباشرین و زارعین امین با سیاق مناسبی ادامه یابد. مزرعه یک خانه بزرگ و اهالی مزرعه برای مالک، یک خانواده بزرگ به حساب می‌آمدند. در نگاهی دیگر او ناظم بود و قرار بود معادلات اقتصادی و بهره‌برداری را نظارت کند و سامان بخشد. بنابراین این نوع نظم در کارکرد بیش از هرچیز به مالک وابسته بود و بنا برآنچه که در اسناد تاریخی آمده است بسیاری از مزارع مانند؛ مزرعه نهچیر پس از فوت ارباب و مالک به قهقرا رفتند و نابود شدند (شفیعی، ۱۳۸۰: ۵۹-۵۳).

و قنات می‌شد (شیخ‌الحکمایی، ۱۳۸۸: ۴۱). این شیوه به دلایل فقهی، اقتصادی و تأثیر شگرف در آبادانی و شکوفایی سرزمین، مورد نظر حاکمان بود و مزارع را در کانون توجهات دیوان، مالکان و مردم عادی قرار می‌داد. هم امور آخروی را سامان می‌داد و هم به امور دنیوی می‌رسید. پدیده‌های فرهنگی و اجتماعی این چنینی در بطن جوامع متولد می‌شدند و به خاطر دارابودن اساس مذهبی و ملی هم‌آره زنده می‌ماندند. آن‌ها در درازمدت موجب شکوفایی مزارع در دوره‌های مختلف تاریخی به ویژه ایلخانی، صفوی و قاجار شده‌اند و با از بین رفتن این سنت‌ها، بسیاری از مزارع و رقبات آن‌ها نیز نابود شدند. بنابراین چرخه ثبات با کارکرد دوطرفه می‌توانست نظام شکل‌دهنده مزارع و امنیت اقتصادی و اجتماعی جوامع محلی را پیوند دهد و حیات مزارع را تأمین کند.

۵- نتیجه‌گیری

مزارع نهچیر، طرازآباد و گورت دارای قابلیت‌های کارکردی و کالبدی و نظام‌های فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، معماری و حفاظت بوده‌اند. این قابلیت‌ها و نظام‌ها به مزارع، صورت می‌دادند و پایایی آن‌ها را در طول زمان تضمین می‌کردند. براین اساس به عنوان «نظام شکل‌دهنده مزارع تاریخی» معرفی شده‌اند. مزارع مورد مطالعه، معرف یک مجتمع زیستی کوچک بودند و منابع انسانی، فکری و اقتصادی سه بخش اصلی این مجتمع‌ها را تشکیل می‌داد. چرخه ثبات (تصویر ۱۴) نشان می‌دهد که نضج آن‌ها مرهون ثبات در

یک سوی پایداری مزارع و برقراری نظم‌ها، به ارباب برمی‌گشت اما سوی دیگر نظم در کارکرد را جمعیت حاضر و ساکنین مزارع تشکیل می‌دادند و در کسوت انجام‌دهنده منویات ارباب یکی دیگر از متغیرهای مؤثر در پایداری مزارع را معرفی می‌کنند. آن‌ها در کنار مالکان با استفاده از مراسم و آیین‌های ویژه کاشت و برداشت محصول به شادابی و شکرگزاری در مزارع می‌پرداختند و با این اقدام، دامنه وسیعی از سنت‌های فرهنگی و اجتماعی تقویت می‌شد. ساکنین مزارع می‌توانستند پس از برداشت و گاه‌آ فروش محصولات با خاطر آسوده‌تری به برگزاری جشن‌های خرمن‌کوبی، ازدواج، اعیاد ملی و مذهبی بپردازند و آن‌ها را زنده نگاهدارند. این بخشی از میراث معنوی جوامع محلی بود که می‌بایست برای نسل‌ها ادامه پیدا می‌کرد.

علاوه بر آن، سنت اجتماعی و فرهنگی ویژه‌ای به نام «نظام وقف» در بهره‌برداری از مزارع حاکم بود. براساس نظرات اعظم واقفی درباره مزارع وقفی در نظنز و حومه آن، برخی از مزارع، وقف آبادانی مساجد، آب‌انبارها و بناهای دیگر عام‌المنفعه بودند و بخشی از درآمد آن‌ها صرف زنده نگهداشتن خدمات علمی، فرهنگی، اجتماعی و مذهبی در جوامع می‌شد. گاه بخشی از درآمدهای یک مزرعه مانند؛ مزرعه عمارت و مزرعه علی‌آباد نظنز صرف امور خیریه (روضه‌خوانی، تعزیت‌داری و ...) می‌شد (اعظم واقفی، ۱۳۷۹: ۱۹۸) و یا مزرعه معروف به اُستور واقع در نظنز در سال ۸۵۷ ه. ق وقف خانقاه، گنبد، باغ، چهارصفه، حمام، آسیاب

شئون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع محلی بوده و در جهتی دیگر سرزندگی جوامع منوط به قوام قابلیت‌های کارکردی و کالبدی در مزارع و بسط کشاورزی و دام‌پروری بوده است:

(الف)؛ ثبات در سیاست و

اقتصاد = امنیت در مزارع

(ب)؛ ثبات در محیط و اقلیم

= سرزندگی در مزارع

(ج)؛ ثبات در اجتماع و

فرهنگ = شکوفایی در مزارع

نظام شکل‌دهنده به دلیل ایجاد پیوند بین قابلیت‌های کالبدی و کارکردی، موجب خودکفایی مزارع در برهه‌ای از زمان می‌شد. مزرعه‌نشینان در درون قلعه‌های اربابی و رعیتی به طور مستقل زندگی می‌کردند، دارای انبار، اصطبل، دام، تولیدات باغی و کشاورزی بودند و مسجد، آب انبار، آسیاب و حتی قبرستان مستقل داشتند. چگونه زیستن در هم‌کناری با طبیعت، همسوسدن با آن و بهره‌گیری بردبارانه و نه سودجویانه از آن را می‌توان در نظام شکل‌دهنده مزارع جستجو کرد. کالبد و کارکرد، موازنه‌ای را ایجاد کرده بودند که رفتاری به غیر از همزیستی نمی‌توانست در این چرخه زیستی دوام آورد و نیازهای جامعه را برآورده سازد. این تأثیر به طور معمول از مقیاس درون مزرعه تا درون جامعه ناشی از نظم و ارگی مزارع بوده و تا زمان اضمحلال آن‌ها در اواخر پهلوی اول ادامه داشت.

مزارع یک بنگاه اقتصادی و پایگاه اجتماعی نیرومند بودند. درهر مزرعه تربیت و تولید در کنار تأثیرگذاری بر شئون اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی جامعه با اهمیت تلقی می‌شد. صاحب‌منصبان اصیل از سالیان دور در پیش از اسلام تا دوره پهلوی صاحبان اصلی مزارع مسکون بوده‌اند. علاوه بر تولید ثروت، مالک نیز بوده‌اند و به این دلیل در صفوف نخست عوالم سیاسی و حکومتی نیز حضور داشته‌اند. آن‌ها گاه مزارع را وقف امور عام‌المنفعه مانند؛ آبادانی مدارس، مساجد و آب انبارها می‌کردند و از این طریق برای خود مکتبی فراهم می‌کردند تا در فردای امور دنیوی نیز دست بالا را داشته باشند و گاه برای پیشی گرفتن از هم مسلکان خویش در نزاع‌های سیاسی و اجتماعی از آن بهره می‌بردند. بنابراین جوامع محلی در دوره قاجار با لایه‌های درون‌زایی در بسترهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مواجه بوده‌اند که تحقیق و پژوهش درباره آن می‌تواند امکان انطباق با مصادیق سازگار کنونی را بررسی نماید و برای حفاظت و بهره‌برداری از منابع زیستی بومی و خودبسنده در آینده پیشنهاد و راه حل ارائه کند. این تحقیق سرآغازی است در جهت شناخت بیشتر و کامل‌تر این مجتمع‌های زیستی کوچک که در نقاط مختلف کشور به ویژه فلات مرکزی ایران رشد کردند، به تکامل رسیدند و سپس به دلایل مختلف در این پهنه جغرافیایی رو به افول رفتند و به فراموشی سپرده شدند.

پی‌نوشت

۱. آسیاب
۲. آب انبار
۳. در کتاب «میراث فرهنگی نطنز، آثار تاریخی، آداب، سنت‌ها و تاریخ نطنز، ج اول» تألیف اعظم واقفی ۱۳۷۴. اسناد حقوقی معتبری شامل؛ مباحثه نامه، استشهدنامه، وقف نامه در باب مزارع مسکون وجود دارد.
۴. بازدید حاکمان و عمال آن‌ها از بلوک و نواحی تحت نفوذ خود.
۵. نگهبانی، پادگان
۶. ساختار ساده رعیتی از جنس مصالح در دسترس از قبیل؛ خشت، گل، چوب و حصیر
۷. جریان مزرعه میزبان توسط افضل‌الملک به آن اشاره شده است: «مزرعه جنت‌آباد از قنات‌های قدیم بوده، در عهد محمدشاه، حاجی محمدرضا بیک آن را آباد کرد، قلعه و سکنه ندارد، رعایای آن در قلعه حصارش مسکن دارند» (افضل‌الملک ۱۳۵۵، ۱۷۹) و یا در جایی دیگر درباره «مزرعه حسن‌آباد می نویسد: «از قنات‌های قدیم است که در عهد خاقان مغفور فتحعلی شاه، ملا عبدالله عرب آن را دایر نموده، قلعه بسیار معتبر بساخت، سکنه زیادی در آن مکان آورد، حمام خوب و مسجد بنا نمود، باغ وسیعی در دو قلعه بنا نهاد. اغلب رعایای مزارع دیگر در آن مکان منزل دارد» (همان ۱۸۴).

منابع

- ادوارد پولاک، یاکوب. (۱۳۶۱). سفرنامه پولاک «ایران و ایرانیان»، ترجمه کیکاووس جهانگیری، تهران: انتشارات خوارزمی.
- افشار، ایرج. (۱۳۷۴). یادگارهای یزد، معرفی ابنیه تاریخی و آثار باستانی شهر یزد، ج ۱ و ۲، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، چ دوم.
- افضل‌الملک، غلامحسین. (۱۳۸۰). سفرنامه اصفهان، به کوشش ناصر افشارفر، تهران: انتشارات سازمان فرهنگی و ارشاد اسلامی.
- افضل‌الملک، غلامحسین. (۱۳۶۰). سفرنامه خراسان و کرمان، به اهتمام قدرت‌الله روشنی، تهران: انتشارات توس
- اعتمادالسلطنه، محمدحسن‌خان. (۱۳۶۸). مرآت‌البلدان، ج ۱ و ۴، به کوشش عبدالحسین نوایی و میرهاشم محدث، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- اعظم واقفی، سید حسن. (۱۳۷۹). میراث فرهنگی نطنز، ج دوم، تهران: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.
- انصاف‌پور، غلامرضا. (۱۳۵۵). تاریخ زندگی اقتصادی روستاییان و طبقات اجتماعی (از دوران ماقبل تاریخی تا پایان ساسانیان)، تهران: نشر اندیشه.
- بشیریه، حسین. (۱۳۹۳). «فروپاشی دولت مطلقه»، ترجمه علی اردستانی، در: مهرنامه، ۳۸.
- پسندیده، محمود. (۱۳۹۴). اسناد و موقوفات مدارس تاریخی حوزه علمیه مشهد، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی.
- پیگولوسکایا، ن. (۱۳۶۷). شهرهای ایران در روزگار پارتیان و ساسانیان، ترجمه عنایت‌الله رضا، تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
- توانگر مروستی، مجید. (۱۳۹۴). قلعه روستاهای تاریخی منطقه هرات و مروست استان یزد، انتشارات سبحان نور.
- جیحانی، حمیدرضا و آتوسا عمرانی. (۱۳۹۳). «قصر و بانوی عظمی. بازشناسی یک باغ در شرق اصفهان» در: مجله علمی و ترویجی اثر، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، ۶۵، ۵۰-۳۳.
- حائری، محمدرضا. (۱۳۸۶). قنات در ایران، تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.

- حبیب آبادی، محمدعلی. (۱۳۶۴). مکارم الآثار در احوال رجال دوره قاجار، اصفهان: انتشارات نفایس مخطوطات.
- حسن آبادی، ابوالفضل. (۱۳۸۶). «نگاهی به اسناد سیورغال در دوره صفویه» در: مجله گنجینه اسناد، ۶۷، ۶۳-۷۸.
- حسینی یزدی، سیدرکن‌الدین. (۱۳۴۱). جامع‌الخیرات، به کوشش ایرج افشار، محمدتقی دانش‌پژوه، تهران: انتشارات فرهنگ ایران زمین.
- حکمت یغمایی، عبدالکریم. ۱۳۶۹. بر ساحل کویر نمک، تهران: انتشارات توس.
- دورانند، ای.آر. (۱۳۴۶). سفرنامه دورانند، ترجمه علی محمد ساکی، چ آفتاب.
- دهقان نژاد، مرتضی و مولود ستوده. (۱۳۸۹). «فرمانگذاری خالصجات در اصفهان در دوره ناصرالدین شاه (تبدیل زمین‌های دولتی به اربابی به‌طور مشروط)»، در: فصلنامه گنجینه اسناد، دفتر سوم، ۹۱-۸۰.
- دهگان، ابراهیم. (۱۳۸۹). «دسکره»، در: فصلنامه گنجینه اسناد، دفتر سوم، ۲۰۲-۱۹۹.
- راعی، حسین. (۱۳۹۶). «در جستجوی مزارع مسکون اربابی در نیاسر»، در: مجموعه مقالات همایش باغهای تاریخی، دانشگاه کاشان، ۲۵۱-۲۳۰.
- _____ . ۱۳۹۶. یادداشتهایی از آثار تاریخی ایران ۲ (نیاسرنامه)، انتشارات ایران نگار با همکاری معاونت میراث فرهنگی سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری.
- راعی، حسین، اصغر محمدمرادی و احمد صالحی کاخکی ۱۳۹۵. «آغازی بر فهم مزارع مسکون تاریخی در یزد»، در: مجله علمی و پژوهشی پژوهش‌های معماری اسلامی، دانشگاه علم و صنعت، سال چهارم، ۴، ۱۹-۱.
- راعی، حسین و سیدمحمد بهشتی. ۱۳۹۵. «مزارع مسکون تاریخی در ایران؛ از آغاز تا دوره صفویه»، در: مجله علمی و ترویجی اثر، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، ۷۴، ۲۲-۱.
- روزنامه اطلاعات. (۱۳۷۵). سه شنبه ۳۰ مرداد، شماره ۲۰۸۴۲.
- رنه دالمانی، هانری. (۱۳۳۵). سفرنامه از خراسان تا بختیاری، ترجمه محمدعلی فره‌وشی، تهران: انتشارات امیر کبیر.
- شفیع، محمدرضا. ۱۳۸۰. «قلعه نهچیر؛ میراثی از اوایل قاجار»، در: فرهنگ اصفهان، ۲۰، ۵۹-۵۳.
- شیخ‌الحکامی، عمادالدین و. ۱۳۸۸. اسناد معماری ایران، دفتر اول، تهران: مؤسسه نشر آثار هنری.
- صفی‌نژاد، جواد. (۱۳۶۸). بنه (نظام‌های زراعی سنتی در ایران)، تهران: انتشارات امیرکبیر.
- طالب، مهدی و موسی عنبری. (۱۳۸۷). جامعه‌شناسی روستایی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چ دوم.
- ظهیرالدوله. (۱۳۵۱). خاطرات و اسناد ظهیرالدوله، به کوشش ایرج افشار، تهران: انتشارات فرانکلین.
- ظل‌السلطان، مسعودمیرزا. (۱۳۶۸). خاطرات ظل‌السلطان، ج ۲، ۱ و ۳، به اهتمام و تصحیح حسین خدیو‌جم، تهران: انتشارات اساطیر.
- فرمانفرما، عبدالحسین میرزا. (۱۳۸۳). مسافرت نامه کرمان و بلوچستان، به کوشش ایرج افشار، تهران: انتشارات اساطیر.
- فوران، جان. (۱۳۷۸). مقاومت شکننده تاریخ تحولات اجتماعی ایران از صفوی تا سال‌های پس از انقلاب اسلامی، ترجمه احمد تدین، تهران: مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، چ دوم.
- قمی، حسن بن عبدالملک قمی. (۱۳۸۵). تاریخ قم، تصحیح سید جلال‌الدین تهرانی، انتشارات آستانه مقدسه.
- کابلی، میرعابدین. (۱۳۵۲). گزارش کاوش‌های باستان‌شناسی شهداد، سازمان میراث فرهنگی کشور.
- کتابخانه و مرکز اسناد پایگاه میراث فرهنگی و گردشگری شهر تاریخی میبد، ۱۳۹۴.

- کریستن سن، آرتور. (۱۳۷۴). وضع ملت و دولت و دربار در دوره شاهنشاهی ساسانیان، ترجمه مجتبی مینوی، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- کلاویخو، روی گزالس. (۱۳۷۴). سفرنامه کلاویخو، ترجمه مسعود رجب‌نیا، تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
- کلاتر ضرابی، عبدالرحیم (سهیل کاشانی). (۱۳۳۵). تاریخ کاشان، به کوشش ایرج افشار، تهران: انتشارات امیرکبیر.
- لمبتون، ا.ک.س. (۱۳۴۵). مالک و زارع در ایران، ترجمه منوچهر امیری، تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- مرتضوی تبریزی، مسعود. (۱۳۸۳). مهاجرت روستاییان به شهرها و تأثیرات اقتصادی و سیاسی آن در دوران پهلوی دوم، مرکز اسناد انقلاب اسلامی.
- مصاحبه با آقای کارگر، مزرعه طرازآباد میبد، ۱۳۹۴
- منشی، محمدعلی. (۲۵۳۵). سفرنامه رکن‌الدوله (گزارش محمد حسین مهندس به مؤیدالدوله)، به کوشش محمد گلبن، تهران: انتشارات سحر.
- مهریار، محمد. (۱۳۸۲). فرهنگ جامع نام‌ها و آبادی‌های کهن اصفهان، انتشارات فرهنگ مردم.
- ناصرالدین‌شاه قاجار. (۱۳۵۴). سفرنامه خراسان، زیر نظر ایرج افشار، تهران: انتشارات فرهنگ ایران زمین.
- نجم‌الملک، حاج میرزا عبدالغفار. (۱۳۸۵). سفرنامه خوزستان، به کوشش محمد دبیرسیاقی، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.

Original Research Article

The System Forming the Architecture of the Historical Farmlands in the Central Plateau of Iran

Hosein Raie¹

1- Assistant Professor, School of Architecture and Environmental design, Iran University of Science and Technology, 16846-13114, Tehran, Iran

Abstract

Various farms in the provinces of Yazd, Isfahan and Markazi were studied through attitude assessment, document research and field studies. They were found in two forms including residential farming fields and collections of fields. Also, narratives about how they were formed and how some of them have almost vanished were scrutinized. These farms existed in the Qajar period and were brought to stability by the owners and rulers by stabilizing the triad of society and culture, environment and climate, and politics and economics. This stability represented the physical and functional capabilities of the farms and preserved the physical, economic, operational, social and cultural systems on the farms. Thus, this system that formed the historical residential farms was adopted, and it guaranteed their long-term sustainability.

The study aims to shed light on the formation system of historical farms and its role in the sustainability of farms over the time. It also seeks to interpret the documents in this regard using the contextual theory and the interpretive-historical approach. This research palpably discusses the topic through a series of case studies in the Iranian Central Plateau. It is found that triad stability has ensured the system preservation and, thus, the sustainability of historical residential farms in this geographical region.

Keywords: Forming system, Historical farm, Central plateau, Iran

مقاله پژوهشی

مطالعه جایگاه بازار در فرآیند تغییر ساختار فضایی شهر کاشان

حمیدرضا جیحانی^۱، پریچهر شفیعی^۲، سید جمال سید هاشمی^۳، علی عمرانی پور^{۴*}

۱- استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۲- کارشناس ارشد مهندسی معماری، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۳- کارشناس ارشد مهندسی معماری، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۴- استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸/۱۰/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۷)

چکیده

بازار از دیرباز از نظر اقتصادی و فرهنگی - اجتماعی، مهم‌ترین بخش و هسته اصلی شهر کاشان بوده است. در طی یک‌صد سال اخیر با وقوع توسعه شهری، کاشان دچار دگرگونی‌های ساختاری مهمی شده که نتیجه آن گسستگی بازار از بستر شهری، به حاشیه رانده شدن آن و در نتیجه عدم رونق کسب و کار است. این تغییرات که به‌طور عمده با ساخت خیابان همراه بوده‌اند، باعث شده تا بخش‌هایی همچون بازار نو مسگرها تخریب شود و یا مانند بازار پانخل راه انزوا پیش بگیرد. هدف مشخص کردن تأثیر تغییرات ایجاد شده ناشی از ساخت خیابان‌ها بر ساختار فضایی شهر و نقش بازار در آن ساختار است؛ لذا پژوهشی توصیفی تبیینی و از نظر کاربردی، کاربردی است. روش تحقیق به کار گرفته شده در این مقاله که بر مطالعه ساختار فضایی شهر استوار است و ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی است، شامل سنجش پیکره‌بندی شهر بر اساس روش نحو فضا و همچنین مطالعه کارکردی بازار که نتایج آن در قالب رویکردی کل‌نگر و تفسیری و بر پایه خصوصیات تاریخی و نقش بازار و اجزاء آن در ساخت کلی شهر توصیف و تبیین می‌شوند. برای نیل به هدف، وضعیت ساخت فضایی شهر در سه دوره مختلف در طی سده حاضر بازسازی و مطالعه خواهد شد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که از دهه ۱۳۰۰ تا دهه ۱۳۴۰ و با ساخت مجموعه‌ای از خیابان‌ها، جایگاه بازار در ساخت شهر منسجم، در آغاز این سده تضعیف شده است و مجموعه‌ای از خیابان‌های یاد شده ساخت فضایی شطرنجی شکل جدیدی را شکل داده‌اند که نقش بازار در آن کم‌رنگ شده است. با ادامه تغییرات، هم توسعه شهر و ساخت فضایی جدید که به سوی غرب و جنوب غربی رشد یافته سبب شده بازار در نسبت با شهر تاریخی در انزوا قرار گیرد و هم بازار تحت تأثیر خیابان‌های پیرامون خود تغییرات وسیعی کرده است. به نظر می‌رسد تحت تأثیر چنین خیابان‌هایی، بازار از بافت شهری پیرامون خود منفک شده و اجزاء بازار یکپارچگی اولیه خود را از دست داده‌اند.

کلیدواژه‌ها: کاشان، بازار، نحو فضا، ساختار فضایی، شهر تاریخی

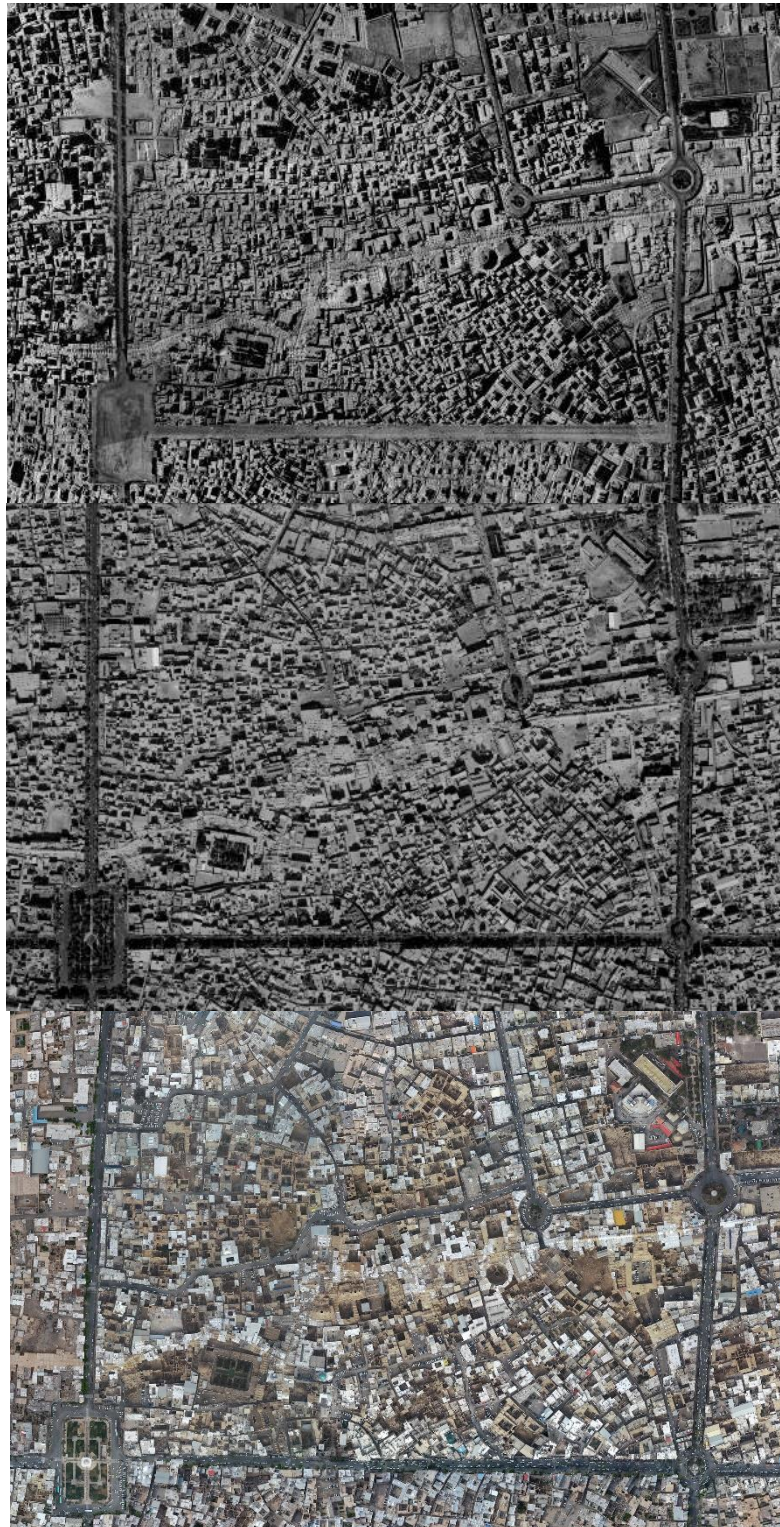
پرسش‌های پژوهش

۱. تغییرات رخ داده در ساختار فضایی کاشان از جمله ایجاد محورهای جدید، چه تأثیری را در جایگاه بازار ایجاد کرده‌اند؟
۲. ساخت خیابان‌ها، بنا بر محل و موقعیتی که نسبت به بازار کاشان دارند، چه تأثیری بر اجزاء و عناصر آن داشته‌اند؟

۱- مقدمه

بررسی وضعیت درونی و بیرونی بازار نشان از مشکلات وسیعی دارد که این ساختار کهن شهری با آن روبرو است. در حوزه درونی، نخستین معضل را می‌توان در تعطیلی بخش وسیعی از واحدهای تجاری و کارگاه‌های وابسته و همچنین عدم کارکرد هماهنگ اندام‌ها و عناصر داخل بازار جستجو کرد. گذشته از بخش وسیعی از واحدهای تجاری حاشیه راسته‌های اصلی که طی دهه‌های اخیر تعطیل شده‌اند (جدول ۱)، تعداد قابل توجهی از واحدها نیز با تغییر کاربری اصلی و گاه تولیدی اولیه خود روبرو شده‌اند و درعین حال میزان تعطیلی بناهای پرشمار وابسته به بازار همچون سراها و تیمچه‌ها بسیار بیشتر از واحدهای بر راسته‌ای اصلی است. در برخی از این عناصر وابسته که گاه از کیفیت فضایی مطلوبی برخوردارند، عدم رونق و عدم فعالیت به‌طور گسترده‌ای قابل مشاهده است. این موضوع، درک یکپارچگی فضاهای درونی بازار را آن‌گونه که به اصل آن نزدیک باشد با چالش مواجه می‌کند، فهم ارتباط فضایی درونی را دچار نقصان می‌گرداند و دستاویزی برای عدم توجه و صیانت از یکپارچگی

و تمامیت ساخت بازار فراهم می‌سازد. درعین حال می‌بایست توجه داشت که وضعیت مطلوب‌تر حجره‌های واقع در جداره راسته‌های اصلی نیز صرفاً در نسبت با عناصر مجاور همچون سراها قابل تبیین است؛ و گرنه مشکل مطرح شده که عدم رونق در کسب‌وکار است در راسته‌های اصلی نیز هویدا است. در حوزه بیرونی، مسئله صورتی وسیع‌تر به خود گرفته است. بررسی‌های میدانی و عکس‌های هوایی جدید نشان‌دهنده تخریب‌های وسیع در بافت شهری پیرامون بازار است و برخی مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد عناصر جدید شهری همچون خیابان و میدان و همچنین توسعه مراکز اداری، به بخش‌های وسیعی از بافت شهری ارگانیک شهر آسیب رسانده (تصویر ۱) و سازمان فضایی و ساختار کالبدی بافت تاریخی را دگرگون کرده‌اند (وارثی و همکاران، ۱۳۸۵). این موضوع باعث شده است تا ساخت بازار از بستر شهری گسسته شود (تصویر ۱ پایین). با وجود این، متأسفانه طرح‌های شهری و نوع نگرش به موضوع بازار در این طرح‌ها نیز بر این گسستگی دامن زده و آن را گسترش می‌دهند. این در صورتی است که برخی مطالعات نشان از وجود رابطه مشخصی میان جزء و کل شبکه شهری دارند و به‌خصوص نمایانگر تناسب میان هسته مرکزی و کل شهر در الگوهای تاریخی هستند و شهرهای تاریخی سطوح مختلفی از رابطه جزء - کل را تولید می‌کنند (Karimi, 2000)؛ موضوعی که در پس توسعه‌های اخیر از بین رفته و یا دست کم تضعیف شده است.



تصویر ۱- موقعیت بازار کاشان در بافت شهری پیرامون؛ تصویر هوایی بالا مربوط به سال ۱۳۳۵ و تصویر هوایی وسط مربوط به سال ۱۳۷۸ و تصویر هوایی پایین مربوط به سال ۱۳۹۷ است (مأخذ: سازمان نقشه برداری کشور و نگارندگان).

تولیدی که خود نتیجه تغییرات وسیع اقتصادی دهه‌های ۱۳۴۰ و بعد از آن است، بازار را از قلب شهر تاریخی به یک بخش تاریخی در حال فرسودگی تبدیل کرده است. این مقاله در پی بررسی نحوه تغییر جایگاه بازار در ساخت شهر و سایر تحولاتی است که ایجاد خیابان‌های اطراف و مرتبط با بازار در شهر تاریخی ایجاد کرده‌اند.

۲- ادبیات نظری موضوع و پیشینه پژوهش

مطالعه و پژوهش درباره ساختار فضایی شهرهای تاریخی سابقه طولانی دارد. از جمله در مورد کاشان، محققانی همچون بیرشک (۱۳۷۵) براساس تفکیک دوره‌ها و شناخت شهر در هر دوره و بر پایه نقش مهم‌ترین راه‌های ارتباطی و توجه به موقعیت عناصر مهم شهری به مطالعه روند توسعه و تکامل شکل‌گیری شهر پرداخته‌اند. در موردی دیگر، وارثی و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه محدوده تاریخی کاشان و با روشی تحلیلی و پیمایشی به سیر تحولات تاریخی و کالبدی آن پرداخته و نقش عناصر جدید ارتباطی همچون خیابان و فلکه و نیز توسعه مرکزیت اداری شهر را بر بافت ارگانیک آن بررسی کرده‌اند. در عین حال نگاه آسیب‌شناختی به تغییرات رخ داده و تأثیرگذاری آن‌ها بر یک محدوده مشخص همچون بازار تاریخی، نیازمند مطالعات افزون‌تر و با رویکردهای متفاوت نیز هست.

۲-۱- ادبیات و مدل نظری پژوهش

این مقاله نگاهی آسیب‌شناختی به ساخت شهر و نسبت آن با بازار تاریخی دارد. لذا در جهت

عدم یکپارچگی و توازن کارکردی درونی و گسستگی بیرونی ناشی از انفکاک میان ساخت بازار و بستر شهری آن، نباید موضوعات و معضلاتی مجرد و قائم به خود تلقی شوند. به نظر می‌رسد این دو معضل جدی، باهم ارتباطی تنگاتنگ داشته باشند. به بیان دیگر عدم یکپارچگی کارکردی و فضایی درونی بازار و گسسته شدن آن از بستر شهری، هر دو در معضلی بنیادی تر ریشه دارند. بررسی بازار و نقش آن در شکل‌گیری و توسعه و تحول کاشان نشان می‌دهد که ساختار یادشده تا اوایل سده حاضر همواره بخش مهم و یا مهم‌ترین عنصر شهری کاشان بوده، با اقتصاد شهر نسبتی مستقیم داشته، همچون سایر نمونه‌های مشابه که در آن‌ها بازار مرکز اجتماعی و فرهنگی شهر محسوب می‌شود، قلب شهر تاریخی بوده و به لحاظ اجتماعی نیز با اقشار و طبقات مختلف مردم ارتباطی عمیق داشته است.

به نظر می‌رسد که معضل یادشده پس از تغییرات ایجادشده ناشی از طرح‌های شهری و جامع پدید آمده باشد و شاید بتوان شروع آن را با ساخت خیابان‌های دوره پهلوی هم‌زمان و مرتبط دانست. ساخت شبکه خیابان‌های جدید در کاشان در دوره پهلوی آغاز و تا سال ۱۳۳۵ بخش وسیعی از آن‌ها ساخته شد. روند ساخت این خیابان‌ها بدون توجه به حدود محله‌های تاریخی شهر تا دهه‌های اخیر نیز ادامه داشته است و باعث ایجاد گسستگی در محله‌های تاریخی و از بین رفتن یکپارچگی آن‌ها و همچنین کاهش فعالیت‌های اقتصادی و انزوای بازار تاریخی شهر شده است. این موضوع در کنار تغییر اقتصاد محلی شهر و تضعیف کارگاه‌های

مانند انسجام^۳ و گزیده^۴ را میسر می‌کند. هر تغییری در رابطه میان عناصر سازنده شهر، بر نمایه‌های یادشده تأثیر گذاشته و آن‌ها را تغییر می‌دهد. بررسی این تغییرات می‌تواند تحلیل ساختار فضایی شهر و تغییرات رخ داده در آن را ممکن کند. این روش پس از تجزیه و تحلیل ارتباط کلیه فضاهای شهری با یکدیگر، نتایج را به صورت مدل‌های ریاضی و گرافیکی ارائه می‌دهد (عباس‌زادگان، ۱۳۸۱).

در کنار روش‌های دیگر مطالعه ساخت فضایی یک شهر یا محدوده شهری، به کارگیری روش‌هایی همچون نحو فضا به عنوان روشی برای تحلیل ساختار فضایی در مقیاس معماری و شهری و تحلیل ارتباط بین فضای شهری و روابط اجتماعی (Al Sayed et al., 2014) می‌تواند درک بهتری از تغییرات در ساختار کالبدی شهر را فراهم کند. بخش وسیعی از مطالعات این مقاله مبتنی بر شیوه نحو فضا و بررسی روابط اجتماعی در فضاهای شهری است که در آن معمولاً از نمودارها برای ترجمه این روابط به الگوهای ترسیمی بهره گرفته می‌شود (معماریان، ۱۳۸۱). به اعتقاد هیلیر، نحو فضا مجموعه‌ای از نظریه‌ها و روش‌هایی است که با مطالعه پیکره‌بندی فضا به فهم چگونگی اثر متقابل ساختار پیکره‌بندی فضا و سازمان اجتماعی می‌پردازد (پوردیهیمی و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۱). این شیوه که برای فهم منطق ریخت‌شناسی و شبکه شهری و بخصوص توسعه شهری بکار می‌رود (Hillier et al., 1993: 32)، به جای توصیف شکل اجزای یک سیستم، به رابطه

سنجش بهتر تغییر وضعیت بازار در بستر شهری آن، در مقاله هم‌زمان به مطالعه شاخصه‌ها و معیارهایی پرداخته می‌شود که با فضای درونی و جایگاه و موقعیت بیرونی بازار ارتباط دارند. علت این است که از نگاه این مطالعه، فضای درونی یک ساختار شهری، همچون بازار و جایگاه بیرونی آن، دو موضوع مجزا محسوب نمی‌شوند؛ زیرا هر دو حوزه یادشده وجهی مهم از ساختار موردنظر را بازنمایی می‌کنند و در ارتباط با یکدیگر، شخصیت آن را شکل می‌بخشند. این موضوع در منشور حفاظت از شهرهای تاریخی به عنوان متمم منشور و نیز^۱ در مورد شهر تاریخی نیز مورد توجه قرار گرفته است. بنا بر منشور یادشده، کارکردهای متنوعی که یک محدوده شهری دارد در کنار موضوعاتی دیگر همچون الگوهای شهری، ارتباط میان فضاهای باز و بسته و همچنین ارتباط میان محدوده یادشده با محیط شهری پیرامونش بخشی از ویژگی‌هایی هستند که شخصیت آن محدوده شهری را شکل می‌دهند (Washington Charter, 1987). لذا در این مقاله به‌طور هم‌زمان مطالعه جایگاه بازار در ساخت شهر و همچنین مطالعه کارکردی بازار، مدنظر قرار می‌گیرد و دو موضوع یادشده ارزیابی و سنجش خواهند شد.

در این مطالعه، بررسی ساخت فضایی شهر با شیوه مطالعاتی نحو فضا^۲ انجام می‌گیرد. نحو فضا مجموعه‌ای از شیوه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری است که به تحلیل پیکره‌بندی فضایی در مقیاس معماری و شهرسازی و رابطه آن با ساختار اجتماعی محیط می‌پردازد (Hillier, 1997). خروجی حاصل از این تحلیل، مطالعه نمایه‌هایی

میان آن‌ها و چگونگی پیکره‌بندی آن اجزا به‌عنوان یک کل متمرکز است (مسعودی نژاد ۱۳۹۵: ۷۹).

توضیح یا توصیف پیکره‌بندی یک سیستم فضایی در محاسبات توپولوژیک براساس دو واحد اندازه‌گیری پایه اتصال و عمق انجام می‌شود (مسعودی نژاد، ۱۳۹۵، ۸۰). «اتصال»^۵ به‌عنوان تعداد نقاطی تعریف می‌شود که یک نقطه به‌طور مستقیم از طریق آن‌ها با نقاط دیگر ارتباط می‌یابد (جعفری و خانیان، ۱۳۹۱: ۲۸۷) و در واقع بر رابطه دلالت دارد. در مقابل، «عمق»^۶ بر فاصله تأکید دارد و در فضای شهری به تعداد فضاهایی گفته می‌شود که با عبور از آن‌ها به فضاهای موردنظر می‌رسیم (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷: ۶۰). اگرچه این دو معیار از اهمیت فراوانی برخوردار هستند، اما در توضیح مقایسه بین دو گراف یادشده با اندازه‌های مختلف لزوماً نمی‌توان به پاسخ درستی دست یافت. برای حل این معضل، هیلیر و همکارانش برای اندازه‌گیری این گونه سیستم‌ها، واحدهای هنجار شده متعددی برای محاسبات گراف ارائه کرده‌اند که مهم‌ترین آن انسجام است که یکپارچگی یک گراف را نشان می‌دهد (مسعودی نژاد ۱۳۹۵، ۸۲). در واقع هرچه فضایی «انسجام»^۷ بالاتری داشته باشد، همپوندی بیشتری با فضاها و ساختار شهر دارد؛ و همچنین از دسترسی بالاتری نیز برخوردار است (یزدانفر و همکاران، ۱۳۸۷، ۶۰). به زبان ساده، اگر بخشی از یک گراف دارای بالاترین مقدار انسجام باشد، آن گره، مرکز یا قلب توپولوژیک سیستم محسوب شده و در واقع در دسترس‌ترین بخش سیستم از دیگر نقاط گراف محسوب می‌شود. خود انسجام را می‌توان در

مقیاس‌های مختلفی محاسبه کرد که مهم‌ترین آن‌ها انسجام کلان^۸ و انسجام محلی^۹ است. در حالی که انسجام کلان، پیکره‌بندی فضایی ساختار شهر را به‌طور کلی به نمایش می‌گذارد، انسجام محلی، تصویری محدودتر از سازمان فضایی شهر ارائه می‌دهد و نقش محلی هر جزء را در ساختار شهر آشکار می‌کند (مسعودی نژاد، ۱۳۹۵: ۸۷).^{۱۰}

در این مقاله و براساس شرح بالا، ساخت فضایی شهر با تمرکز بر نقش بازار در آن و بخصوص با تکیه بر سنجش میزان انسجام کلان و محلی و دیگر نمایه‌های قابل ارزیابی در مطالعات نحو فضا مطالعه خواهد شد. اساس مطالعه بر این چارچوب طرح گردیده است که دگرگونی‌های رخ داده شده طی یک سده اخیر، چه تغییراتی در ساخت فضایی شهر ایجاد کرده است و دیگر این که این دگرگونی‌های یادشده چه تغییراتی در نقش بازار به‌عنوان بخشی از ساخت فضایی شهر ایجاد کرده‌اند. این موضوع در مقیاس کل ساخت فضایی شهر و براساس شیوه نحوه فضا برای مطالعه ساخت فضایی شهر مطالعه و ارزیابی خواهد شد.

۲-۲- پیشینه پژوهش

پس از تبیین مبانی و چارچوب نظری، بررسی و مرور چند پژوهش باهدف تبیین نسبت میان بازار و شهر تاریخی و به روش موردنظر روشن می‌کند که چارچوب طرح‌شده روشی مناسب برای پرداخت به موضوع است. ازجمله پژوهش‌های کریمی براساس روش یادشده به چگونگی تعریف و کاربست روش نحوه فضا برای نشان دادن رابطه میان جزء و کل شبکه شهری و به‌خصوص نسبت

میان هسته مرکزی و از جمله بازار و کل شهر کمک کرده است (Karimi, 2000). علاوه بر این، مطالعه دیگر او بر روی شش شهر تاریخی ایران که با استناد به روش یادشده صورت گرفته، به طور واضح اهمیت و جایگاه بازار در شهر ایرانی را آشکار می‌کند. وی با مطالعه ساختار فضایی کرمان، شیراز، همدان، سمنان، کرمانشاه و قزوین، به دنبال یافتن منطق فضایی این شهرهای تاریخی است و نیز این که آن‌ها یک هسته منسجم و فشرده در مرکز خود دارند که معمولاً منطبق بر مرکز جغرافیایی شهر است و فارغ از شکل، کاربری‌اش بازار شهر بوده است (Karimi, 1997). در ادامه مطالعات جایگاه بازار در ساخت شهر، مسعودی‌نژاد گونه‌های متفاوتی از بازارهای ایرانی را مطالعه کرده و با ارجاع به روش نحو فضا جایگاه بازار دزفول و شوشتر را بررسی کرده و یافته‌های جدیدی را برای دسته‌بندی بازارها در ایران ارائه کرده است (مسعودی‌نژاد، ۱۳۹۵). این سه پژوهش علاوه بر روش، از نظر نتیجه به مطالعه پیشنهادی بی‌شبهت نیستند؛ این که جایگاه بازار در ساخت فضایی شهر مشخص شود. در عین بررسی مطالعات دیگر نیز نشان می‌دهد که روش موردنظر برای شناسایی برخی نارسایی‌ها در اثر مداخلات ثانوی از جمله طرح‌های توسعه شهری نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

برای مثال علی‌آبادی و بابایی (۱۳۹۶) به بررسی طرح‌های توسعه شهری در محله زینیه محدودده تاریخی زنجان در مقیاس محلی و کلان پرداخته، ساختار کل محله را براساس شیوه نحو فضا تحلیل کرده و نتیجه گرفته است که طرح‌های توسعه

شهری تأثیرات متفاوتی در مقیاس خرد و کلان به همراه دارند. در پژوهش‌های مشابه، علی‌تاجر و صحرایی (۱۳۹۶) با بررسی هسته تاریخی همدان و صادقی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی ساختار هسته شمالی اصفهان به این جمع‌بندی رسیده‌اند که مداخلات شهری بدون در نظر گرفتن خصوصیات اصلی محدوده‌های تاریخی، به انزوای محدوده‌های تاریخی منجر می‌شود. از نگاهی روش‌شناختی نیز بررسی نمونه‌های مشابه از اهمیت برخوردار است. عباس‌زادگان (۱۳۸۱) در پژوهشی با شیوه نحو فضا به بررسی محدوده تاریخی شهر یزد در سه مقطع زمانی مبادرت کرده است. وی در نتیجه مطالعه خود شرح می‌دهد که فضاهاى شهری ایران براساس منطقی ساختاری شکل گرفته‌اند و دخالت در شهر و در ساختار فضایی، تغییر در شاخص‌های نحو فضا را به دنبال دارد. این نوع مطالعه از نظر او، همچنین طراحان شهری را قادر به ارائه مدلی می‌کند که براساس آن می‌توان نتیجه هر نوع رفتار در فضاهاى شهری را پیش‌بینی کرد. لذا مطالعه دوره‌های مختلف توسعه و تحول مناطق تاریخی شهری نیز ممکن است درک بهتری از نحوه ایجاد تغییرات و نتایج حاصل از آن‌ها را روشن کند. وی در مطالعه دیگری بر روی ساختار شهر مشهد، نگاه ترفیکی به شبکه معابر در احیاء بافت‌های فرسوده بدون توجه به کلیت ساختار فضایی شهرها و همچنین اتخاذ راهکاری واحد برای هر یک از این بافت‌ها را از علل انزوای کالبدی محدوده تاریخی برمی‌شمارد (عباس‌زادگان و دیگران، ۱۳۹۱). این همان مشکلی است که محدوده موضوع این مقاله نیز با آن روبرو است. علاوه بر بررسی کل محدوده

تاریخی شهر، نحو فضا می‌تواند به مطالعه تغییرات رخ داده در محله‌های تاریخی نیز کمک کند. با وجود مطالعات بررسی شده بالا، این مقاله به‌طور مشخص به بررسی وضعیت بازار کاشان و جایگاه آن در ساخت شهری در حال تغییر می‌پردازند و به‌ویژه تأثیر ساخت خیابان‌ها و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بنابر نوع مواجهه آن‌ها با عناصر بازار را دنبال می‌کند؛ موضوعی که در پژوهش‌های معرفی شده مدنظر نبوده است و در مطالعات صورت گرفته نمونه مشابهی ندارد. باید توجه داشت که بسیاری از بازارها در محدوده‌های تاریخی شهرهای ایران در اثر تغییرات رخ داده شده در بستری شهری آن‌ها و از جمله ساخت خیابان در معرض آسیب قرار می‌گیرند. متأسفانه این روند هنوز نیز در جریان است و علاوه بر این، بافت شهری پیرامون برای تسهیل ساخت خیابان‌های یادشده تخریب می‌شوند. این مقاله به‌طور خاص به این موضوع اختصاص یافته است و هدفش روشن کردن نسبت خیابان‌های یادشده با ساخت فضایی بازار است. در مورد روش نیز این مقاله تفاوت‌هایی با روش‌های معمول دارد که ذیل بخش روش‌شناسی پژوهش به آن اشاره خواهد شد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق به‌طور گسترده از روش نحو فضا در جهت شناخت ساختار فضایی شهر بهره می‌گیرد. با وجود این، از روش یادشده به‌عنوان شیوه‌ای برای شناخت وضعیت ساخت فضایی شهر مدنظر بوده و بخشی از تحقیق نیز براساس روش تفسیری تاریخی به انجام رسیده است. بدین صورت که یافته‌های

حاصل از مطالعات نحو فضا که خودش اساساً یک روش کمی است، با نگاه به زمینه و بستر شهر تاریخی و از جمله شکل کلی شهر و سیر تاریخی شکل‌گیری آن، تجزیه و تحلیل و تفسیر شده‌اند؛ به عبارت دیگر با وجود بهره‌گیری از شیوه نحو فضا، نگاه عینیت‌گرا و قطعیت‌گرای معمول در آن ملاک عمل نبوده است و نتایج تحلیل‌های یادشده در بستر تاریخی شهر تجزیه و تحلیل شده‌اند.^{۱۱} جمع‌آوری اطلاعات نیز در جهت تهیه نقشه‌های پایه موردنیاز مطالعات نحو فضا با رجوع به منابع تصویری و مطالعات پیشین و عکس‌های هوایی انجام می‌گیرد.

در عین حال برای مقایسه وضعیت فضایی بازار با وضعیت کارکردی آن که هم واجد اهمیت است و هم معمولاً در مطالعات نحو فضا مورد توجه قرار نمی‌گیرد، بخشی از این مقاله به مطالعه وضعیت فعلی کارکردها در بخش‌ها و راسته‌های بازار اختصاص یافته است. این بخش از مقاله که بر مطالعات میدانی استوار بوده است، دورنمایی از وضعیت کارکردی و رونق بخش‌ها و زیرمجموعه‌های بازار در وضعیت اخیر را نمایان می‌کند و امکان ارائه تحلیل‌های دقیق‌تری را فراهم می‌آورد. مقایسه و کنار هم قراردادن مطالعه جایگاه فضایی بازار در ساخت شهر و بررسی وضعیت کارکردی آن، امکان سنجش نتایج تحقیق را فراهم می‌کند و به افزایش دقت یافته‌ها منجر می‌شود. روش تحقیق در این بخش از مقاله نیز کمی است و طی آن تلاش شده است تا با بررسی تمامی واحدهای تجاری واقع در بر راسته‌های اصلی و فرعی، نسبت میان واحدهای فعال به کل

۴- شناخت محدوده مورد مطالعه

کاشان فراتر از یک شهر تاریخی، باید نمودی از سده‌ها و هزاره‌های متمدنی زیست در یکی از محدوده‌های فلات مرکزی ایران تلقی شود. این موضوع با استناد به شواهد استقرارها و تمدن‌هایی که در این منطقه شناسایی شده‌اند، قابل فهم است. با این وجود، امروزه شهر کاشان میراث‌دار تاریخ و تمدن گذشته محسوب می‌شود؛ بخشی از منطقه که در دوران اسلامی فروغی بی‌مانند داشته و فهم امروزی ما را از این منطقه شکل می‌بخشد. در ادامه، ضمن ارائه مروری کوتاه بر پیشینه کاشان، مهم‌ترین بخش‌ها و راسته‌های بازار مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

۴-۱- کاشان و بازار تاریخی آن

معمولاً بنای کاشان را به زبیده‌خاتون همسر هارون‌الرشید نسبت می‌دهند (نراقی، ۱۳۴۵: ۱۵). با وجود این، سابقه استقرارها در منطقه بسیار کهن‌تر است. کاشان به علت واقع بودن بر سر راه‌های اصلی تجاری و ارتباطی همواره از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده است و پیشینه منطقه را صرفاً نمی‌توان در شهر امروزی خلاصه کرد. طبق مطالعات گیرشمن، مجتمع‌های زیستی اولیه دشت کاشان مسیری طبیعی به سوی شمال و شمال‌شرقی داشته‌اند و ساکنین سیلک با آن‌ها در ارتباط بودند (گیرشمن، ۱۳۷۹: ۹۱). به‌غیر از سیلک، وجود محوطه‌های باستانی همچون تپه قلعه زیارتی در فاصله یک کیلومتری غرب باغ فین که به دوران پیش از تاریخ بازمی‌گردد و برخی سفال‌های به‌دست آمده از آن، هم‌دوره با سفال‌های مکشوفه

واحد‌ها به‌عنوان معیاری از وضعیت رونق بازار شناسایی و تجزیه و تحلیل شود. لذا نمونه‌های انتخابی برابر با کل واحد‌های موجود در راسته‌های بازار و نه سراها بوده است. از این رو می‌توان گفت که در این تحقیق، یافته‌های دو مطالعه انجام گرفته به روش کمی به طریقه‌ای کیفی و تفسیری واکاوی کرده شده‌اند. بخش قابل توجهی از این تفسیر و واکاوی حاصل نوع نگاه به شهر تاریخی و همچنین ماهیت آسیب‌شناختی آن است؛ زیرا مقاله در پی روشن کردن وضعیت و نسبت بازار با شهر در طول تغییرات رخ داده شده طی تقریباً ۶ دهه اخیر است. از این رو، در این پژوهش برای رسیدن به شناختی دقیق از نسبت میان بازار کاشان و شهر، دامنه مطالعه به سه دوره تاریخی متفاوت در طول سده حاضر تعمیم داده می‌شود تا روشن شود که تغییرات رخ داده شده در ساخت فضایی شهر به‌طور عام و ساخت خیابان‌های ایجاد شده در محدوده شهر تاریخی به‌طور خاص، چه تغییری در جایگاه فضایی و تجاری بازار ایجاد کرده است. امکان پذیر کردن این مقایسه نیازمندی مقاله به تفسیر و روش‌های مرتبط با آن در بخش‌هایی از مقاله را روشن می‌کند. بدین ترتیب تلاش می‌شود که به کمک روش نحو فضا جایگاه بازار در ساخت فضایی کل شهر در سه مقطع زمانی دهه‌های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ مطالعه شود، وضعیت دهه متأخر با معیار تعریف شده در زمینه میزان فعالیت و رونق بخش‌های متناظر مقایسه شود و از درون همه این مطالعات تغییرات ایجاد شده در نسبت میان بازار و ساخت فضایی شهر در طی دوران موردنظر ارزیابی شود.

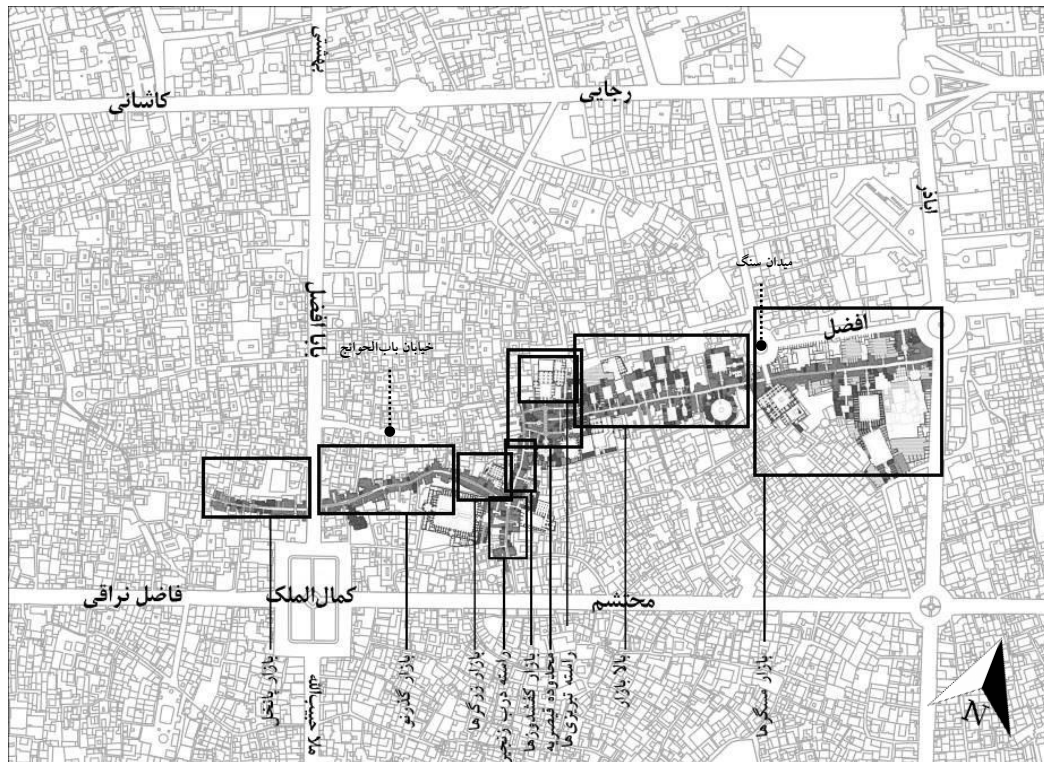
دیرباز به یکی از مهم‌ترین گذرهای شهر تبدیل شده است.

۴-۲- شناخت سیر تحول بازار کاشان: بخش‌ها، راسته‌ها و اجزاء مهم آن

بازار کاشان از راسته بازار پانخل در شمال‌غربی میدان کمال‌الملک آغاز شده و تا بازار مسگرها در نزدیکی دروازه دولت امتداد می‌یابد. دست‌کم در یک سده اخیر، انتهای شرقی بازار و رای خیابان اباذر و به سمت شرق امتداد یافته است (تصویر ۱ و ۲). این موضوع نشان از اهمیت گذر بازار و رشد و توسعه آن در اثر نیاز به فضای سرپوشیده دارد. بازار از سمت غرب به شرق شامل بخش‌هایی اصلی همچون بازار پانخل، بازار گذر نو، بازار زرگرها، بازار کفش‌دوزها، بازار بزازها، بازار کفاش‌ها، بازار قیصریه و میانچال، بالابازار و بازار مسگرها است (تصویر ۲). این ساخت خطی که در میانه خود و در محدوده قیصریه، بخشی با ساختار شطرنجی را نیز شامل می‌شود، دربردارنده تعداد پرشماری از راسته‌های فرعی و عناصری همچون تیمچه و سرا و کاروانسرا است و علاوه بر این شامل مساجد و حمام‌ها و آب‌انبارها نیز می‌شود. در برخی بخش‌های بازار در دهه‌های اخیر و به‌خصوص از دهه ۱۳۴۰ و ۱۳۵۰ تعدادی بازارچه و پاساژ ساخته شده است که به‌طور معمول با تخریب بخش‌هایی از بازار همراه بوده است.

از تپه سیلک تخمین زده شده‌اند^{۱۲} و همچنین محوطه کفتارخون که به دوره پارینه‌سنگی میانه بازمی‌گردد،^{۱۳} نشان از قدمت بسیار کهن استقرار در این منطقه تا حدود ۴۰۰۰۰ سال پیش دارد.^{۱۴} حسن قمی نیز در نیمه دوم سده چهارم هجری قمری در باب فین که جایی میان سیلک، تپه قلعه زیارته و محوطه کفتارخون است صحبت کرده و پایه‌گذاری آنجا را به شخصیت‌های اساطیری چون بشتاسب نسبت داده است (قمی، ۱۳۶۱: ۱۱۱).

علت شکل‌گیری استقرارهای دشت کاشان را معمولاً بهره‌مندی از منابع کافی آب (قنات‌ها) و مکان‌یابی مناسب در ارتباط با سایر شهرهای پیش از تاریخ می‌دانند (Neglia, 2018)؛ موضوعی که می‌بایست شکل‌گیری هسته‌های زیستی در دشت کاشان را میسر کرده باشد. باوجود زیستگاه‌های متعدد و سوابق طولانی، از سده‌های نخست بعد از ورود اسلام و احتمالاً پیش از آن در دوران ساسانی، هسته شهری کاشان در ارتباط با منابع آبی و راه‌های منطقه‌ای شکل گرفته است. تأثیرگذاری راه‌ها بر پیکره شهر اولیه و توسعه‌های آن، شهری محصور را ایجاد کرده است؛ به‌نحوی که امتداد راه‌ها گذرهای اصلی شهر را شکل می‌داده‌اند (بیرشک، ۱۳۷۵). این درحالی است که گذر بازار تحت تأثیر نحوه ارتباط راه‌ها و امتداد آن‌ها، از



تصویر ۲- ساختار بازار کاشان و راسته‌های آن (مأخذ: نگارندگان).

شهری را کسب نموده (همان، ۳۸۸) و جای مهمی از بازار نیز محسوب می‌شده است. به نظر می‌رسد که بعدها در دوره سلجوقی نیز گسترش راسته اصلی بازار به سوی شرق ادامه داشته است و تا حوالی میدان سنگ پیش رفته است؛ جایی که بعدها و در سده نهم هجری قمری، میدان جدید شهر محسوب می‌شده است (همان، ۳۹۰). ساخت مجموعه میدان سنگ و مسجد میدان در سده نهم هجری قمری (ضرابی، ۱۳۷۸: ۲۹۵)،^{۱۵} نشان از ادامه جهت توسعه بازار به سوی شمال شرقی دارد. احتمالاً رشد بازار به سوی شرق در دوره صفوی هم ادامه داشته است و شهر را به دولت‌خانه صفوی متصل می‌کرده که در منتهی‌الیه شمال شرقی شهر قرار داشته است. با وجود این، به نظر می‌رسد تا آن زمان و پس از آن نیز، بیشتر بخش‌های بازار اهمیت

بازار شهر اولیه (بازار پانخل) که در ضلع جنوبی محله میدان کهنه قرار گرفته است (تصویر ۲)، حدود شهر اولیه را آشکار می‌کند. توسعه فیزیکی کاشان با ورود اسلام، در امتداد راه‌هایی صورت گرفته است که به سمت شرق و جنوب شهر منتهی می‌شدند. در آن زمان، شهر دارای چهار دروازه بوده که یکی از آنها به نام دروازه سوق (بازار) بر روی نوار بازار تا حد تقاطع راه شمالی - جنوبی در محل فعلی چهارسوق میانچال در بازار میانچال قرار داشته است (بیرشک، ۱۳۷۵: ۳۸۴ - ۳۸۵). تا حدود پایان قرن چهارم هجری قمری که استخوان‌بندی اصلی شهر کاشان شکل گرفته است، محل تقاطع دو محور شمال - جنوبی و شرقی - غربی شهر که احتمالاً در محل فعلی چهارسوق میانچال در محدوده قیصریه بوده است، اعتبار یک گره اصلی

۲۲۷). باوجود این، رونق یادشده دیری نپاییده است. حسن نراقی حدود نیم قرن پیش شرح می‌دهد که در آن زمان، بیش از یک‌دهم از داکاین بازار قدیم مسگری با کارگرانی محدود باقی‌مانده است (نراقی، ۱۳۴۵: ۲۷۲)؛ موضوعی که امروز وضعیتی بسیار بدتر پیدا کرده است.

۵- یافته‌های پژوهش

برای پیشبرد مطالعه، بازار کاشان از دو دیدگاه تحلیل می‌شود: نخست وضعیت کارکردی آن با ارجاع به واحدهای در حال فعالیت و غیر آن ارزیابی می‌شود و سپس جایگاه بازار در ساخت فضایی شهر سنجیده خواهد شد.

۵-۱- بازار کاشان: سنجش وضعیت درونی

و یک تحلیل کارکردی

وضعیت کارکردی فعلی بازار کاشان صورتی همگن ندارد. برای مثال مقایسه داده‌های برداشت‌شده میدانی این پژوهش در دو راسته پانخل و زرگرها نشان می‌دهد که سهم واحدهای فعال به واحدهای غیرفعال (مخروبه، تعطیل و انبار) واقع در بر راسته اصلی در دو راسته یادشده به ترتیب حدود ۵۵ و ۹۶ درصد است. این دو راسته، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین درصد واحدهای غیرفعال را دارا هستند. این نسبت برای راسته گذر نو و بالابازار به ترتیب حدود ۹۲ و ۸۷ درصد و برای راسته مسگرها حدود ۹۴ درصد است. نسبت یادشده برای محدوده قیصریه بازار حدود ۸۲ درصد است که با توجه به نقش مرکزی محدوده یادشده کمی عجیب به نظر می‌رسد. نسبت یادشده

خود را حفظ کرده باشند؛ زیرا در سده سیزدهم هجری قمری و در دوره قاجار، عناصر مهمی همچون تیمچه امین‌الدوله در محدوده قیصریه و در نزدیکی چهارسوق میانچال ساخته شده است که باوجود مشکلات پیش‌آمده فعلی برای بازار، هنوز هم اعتبار خود را حفظ کرده است. ختم شدن مسیرهای مختلف عزاداری به این محل و برگزاری مراسمی در این ارتباط که هر ساله برپا می‌شود، نشان‌دهنده این اعتبار است.

بازار کاشان در سده‌های اخیر بازاری پررونق بوده است. این موضوع از توصیف جهانگردان آشکار می‌شود. چنانکه آدم اولناریوس در سده هفدهم میلادی از بازار فوق‌العاده زیبا و تماشایی و بی‌نظیر کاشان یاد می‌کند (اولناریوس، ۱۳۶۹: ۵۳۱). حرفه‌های بازار از جمله بافندگی و مسگری نیز مورد توجه جهانگردان بوده‌اند. شاردن منشاء و منبع درآمد مردم کاشان را کارگاه‌های ابریشم‌بافی و هنر نقره‌کاری برمی‌شمارد و می‌نویسد که در هیچ‌یک از شهرهای ایران به‌قدر کاشان صنعت مخمل‌بافی، بافتن تافته و ساتن و پارچه‌های زربفت و زری ساده و گل‌دار رواج ندارد (شاردن، ۱۳۷۲: ۵۳۳ - ۵۳۹). این وضعیت تا سده نوزدهم هم ادامه یافته است. طبق شرح بارون کلمنت آگوستوس دوید، جهانگرد روس که در سده نوزدهم میلادی به کاشان سفر کرده بود، مردم این شهر به دلیل مهارت زیاد در مسگری و ابریشم‌بافی به خود می‌بالند (دوید، ۱۳۷۱: ۲۹). این موضوع با نوشته‌های کلاتر ضرابی نیز هماهنگی دارد. او در دهه ۱۲۸۰ هجری قمری صنعت مسگری کاشان را در تمام ایران منحصر به فرد دانسته است (ضرابی، ۱۳۷۸: ۱۳۷۸).

برای راسته کفشدوزها برابر ۸۳ درصد و برای دو جنوب و شمال بازار واقع شده‌اند، برابر با ۷۲ و ۶۰ راسته نسبتاً فرعی درب زنجیر و تبریزی‌ها که در درصد است.

جدول ۱- تعداد کل واحدها و واحدهای فعال بر هر راسته و نسبت واحدهای فعال (غیر تعطیل، غیر انبار و غیر مخروبه) به کل واحدها در تابستان ۱۳۹۵ (مأخذ: نگارندگان)

نسبت تعداد واحدهای فعال (غیر تعطیل، غیر انبار و غیر مخروبه) به کل واحدها			
نام راسته	تعداد کل واحدهای بر راسته	تعداد واحدهای فعال بر راسته	نسبت تعداد واحدهای فعال به کل واحدها (تجاری) (%)
راسته مسگرها	۱۱۸	۱۱۱	۹۴
راسته بالا بازار	۱۴۰	۱۲۲	۸۷
محدوده قیصریه	۲۰۵	۱۶۷	۸۲
راسته کفشدوزها	۴۸	۴۰	۸۳
راسته زرگرها	۶۰	۵۸	۹۶
راسته گذر نو	۱۰۱	۹۴	۹۲
راسته پانخل	۶۵	۳۶	۵۵
راسته درب زنجیر	۲۹	۲۱	۷۲
راسته تبریزی‌ها	۲۰	۱۲	۶۰

حجره‌های فعال به کل دارا هستند. لذا دست کم از نظر تعداد واحدهای فعال مجاور راسته از وضعیت بسیار خوبی برخوردارند. علت، احتمالاً می‌بایست به محل قرارگیری دو راسته یادشده مرتبط باشد که دو ورودی اصلی شرقی و غربی وضعیت فعلی بازار را نیز دربردارند. به نظر می‌رسد این موضوع، نتیجه ساخت دو خیابان اصلی ابادر و باباافضل است که اثر آن تاکنون ادامه یافته است؛ اما باید توجه داشت که کیفیت دو راسته یادشده قابل مقایسه نیست و بازار گذر نو رونق کمتری دارد.

نسبت واحدهای فعال به غیرفعال در مورد راسته بالا بازار در رتبه بعدی قرار دارد و در حدود ۸۷

بر اساس جدول بالا (جدول ۱) توجه به پاره‌ای نکات واجد اهمیت است. نخست این که راسته زرگرها با نسبت ۹۶ درصد واحدهای فعال به کل واحدها، علی‌القاعده می‌بایست یک استثناء تلقی شود؛ زیرا ارزش ملکی بالا در مجموعه یادشده ایجاب می‌کند که جز در موارد خاص واحدی تعطیل یا غیرفعال نباشد. راسته پانخل وضعیتی شناخته شده دارد و می‌دانیم که با وجود سابقه کهن آن، از رونق برخوردار نیست؛ لذا این که فقط ۵۵ درصد حجره‌های آن فعال باشند منطقی است. نکته مهم این است که این حجره‌ها نیز از رونق کافی برخوردار نیستند. از سوی دیگر، دو راسته مسگرها و گذر نو، نسبتی بالای ۹۰ درصد را برای

درصد است. این موضوع آشکار می‌کند که راسته یادشده از اهمیت برخوردار است و کسب و کار در آن رونق قابل توجهی دارد. درعین حال توجه به دو نکته مهم الزامی است. نخست این که راسته بالابازار از نظر تعداد عناصر مرتبط شامل تیمچه‌ها و سراها، مهم‌ترین بخش بازار کاشان است. لذا مراجعه به آن زیاد است و حجره‌ها در آن از مقبولیت بالایی برخوردارند. دوم این که راه دسترسی به آن علاوه بر امتداد غربی راسته مسگرها و قیصریه، از طریق میدان سنگ نیز ممکن است. لذا راسته به خوبی در دسترس است؛ اما نه به اندازه دو راسته مسگرها و گذر نو که به طور مستقیم به دو خیابان اصلی اتصال دارند. این موضوع نشان می‌دهد که مدل استفاده از بازار به جای بهره‌گیری از فضاهای شهری تاریخی همچون میدان سنگ یا گذرها و میدان‌های داخل بافت، به مراجعه سواره تغییر یافته است. این میل، آشکار می‌کند که چه اندازه میان ساخت بازار و بستر شهری آن فاصله افتاده است؛ و دیگر این که احتمالاً آن دسته از مشتریان بازار که از خارج محدوده اطراف به آن مراجعه می‌کنند، بسیار بیش‌تر از ساکنان مناطق پیرامون هستند. این موضوع علاوه بر گسست اجتماعی میان ساکنان بافت اطراف و ساخت بازار، نشان می‌دهد که بازار کاشان به مناطقی در دوردست‌ها خدمت‌رسانی می‌کند. در ادامه می‌بایست توجه کرد که این مشتریان از طبقه متوسط شهری کاشان نیستند. لذا به نظر می‌رسد بازار کاشان، به بازار مناطق دورافتاده روستایی و حاشیه‌ای تبدیل شده است که بخش قابل توجهی از مایحتاج خود را از آن جا تهیه می‌کنند.

نسبت واحدهای فعال به کل واحدها در مورد دو بخش محدوده قیصریه و راسته کفشدوزها حدود ۸۲ و ۸۳ درصد است که بسیار به هم نزدیک است؛ مانند موقعیت مکانی دو بخش یادشده. لذا به نظر می‌رسد که درصد واحدهای فعال به کل واحدها با نوع دسترسی هماهنگی و قرابت دارد و لذا تحلیل ارائه‌شده قابل دفاع است. نسبت یادشده نشان می‌دهد که بخش‌های میانی بازار که به طور مستقیم در دسترس نیستند، ممکن است با کم‌شدن فعالیت یا واحدهای فعال روبرو شوند. درعین حال، مقایسه محدوده قیصریه با بازار پانخل و بازار زرگرها نشان می‌دهد که دسترسی صرفاً تنها عامل تأثیرگذار بر فعال بودن یک راسته نیست؛ بلکه در صورت برقرار بودن سایر شرایط از جمله فعال بودن بازار کسب و کار و رونق صنف یا صنوف یک راسته، دسترسی از اهمیت برخوردار است و می‌تواند مورد تحلیل قرار گیرد. همین جا باید اضافه شود که به نظر می‌رسد ورودی بازار در شمال محدوده قیصریه که آن را از طریق بازارچه محقق به خیابان باب‌الحوائح پیوند می‌دهد، به احتمال فراوان کارکرد مناسبی ندارد.

در ادامه می‌بایست به دو راسته فرعی اما مهم بازار در جنوب و شمال آن اشاره کرد: راسته‌های تبریزی‌ها و درب زنجیر. این دو راسته، شهر کهن و بازار را به دو دروازه قم و اصفهان متصل می‌کرده و در امتداد راه مهم قم به اصفهان قرار داشته‌اند. با وجود این، هر دو وضعیت نامساعدی دارند و پس از بازار پانخل بیش‌ترین واحدهای غیرفعال را در خود جای داده‌اند و درعین حال، هر دو نیز بخشی از یک مجموعه شهری قابل توجه

تغییرات نیمه اول سده حاضر نشان می‌دهد که حاصل آن را علاوه بر توسعه نسبتاً اندک شهر، می‌توان در احداث خیابان‌های اصلی و میدان کمال‌الملک مشاهده کرد. دوره سوم علاوه بر این که نمایانگر توسعه‌های وسیع شهر در سه دهه اخیر است، آشکارکننده ساخت خیابان‌هایی در محدوده تاریخی برای تسهیل رفت و آمد نیز می‌باشد.

۵-۲-۱- تحلیل وضعیت بازار بر اساس

سنجش انسجام کلان

انسجام فضایی به‌عنوان یکی از نمایه‌های قابل اندازه‌گیری در تحلیل ساخت فضایی، از دیدگاه توپولوژیک، نشان‌دهنده جایگاه یک محدوده شهری در پیکره کلی شهر است. به بیان دیگر، اگر بخشی از یک گراف دارای بیشترین مقدار انسجام باشد، آن بخش، مرکز یا قلب توپولوژیک مجموعه‌ای محسوب می‌شود که با گراف نمایش داده شده است و در واقع در دسترس‌ترین بخش سیستم از تمام دیگر نقاط گراف محسوب می‌شود (مسعودی‌نژاد، ۱۳۹۵، ۸۲). این نمایه را می‌توان به دو زیرشاخه انسجام کلان^{۱۶} و انسجام محلی^{۱۷} تقسیم‌بندی کرد که هر کدام بسته به شرایط محدوده شهری، برخی خصوصیات را آشکار می‌کنند. در گراف‌های درج‌شده در این مقاله که خروجی تحلیل‌های نحو فضا هستند، رنگ‌های گرم‌تر نشان‌دهنده میزان بالاتر نمایه موردنظر است. لذا در دهه ۱۳۰۰ بیشترین مقدار عددی انسجام کلان در محدوده بازار و همچنین محدوده دیگری قابل مشاهده است که بعدها میدان کمال‌الملک در

هستند. راسته درب زنجیر که پیش‌تر یک گذر فعال شهری بوده است، راه دسترسی زیارتی به همین نام است که امروزه به دلیل آسیب‌های وارده و نوسازی کلی آن، علاوه بر خود بنا، مشکلات قابل توجهی در بافت پیرامون بازار نیز ایجاد کرده است. راسته یادشده به خیابان محتشم متصل می‌شود و بافت قابل توجهی بر سر راه خود دارد. موضوع مطرح‌شده بالا برای راسته تبریزی‌ها نیز صدق می‌کند. با این که راسته یادشده یک مجموعه کامل است و عناصر مهمی همچون سرا و مسجد دارد، ۴۰ درصد واحدهای مجاور آن غیرفعال هستند. این موضوع آشکار می‌کند که برای سال‌های طولانی، مجموعه یادشده احتمالاً بخشی حاشیه‌ای برای بازار کاشان محسوب می‌شده است؛ تا جایی که مسجد معتبر و تاریخی آن نیز فعالیت چندانی ندارد و صرفاً محل برگزاری جلسات هفتگی قرآن است.

۵-۲-۲- سنجش وضعیت بیرونی: نقش بازار

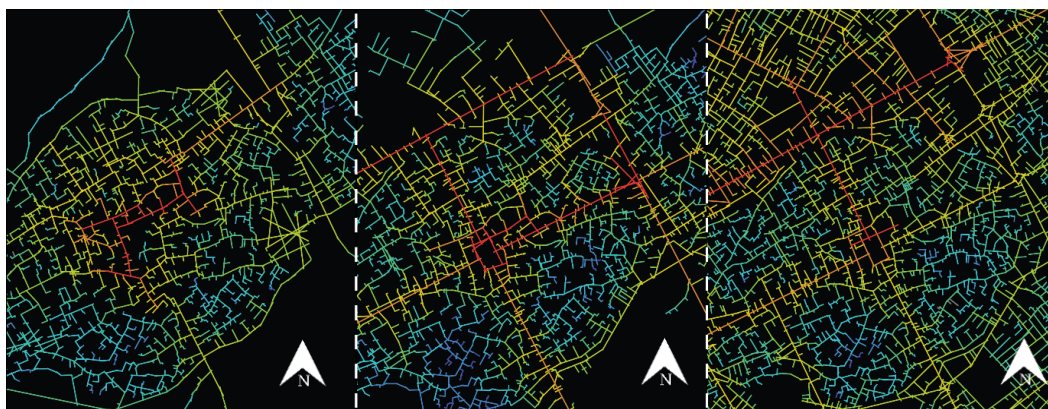
در ساختار فضایی شهر و سیر تحول آن در

سده اخیر

بررسی و تحلیل کارکردی بازار نشان می‌دهد که تغییراتی همچون خیابان‌کشی‌های حاصل از توسعه شهری سده اخیر، تأثیر چشمگیری بر کارکرد بازار داشته است. برای بررسی بهتر تغییرات، سده اخیر به سه دوره مهم و تأثیرگذار دهه‌های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ تقسیم‌بندی شده است. دوره اول به دهه ۱۳۰۰ بازمی‌گردد؛ زمانی که شهر هنوز ساخت تاریخی خود را به‌صورت دست‌نخورده دارا بوده است. دوره دوم وضعیت شهر را پس از نخستین

آنجا ساخته شده است (تصویر ۳، چپ). در دهه یادشده و در محدوده بازار، راسته‌های پانخل، درب زنجیر و زرگرها به ترتیب دارای بیشترین انسجام کلان بوده‌اند و راسته‌های دیگر بازار همچون کفشدوزها، بالابازار و مسگرها نیز وضعیتی متمایز از محیط پیرامون خود دارند. علاوه بر این، در محدوده جنوبی بازار و به‌طور خاص، گذری که به موازات راسته گذر نو در جنوب آن واقع شده و تا راسته بازار پانخل امتداد یافته (محدوده خیابان محتشم فعلی) نیز بیشترین میزان انسجام کلان را به خود اختصاص می‌دهد و در محدوده تقاطع راسته بازار پانخل با گذر پانخل که عمود بر هم هستند، نمایه یادشده با میزان ۰/۶۶ به اوج خود می‌رسد. مرکزیت گراف در این محدوده نشان می‌دهد که با وجود اهمیت بازار و نقش پررنگ آن در ساخت فضایی شهر و علی‌رغم توسعه آن به سوی شرق از سده‌های گذشته، هسته و قلب شهر متمایل به بخش‌های غربی بازار است؛ جایی که از نظر هندسی نیز در میانه شهر قرار داشته است.

در نقشه انسجام کلان دهه ۱۳۴۰ (تصویر ۳، وسط) بیشترین میزان این نمایه به ترتیب در محدوده میدان کمال‌الملک، خیابان محتشم و خیابان باباافضل مشاهده می‌شود. لذا به نظر می‌رسد با ساخت دو خیابان یادشده و میدان کمال‌الملک، بازار جایگاه خود در شهر را تا حد قابل توجهی از دست داده و نقش بی‌بدیل آن را سه عنصر جدید شهر برعهده گرفته‌اند. در مجموعه بازار و براساس نقشه انسجام کلان دهه ۱۳۴۰، راسته‌های پانخل و گذر نو، محدوده تقاطع راسته زرگرها با درب زنجیر و کفشدوزها و همچنین راسته‌های مسگرها و بالابازار به ترتیب دارای بیشترین مقدار انسجام کلان هستند. همان‌طور که در نقشه مشخص است این انسجام در تقاطع با محورهای برش‌دهنده راسته‌های بازار مانند خیابان‌های باباافضل و اباذر به اوج می‌رسد. این موضوع نشان می‌دهد که دو خیابان باباافضل و اباذر بخش‌هایی از بازار را در دسترس قرار داده و از این طریق بر میزان انسجام بخش‌های یادشده با محدوده‌های شهری پیرامون افزوده‌اند.



تصویر ۳- میزان انسجام کلان کاشان در دهه‌های ۱۳۰۰ (چپ)، ۱۳۴۰ (وسط) و ۱۳۹۰ (راست)؛ تصویرها نواحی نزدیک بازار را نمایش می‌دهند (مأخذ: نگارندگان).

در دهه ۱۳۹۰ بیشترین انسجام در خیابان‌های رجایی و کاشانی مشاهده می‌شود که به موازات بازار و در شمال آن احداث شده‌اند (تصویر ۳، راست). پس از آن خیابان باباافضل و محدوده شمالی میدان کمال‌الملک دارای بیشترین مقدار انسجام کلان هستند. در همین نقشه، میزان انسجام در محدوده قیصریه نسبت به کل بازار کاهش یافته است. بخشی از علت می‌بایست به دور بودن محدوده یادشده از خیابان‌های اصلی همچون باباافضل، ابادر، رجایی و کاشانی بازگردد. این موضوع روشن می‌کند که ساخت خیابان در اطراف بازار و تغییر نمایه انسجام و اهمیت یافتن شبکه جدید به جای ساخت ارگانیک بازار و سایر گذرها، اگرچه برخی بخش‌ها همچون راسته‌های برش خورده با خیابان‌ها را در دسترس قرار می‌دهد و میزان انسجام آن‌ها را بالا می‌برد اما بخش‌های میانی بازار همچون محدوده مهم قیصریه را به محاق برده و جایگاه آن‌ها به مثابه قلب بازار را متزلزل می‌کند. هرچند تأثیرات احتمالی خیابان جدیدالتأسیس باب‌الحوائج نیز نباید نادیده گرفته شود. به خصوص که خیابان یادشده براساس تحلیل‌های صورت گرفته از مقدار انسجام کلان بیشتری در نسبت با برخی از بخش‌های محدوده قیصریه برخوردار است. در همین دوره (۱۳۹۰) در بازار، راسته‌های گذر نو و پانخل (در محدوده بریده‌شده با خیابان باباافضل) و راسته مسگرها به ترتیب دارای بیشترین انسجام بوده و بعد از آن راسته زرگرها انسجام بالاتری نسبت به راسته‌های دیگر دارند. در مقایسه با وضعیت کارکردی بازار، مشاهده می‌شود که این مقادیر تقریباً با میزان

واحدهای فعال در راسته‌ها هماهنگی دارند (جدول ۱). لذا به نظر می‌رسد، راسته‌هایی که در مجاورت مسیرهای سواره اصلی قرار دارند و دارای مقدار انسجام بالاتری نسبت به راسته‌های مجاور هستند، از میزان واحدهای فعال بیشتری برخوردارند. راسته پانخل از این قاعده مستثنی است. میزان انسجام راسته یادشده بخاطر تقاطع و هم‌جواری با خیابان باباافضل بالا است؛ موضوعی که در دهه ۱۳۰۰ نیز قابل مشاهده است (تصویر ۳، چپ)؛ اما از طرفی درصد واحدهای فعال آن، کمترین میزان در بین راسته‌های دیگر است. با وجود این، محور یادشده هر ساله میزبان دسته‌های عزاداری است که در ایام عزاداری و به‌طور معمول از نواحی غربی شهر به سوی بازار و تیمچه امین‌الدوله حرکت می‌کنند. این امر نشان می‌دهد راسته مذکور هنوز ارزش اجتماعی خود را حفظ کرده و سابقه تاریخی‌اش را یادآور می‌شود. لذا به نظر می‌رسد که علت تفاوت میان وضعیت بازار پانخل و بازار گذر نو را باید در موقعیت مکانی هر کدام از راسته‌ها و ارتباط فضایی آن با عناصر پیرامون و از جمله بخش‌های دیگر بازار جستجو کرد.

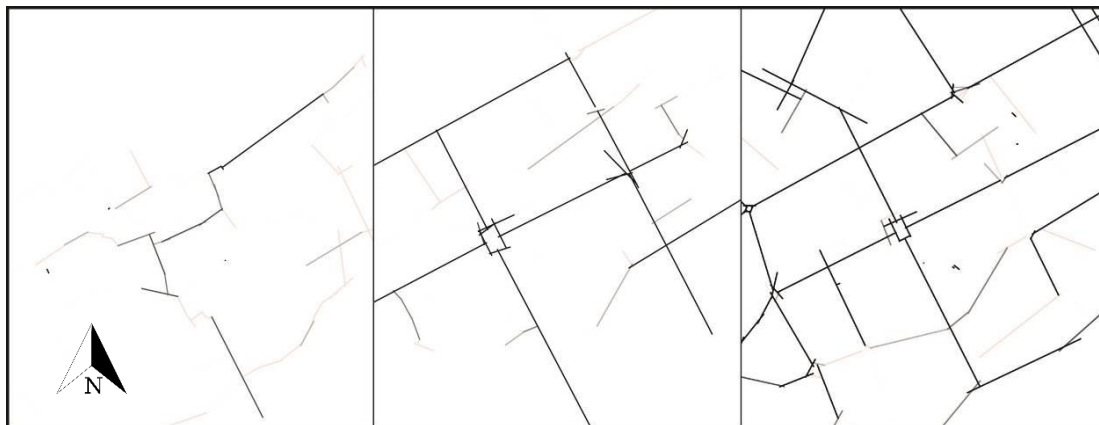
هر دو راسته گذر نو و پانخل از یک‌سوی خود با خیابان باباافضل ارتباط دارند و از دسترسی‌های یکسانی از سوی خیابان یادشده برخوردار هستند؛ اما عاملی که سبب اختلاف میان دو راسته شده است، سوی دیگر آن‌ها است. راسته پانخل برخلاف راسته گذر نو که از سوی دیگر خود به بازار زرگرها و سایر راسته‌های بازار کاشان پیوند می‌یابد، از سوی غربی‌اش با راسته یا بخش مهمی از بازار ارتباط ندارد. لذا ساخت خیابان برخلاف

راسته گذر نو، بازار پانخل را منزوی کرده و از میزان ارتباط آن با سایر بخش‌های بازار کاسته است. در نتیجه فعالیت‌های معمول و دائمی همچون کسب و کار در این راسته کاهش یافته است. این موضوع روشن می‌کند که احتمالاً بریده شدن بازار خطی توسط یک خیابان اگرچه که یک‌سوی بازار را در دسترس قرار می‌دهد و میزان انسجام آن را بالا می‌برد، اما این احتمال نیز وجود دارد که به منزوی شدن سوی دیگر منجر شود. این موضوع از این رو اهمیت دارد که یکپارچگی بازار در معرض خطر قرار می‌گیرد.

۵-۲-۲- بررسی نمایه گزیده

برای ایجاد درک بهتر از ستون فقرات شهر و بررسی هسته اصلی آن در سه دوره موردنظر

می‌بایست شبکه دسترسی را نیز مورد توجه قرار داد. شبکه دسترسی نشان‌دهنده مهم‌ترین مسیرهای ممکن برای رسیدن به مراکز یا مقصدهای مهم شهر است (مسعودی نژاد، ۱۳۹۵). برای تحلیل و بررسی شبکه دسترسی از نمایه گزیده^{۱۸} استفاده می‌شود که در ادامه پژوهش به آن پرداخته خواهد شد. محاسبه نمایه گزیده براساس شاخصه پایه اتصال^{۱۹} به معنی تعداد رابطه‌های یک محور با محورهای مجاور انجام می‌گیرد. نمایه گزیده، یک واحد هنجار شده (نرمالیز شده) است که براساس واحد پایه «اتصال» محاسبه می‌شود. به زبان دیگر، نمایه یاد شده، شاخص «ارتباط» میان یک جزء (در اینجا یک محور) با تمام اجزای دیگر گراف است (مسعودی نژاد، ۱۳۹۵: ۹۱).



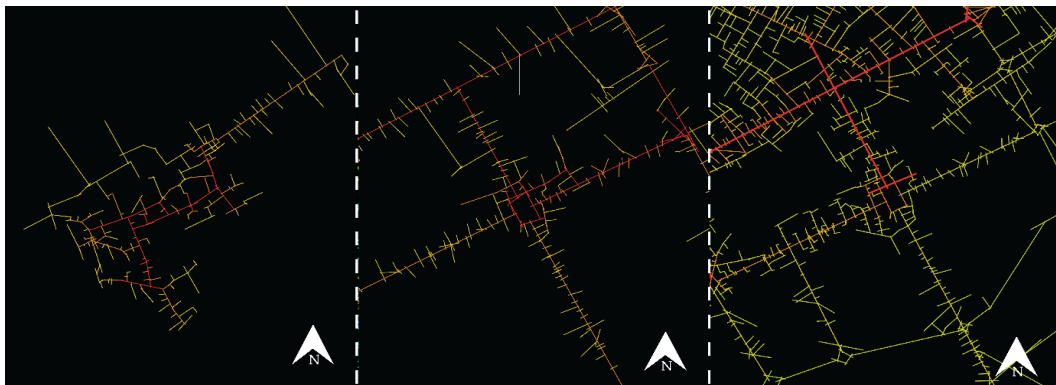
تصویر ۴- میزان نمایه گزیده کاشان در دهه‌های ۱۳۰۰ (چپ)، ۱۳۴۰ (وسط) و ۱۳۹۰ (راست)؛ تصویرها نواحی نزدیک بازار را نمایش می‌دهند (مأخذ: نگارندگان).

در نقشه گزیده سال ۱۳۰۰ (تصویر ۴، چپ) پراکندگی گذرهای مهم به‌طور یکنواخت و در تمام سطح شهر گسترش پیدا کرده است. به‌صورتی که در نگاه اول تمام محدوده شهری را گذرها و

مسیرهای ارگانیک بدون مسیری مستقیم و بلند تشکیل می‌دهد. در حالی که شاکله کلی مسیرهای دسترسی از خطوطی شبیه به هم تشکیل شده است، از میان همین گذرها شریان‌های اصلی شهر

کمال‌الملک و خیابان‌های منشعب از آن مرکز جدید شهر را تعریف می‌کنند و این در حالی است که بازار تقریباً به حاشیه رانده شده است؛ هرچند برخی گذرها همچون بالابازار و راسته مسگرها هنوز تأثیرگذاری خود را هرچند به‌طور محدودتری حفظ کرده‌اند. در این میان خیابان رجایی نیز به‌عنوان خیابانی قدرتمند و تأثیرگذار در بخش شمالی شهر حضور دارد. نقشه گزیده ۱۳۹۰ (تصویر ۴، چپ) نشان می‌دهد که از زمان اجرای طرح‌های توسعه شهری جدید و گسترش سریع شهر به‌ویژه به سمت غرب و جنوب غربی، هسته اصلی از محدوده میدان کمال‌الملک نیز خارج شده است. توسعه محورهای امیرکبیر و قطب راوندی که ناشی از بازتعریف نقش شهری راه‌های میان کاشان و فین کوچک و راوند است، روند تغییر را سرعت بخشیده است. در پی این تغییرات، بازار دیگر نقش محوری را در شهر در حال توسعه ندارد و به‌نظر می‌رسد که تمام بازار به حاشیه رانده شده و از نظر فضایی با محورهای دیگر محدوده تاریخی هم ارزش شده است.

قابل‌شناسایی هستند. این موضوع نشان می‌دهد که در حدود دهه ۱۳۰۰، پراکندگی مسیرهای پرتردد شهری به‌صورت یکسان در کل محدوده شهر تقسیم شده بود. بر طبق این نقشه، دست‌کم برخی از راسته‌های بازار در اوایل سده اخیر مهم‌ترین مسیر شهری در کاشان بوده‌اند. البته این مقدار در تمام راسته‌های بازار یکسان نیست. راسته‌های مسگرها و بالابازار بیشترین مقدار نمایه‌گزیده را در اختیار دارند و بقیه گذرها از مقدار تقریباً برابر یا نزدیک به هم برخوردار هستند. لذا تصویر یادشده نشان می‌دهد که شهر به محوریت و مرکزیت بازار سازمان‌دهی شده است؛ موضوعی که از گذشته‌های بسیار دور آغاز شده و ادامه یافته است. باوجوداین، محوریت و مرکزیت بازار در کمتر از ۳ الی ۴ دهه به‌طور کلی دستخوش تغییر شده است. اگر نقشه گزیده دهه ۱۳۴۰ بررسی شود (تصویر ۴، وسط)، مشاهده می‌شود که در سال‌های دهه مذکور، شهر با محوریت میدان کمال‌الملک و خیابان‌های منشعب از آن به حیات خود ادامه داده است. لذا به‌نظر می‌رسد که در دهه ۱۳۴۰، بازار قلب شهر و محور اصلی آن نیست. بلکه میدان

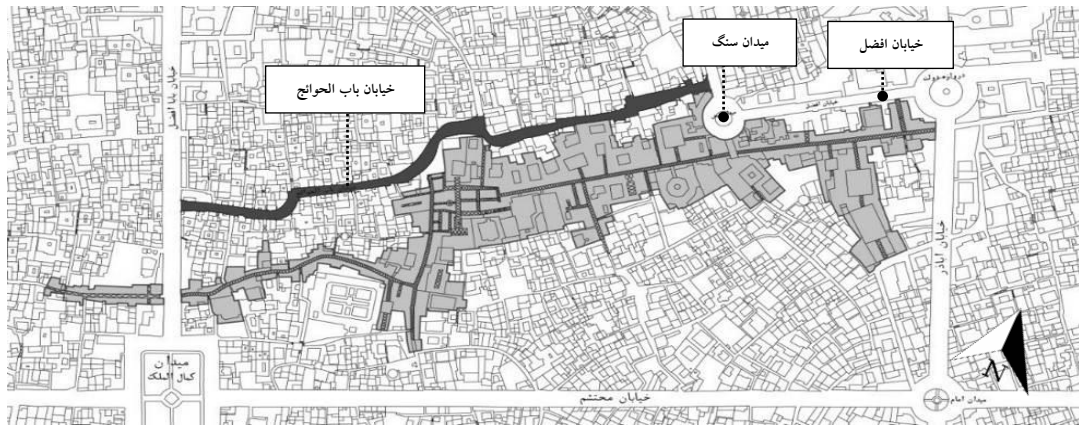


تصویر ۵- گراف هسته اصلی انسجام کاشان در دهه‌های ۱۳۰۰ (چپ)، ۱۳۴۰ (وسط) و ۱۳۹۰ (راست)؛ تصویرها نواحی نزدیک بازار را نمایش می‌دهند و برای درک بهتر تصاویر، خطوط با مقدار عددی پایین حذف شده‌اند (مأخذ: نگارندگان).

۵-۳- تغییر وضعیت نقش بازار در ساخت شهری کاشان

تصویر ۵ نقشه هسته اصلی انسجام کاشان را در سال‌های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ نمایش می‌دهد. برای درک بهتر شکل و موقعیت این هسته، عناصر با میزان انسجام پایین از نقشه حذف شده‌اند. بنابر نقشه هسته اصلی انسجام ۱۳۰۰ (تصویر ۵، چپ) در اوایل سده اخیر هسته مرکزی کاشان را محدوده‌ای تشکیل می‌دهد که در امتداد غربی بازار که همچون یک ساخت مهم شهری است، گسترش یافته بود. در منتهی‌الیه غربی ساخت بازار، انشعابات بیشتری از محورها در شمال و جنوب بازار قرار دارند. این انشعابات می‌توانند نمایشگر بخشی از بازار و محدوده‌های شهری دانسته شوند که علاوه بر ارتباط مستقیم با بازار، در مرکزیت تقریباً هندسی شهر نیز قرار گرفته‌اند. نقشه هسته اصلی انسجام دهه ۱۳۴۰ (تصویر ۵، وسط) نشان می‌دهد که در دهه یادشده و با ساخت میدان کمال‌الملک و خیابان‌های منتهی به آن، شاکله اصلی کاشان از حالت ارگانیک خارج شده و محدوده‌های ناشی از خیابان‌کشی‌های جدید، هسته‌های نوینی را به صورت خطی به وجود آورده‌اند. بازار نیز به دنبال این دگرگونی‌ها، یکپارچگی خود را از دست داده است و حیات آن در محدوده‌های منتهی به خیابان‌های جدید و متقاطع با آن به صورتی گسسته ادامه یافته است.

در ۲ الی ۳ دهه اخیر دو اتفاق مهم روی داده است؛ نخست این که عملاً هسته اصلی شهر به محور شهری دربردارنده خیابان‌های رجایی و کاشانی انتقال یافته و بازار تنها در محدوده راسته مسگرها به دلیل تقاطع با خیابان اباذر و همچنین در محدوده تقاطع راسته گذر نو و پانخل با خیابان باباافضل جزئی از زیرشاخه‌های این هسته جدید به حساب می‌آید (تصویر ۵، راست). درعین حال این دو خیابان برش‌دهنده بازار، بیشترین تأثیر را در حفظ جایگاه بازار به عنوان یک مسیر باارزش، هرچند به صورت گسسته و با توجه به توسعه‌های اخیر داشته‌اند. در تحلیل پارامترهای نحو فضا، راسته‌های منتهی به این دو مسیر همچون بازار گذر نو و بازار مسگرها از ارزش انسجام بالایی برخوردار هستند (تصویر ۳). همچنین مشاهده می‌شود که خیابان جدیدالتأسیس باب‌الحوایج (تصویر ۶) از محدوده قیصریه تا راسته گذر نو را تحت‌الشعاع خود قرار داده و ارزش آن‌ها را فروکاسته است. این موضوع نشان می‌دهد که خیابان‌های مهم و متقاطع با راسته‌ها، آن‌ها را در دسترس قرار می‌دهند و به اصطلاح از عمق آن‌ها می‌کاهند و دست کم در کوتاه‌مدت ممکن است به انسجام آن‌ها کمک کنند و از طرف دیگر خیابان‌های موازی با راسته‌ها، آن‌ها از دسترس دور کرده و در عمق قرار داده و از تأثیرگذاری آن‌ها می‌کاهند.



تصویر ۶- وضعیت خیابان باب الحوائج در دهه ۱۳۹۰ که به موازات بازار و در میان بافت شهری نزدیک بازار احداث شده است (مأخذ: نگارندگان).

براساس نمونه واقع در سوی غربی بازار کاشان که در آنجا بازار توسط خیابان باباافضل بریده شده است، وضعیت دو راسته واقع در دو طرف خیابان متفاوت است و بررسی‌های بیشتر نیازمند توجه به زمینه و سوهای بازار و سایر عناصر شهری آن محدوده است. چنین فرضیه‌ای با توجه به سوی شرقی بازار پررنگ‌تر می‌شود؛ جایی که خیابان اباذر بازار مسگرها و بازارچه سردار را از یکدیگر جدا کرده است. در این مورد، بازارچه سردار چنان از رونق افتاده است که سقف و طاق‌های آن نیز تخریب شده است. در هر دو مورد بررسی شده، هر دو راسته دو سوی خیابان‌های باباافضل و اباذر، میزان انسجام بالاتری پیدا می‌کنند؛ هرچند راسته‌های مسگرها و گذر نو که در امتداد بخش‌های وسیع‌تر بازار هستند، عملاً از نظر رونق اقتصادی قابل مقایسه با سوی دیگر یعنی راسته‌های پانخل و سردار نیستند؛ اما ساخت خیابان‌های موازی با راسته‌ها، تأثیر متفاوتی بر اجزاء بازار می‌گذارد. در ادامه نتایج تحلیل‌های صورت گرفته طوری بررسی و ارزیابی می‌شوند که نوع

خیابان باب الحوائج محوری است که در دهه اخیر و در ابتدا به عنوان مسیری ثانویه جهت تأمین نفوذپذیری در محدوده تاریخی و همچنین تأمین پارکینگ موردنیاز برای بازار و به موازات آن احداث شده است. در تحلیل پارامترهای نحو فضا مشخص می‌شود برخلاف خیابان‌های متقاطع، ایجاد این گونه خیابان‌های موازی منجر به کاهش ارزش گذرهای موازی با خیابان می‌شود. با بررسی نقشه‌های دهه‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ (به علت شباهت کلیت محدوده بازار در این دو دوره و تحلیل دقیق تر)، مشاهده می‌شود مقدار انسجام در محدوده قیصریه کاهش یافته و به دنبال آن به مقدار انسجام خیابان باب الحوائج (محدوده طمقاچی‌ها) اضافه شده است.

۶- بحث: ارزیابی تغییرات صورت گرفته در پیکره‌بندی شهر و تأثیر آن بر بازار

بنابر مطالعات صورت گرفته، به نظر می‌رسد که خیابان‌های برش دهنده بازار تأثیری مشابه بر دو بخش باقی مانده در دو سوی خود ندارند. دست کم

تأثیرگذاری عناصر افزوده شده به پیکره بندی شهر به طور روشن تری تبیین شود.

با ایجاد خیابان های محتشم و بابا افضل، راسته گذرنو با کاهش انسجام در نسبت با کل شهر همراه بوده است (جدول ۲). به نظر می رسد علت کاهش ناچیز میزان انسجام کلان از میزان ۱/۳۴۶ به ۱/۳۴۴ را باید در قطع شدن راسته یادشده توسط خیابان بابا افضل جستجو کرد؛ زیرا خیابان یادشده، راسته را اگرچه نه در نسبت با الگوی فضایی شهر اما به طور کلی در دسترس قرار داده است. برای پرهیز از تأثیرگذاری کاذب توسعه ساخت فضایی شهر بر ارزیابی انسجام یک راسته مشخص بازار، لازم است ارزیابی ها بر اساس میزان نمایه انسجام محلی صورت بگیرد. می بایست توجه داشت که هدف در این جا نه ارزیابی وضعیت یک راسته نسبت به

نمایه انسجام کل که بررسی تغییر وضعیت محلی آن در نسبت با مهم ترین عناصر تأثیرگذار همچون خیابان های جدید الاحداث پیرامون است. براین اساس در بازه دهه ۱۳۴۰ برخلاف انسجام کلان، میزان انسجام محلی با افزایش ناچیزی از میزان ۱/۳۲۷ به ۱/۳۳۳ همراه است (جدول ۳)؛ که علت آن را می توان به تأثیرگذاری خیابان متقاطع بابا افضل بر راسته گذرنو و محدوده بلا فصل آن نسبت داد. به عبارت دیگر، راسته گذرنو اگرچه در دهه ۱۳۴۰ به علت اثرگذاری خیابان محتشم با کاهش انسجام در پیکره بندی کل شهر همراه بوده است، ولی در مقیاسی محلی، میزان انسجام آن به واسطه اتصال مستقیم آن به یک خیابان اصلی افزایش یافته است.

جدول ۲- میانگین مقدار عددی انسجام کلان کاشان و راسته های گذرنو و بالابازار - مسگرها در دهه های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ (مأخذ: نگارندگان).

عنوان	دهه ۱۳۰۰	دهه ۱۳۴۰	دهه ۱۳۹۰
میانگین انسجام کلان شهر کاشان	۰/۴۴۵	۰/۷۲۶	۰/۸۶۷
میانگین انسجام کلان راسته گذرنو	۱/۳۴۶	۱/۳۴۴	۱/۲۵۷
میانگین انسجام کلان راسته های بالابازار-مسگرها	۱/۳۲۸	۱/۴۲۹	۱/۳۸۰

جدول ۳- میانگین مقدار عددی انسجام محلی کاشان و راسته های گذرنو و بالابازار - مسگرها در دهه های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ (مأخذ: نگارندگان).

عنوان	دهه ۱۳۰۰	دهه ۱۳۴۰	دهه ۱۳۹۰
میانگین انسجام محلی شهر کاشان	۱/۰۳۸	۱/۱۷۰	۱/۴۶۳
میانگین انسجام محلی راسته گذرنو	۱/۳۲۷	۱/۳۳۳	۱/۱۵۷
میانگین انسجام محلی راسته های بالابازار-مسگرها	۱/۹۶۸	۱/۷۰۲	۱/۴۴۶



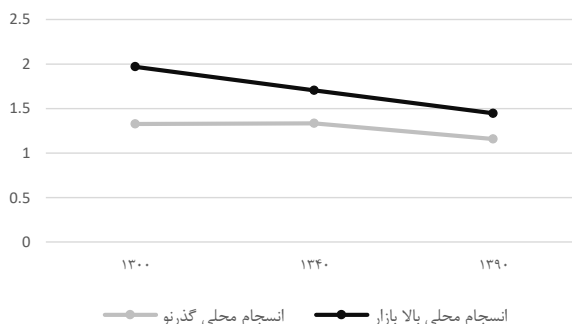
تصویر ۷- مقایسه مقدار عددی نمایه انسجام کلان و محلی راسته گذرنو در دهه‌های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ (مأخذ: نگارندگان).

قوی در نقشه وضعیت پیکره‌بندی کاشان دهه قوی ۱۳۰۰ را شکل می‌دهند. این محور در انتهای شرقی راسته مسگرها توسط خیابان جدید الاحداث اباذر قطع شده است (تصاویر ۱ و ۲). جدول ۳ نشان می‌دهد که میزان انسجام محلی این محور در دهه ۱۳۴۰ و باوجود احداث خیابان برش‌دهنده اباذر با کاهش همراه است و از میزان ۱/۹۶۸ به ۱/۷۰۲ کاهش یافته است. علت را می‌بایست در احداث خیابان موازی و هم‌جوار افضل (رضا عباسی) جستجو کرد که در فاصله بسیار نزدیکی از راسته مسگرها ساخته شده و از طریق وضعیت امروزی میدان سنگ به محور پراهمیت خیابان رجایی اتصال یافته است (تصاویر ۱ و ۲). ارزیابی میزان انسجام محلی همین راستا در دهه ۱۳۹۰ (جدول ۳) نیز نشان می‌دهد که میزان انسجام محلی برای محور دربردارنده دو راسته بالابازار و مسگرها با همان شیب نزولی نیمه اول سده حاضر کاهش یافته است (تصویر ۸). در این مورد باید به نقش خیابان باب‌الحوائج اشاره کرد که از انتهای دهه ۱۳۸۰ تکمیل شده و میدان سنگ را به خیابان باب‌افضل در سمت غربی بازار متصل کرده است (تصویرهای ۲ و ۶). بخش مهمی از این خیابان که

در دهه ۱۳۹۰ میزان انسجام کلان با کاهش بیشتری نسبت به دوره ۱۳۴۰ همراه است و از میزان ۱/۳۴۴ در دهه ۱۳۴۰ به ۱/۲۵۷ تغییر یافته است (جدول ۲). به نظر می‌رسد شکل توسعه شهری و جهت آن و خارج شدن مرکزیت فیزیکی شهر از حوالی محدوده تاریخی از جمله علت این کاهش است (تصویر ۷). تصویر ۷ نشان می‌دهد که نمودار نمایه انسجام محلی با شیب به مراتب بیشتری نسبت به انسجام کلان سیر نزولی داشته است. علت را باید در تغییرات رخ داده شده در محدوده بلافضل راسته گذر نو دانست؛ جایی که خیابان جدید الاحداث باب‌الحوائج با تخریب بخش‌هایی از بافت و متصل کردن معابر موجود به صورت یک خیابان موازی با راسته گذر نو شکل گرفته و توسعه یافته است.

برای بررسی بیشتر نحوه اثرگذاری خیابان‌های جدید الاحداث بر جایگاه بازار در پیکره‌بندی شهر، لازم است یافته‌های پیشین در مورد تأثیر خیابان باب‌افضل و باب‌الحوائج، بر راسته گذر نو، در سمت شرق بازار نیز با ارجاع به یک محور ارتباطی مشخص بررسی و ارزیابی شود. راسته بالابازار و امتداد شرقی آن که بازار مسگرها نام دارد، محوری

در سوی شرقی آن قرار دارد، به‌طور موازی و در فاصله نزدیکی از راسته بالابازار واقع شده است و به نظر می‌رسد بر آن تأثیر نیز گذاشته است.



تصویر ۸- مقایسه مقدار عددی نمایه انسجام محلی راسته‌های گذرنو و بالابازارمسگرها در دهه‌های ۱۳۰۰، ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ (مأخذ: نگارندگان).

لذا به نظر می‌رسد که خیابان‌های یادشده در کنار دو محور اباذر و رجایی، یک ساخت فضایی ثانوی شطرنجی برای شهر تاریخی ایجاد کرده‌اند که در کنار خود، محلات در عمق قرار گرفته‌ای را شامل می‌شوند. هم‌گراف عمق در دهه ۱۳۴۰ (تصویر ۹) و هم‌گراف‌های نمایه‌گزیده (تصویر ۴، وسط) و هسته انسجام (تصویر ۵، وسط) در همان دهه ۱۳۴۰ آشکار می‌کنند که چطور بخش‌های وسیعی از شهر از ساخت فضایی اصلی آن منفک شده و راه انزوا را پیش گرفته‌اند. باوجوداین، همان‌گراف‌ها یادآور می‌شوند که صرفاً بخش‌های مرکزی بازار به‌طور قابل توجهی در عمق قرار گرفته‌اند و لاجرم منزوی شده‌اند و در عوض بخش‌های قابل توجهی از آن باوجود رقیبان تأثیرگذاری همچون خیابان‌های ساخته شده تا سال ۱۳۴۰، اهمیت و جایگاه خود را حفظ کرده‌اند. علت احتمالاً می‌بایست در بقای نسبت و قرابت کلی پیکره‌بندی شهر تاریخی با شهر دهه ۱۳۴۰ دانسته شود؛ زیرا

موضوع دیگری که از بررسی نتایج تحلیل‌های نحو فضا روشن می‌شود تغییرات ایجادشده در پیکره‌بندی و یا ساخت فضایی شهر در اثر احداث خیابان‌ها است. در صورتی که نتایج تحلیل نحو فضا، بازار کاشان را در ابتدای سده حاضر به‌عنوان ستون فقرات و محور اصلی شهر بازنمایی می‌کند (تصویر ۳، چپ)، نقشه وضعیت شهر در دهه ۱۳۴۰ (تصویر ۳، وسط) نشان می‌دهد که ساخت شهر از یک شبکه ارگانیک مبتنی بر گذرها و معابر به‌هم پیوسته به ساختی ثانوی متشکل از دو محور عمود برهم که دربردارنده خیابان‌های باباافضل، محتشم، فاضل نراقی و ملاحبیب‌الله است (تصویر ۲) تغییر یافته است. بدون شک همان‌طور که گراف نمایه عمق نشان می‌دهد (تصویر ۹)، بخش‌های وسیعی از بافت شهری از ساخت فضایی جدید خارج شده و کاشان دهه ۱۳۴۰ بیش از هر عنصر دیگری با تکیه بر خیابان‌های یادشده و میدان کمال‌الملک که محل تلاقی آن‌ها است بازنمایی می‌شود.

حدود قابل توجهی حفظ شده و خیابان‌ها صرفاً ساخت فضایی جدیدی را به حدود پیکره قدیمی افزوده‌اند.

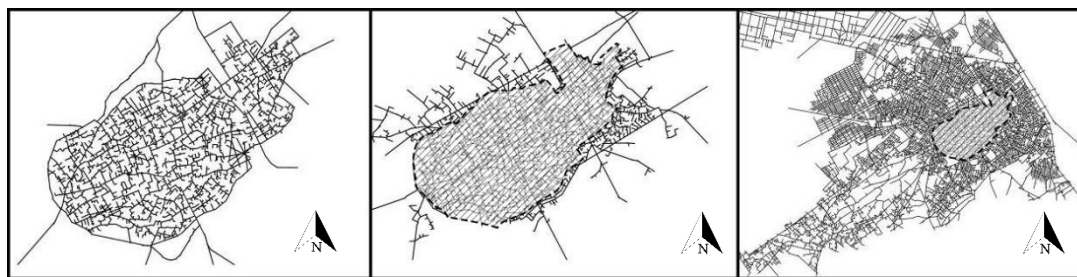
بررسی عکس هوایی سال ۱۳۳۵ کاشان (تصویر ۱۰) و همچنین مقایسه نقشه‌های محوری شهر در دهه‌های ۱۳۰۰ و ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ (تصویر ۱۱) نشان می‌دهد که تا دهه ۱۳۴۰ شکل کلی شهر تاریخی تا



تصویر ۹- گراف نمایه عمق در سال ۱۳۴۰؛ هر چه خطوط رنگ گرم‌تری داشته باشند، از عمق بیشتری برخوردار هستند. عمق بیشتر به معنای در دسترس نبودن بیشتر است (مأخذ: نگارندگان).



تصویر ۱۰- عکس هوایی کاشان در سال ۱۳۳۵ (مأخذ: سازمان نقشه‌برداری کشور).



تصویر ۱۱- نقشه‌های محوری کاشان در دهه‌های ۱۳۰۰ (چپ) و ۱۳۴۰ (وسط) و ۱۳۹۰ (راست). بر روی نقشه محوری کاشان دهه‌های ۱۳۴۰ و ۱۳۹۰ محدوده شهر در دهه ۱۳۰۰ نمایش داده شده است (مأخذ: نگارندگان بر مبنای تصاویر هوایی سازمان نقشه‌برداری کشور و نقشه بازسازی‌شده سال ۱۳۰۰ توسط مهندسان مشاور شهر و خانه که در سال ۱۳۷۴ تهیه شده است)

شهر دهه ۱۳۹۰ و همچنین در عمق قرار گرفتن اندام‌های بازار همراه شده است. این موضوع در کنار نتایج تحلیل کارکردی بازار خاطرنشان می‌کند که بازار در انزوای از طریق مهم‌ترین محلات مجاور و ساخت ارگانیک شهر که صرفاً از طریق مهم‌ترین خیابان‌ها همچون باباافضل و اباذر با ساخت جدید شهر تغییر شکل یافته مواجه می‌یابد و ارتباط برقرار می‌کند. از همین رو است که راسته‌های منتهی به خیابان که رو به سوی درون بازار دارند کماکان از رونق برخوردارند و سایر راسته‌ها کم‌وبیش رونق خود را از دست می‌دهند. در چنین وضعیتی ممکن است تصور شود که ساخت خیابان‌های موازی و جدید همچون خیابان باب‌الحوائج چاره کار است؛ اما این گونه خیابان‌ها نیز چنان که بررسی شد به در عمق قرار گرفتن بخش‌های گوناگون بازار می‌افزاید و لذا وضعیت را بدتر می‌کند.

گراف نمایه انسجام کلان در دهه ۱۳۹۰ (تصویر ۳، راست و همچنین تصویر ۱۲) و همچنین گراف هسته انسجام کلان (تصویر ۵، راست) نشان می‌دهد که در دهه یادشده علاوه بر تأثیرگذاری خیابان‌های باباافضل، محتشم، فاضل نراقی و اباذر، نقش خیابان‌های رجایی، کاشان و بهشتی در هسته انسجام کلان شهر افزایش یافته است و ساخت فضایی شهر، شکل جدیدی پیدا کرده که نسبتی متعادل و متقارن با محدوده شهر تاریخی ندارد. به‌خصوص دو محور عظیم شهری، یعنی خیابان امیرکبیر به‌سوی فین و بلوار قطب راوندی به‌سوی راوند، باعث شکل‌گیری محلاتی در قطاع شهری میان خود شده‌اند و توسعه شهر را به‌سوی غرب و جنوب غربی سوق داده‌اند. این جهت توسعه که در سویی خلاف موقعیت شهر تاریخی در حال رشد است، بازار را بیش‌ازپیش منزوی کرده است. مدل انزوا با قرار گرفتن شهر تاریخی و بازار در حاشیه



تصویر ۱۲- گراف نمایه انسجام کلان کل محدوده شهری کاشان در دهه ۱۳۹۰؛ هر چه رنگ خطوط به سمت آبی (طیف سرد) متمایل شود از مقدار انسجام کاسته می‌شود و بالعکس با متمایل شدن خطوط به سمت رنگ قرمز (طیف گرم) به میزان انسجام آن‌ها افزوده می‌شود (مأخذ: نگارندگان).

۷- نتیجه‌گیری

ساخت هر خیابان یا شبکه‌ای از خیابان‌ها ممکن است تأثیر پیچیده‌ای بر بازار داشته باشد. فهم این تأثیرگذاری نیازمند بررسی نحوه اثرگذاری و سنجش آن بر پیکره‌بندی شهر و همچنین آگاهی یافتن از تغییرات اجتماعی یا اقتصادی است. در این مقاله علاوه بر مطالعه پیکره‌بندی شهر، وضعیت عمومی اقتصادی بازار به عنوان یک شاخصه کمکی و از طریق توجه به میزان فعالیت در واحدهای نسبتاً مستقل بازار مطالعه شده است.

با خارج شدن ساختار شهر از حالت ارگانیک، تمایل انسجام کل به سمت خیابان‌های مستقیم و طولانی که از لحاظ توپولوژیک دست‌یافتنی‌تر هستند، سوق داده شده و این محورها با دارا بودن میزان نمایه‌گزیده بالا به مهم‌ترین مسیرهای

موجود در شهر تبدیل شده‌اند؛ مسیرهایی که بیشترین تردد را برای رسیدن به مراکز مهم شهری دارا هستند. خیابان‌های متقاطع به مرکزیت میدان کمال‌الملک که هسته اصلی کاشان را در دهه ۴۰ چهل تشکیل می‌دادند، در همان زمان نیز ساخت فضایی جدیدی از شهر ارائه کردند که نتیجه آن در عمق قرار دادن بخش‌های تاریخی و از جمله بازار و انزوای این محدوده‌ها بوده است. این روند در دهه‌های بعد و با اهمیت پیدا کردن دیگر خیابان‌ها و از جمله محور مستقیم متشکل از خیابان‌های رجایی، کاشان و امیرکبیر، ساخت فضایی ارگانیک کاشان را به یک پیکره‌بندی شطرنجی تبدیل کرده که بر روی شهر تاریخی قرار گرفته بود. نتیجه، تبدیل این شبکه به هسته انسجام شهر و کاهش انسجام کلان و محلی

قابل توجه در محدوده‌ها و محلات تاریخی و بازار بوده است. روند توسعه شهر و خیابان‌ها چنانکه در دو دهه اخیر رخ داده است نیز به تغییر شکل شهر منجر شده است. این توسعه که غالباً در جهت غرب و جنوب غربی رخ داده است، باعث دور شدن محدوده تاریخی و بازار از هسته انسجام کلان شهر شده و به انزوای محدوده تاریخی و بازار منجر شده است.

در مقیاس ریزتر نیز توجه به نقش خیابان‌ها و تأثیر آن‌ها بر راسته‌های مجاور از اهمیت برخوردار است. مطالعات این مقاله نشان داد که خیابان‌های برش دهنده راسته‌های بازار اگرچه در کوتاه مدت ممکن است به افزایش میزان انسجام راسته‌های یادشده کمک کنند، اما این افزایش نباید به معنی افزایش کارکرد آن‌ها تلقی شود. باید توجه داشت که عوامل دیگری همچون سابقه و محل قرارگیری نیز در این میان نقش دارند و مهم‌تر این که بریده شدن راسته‌ها در کنار افزایش میزان نمایه انسجام به گسست و عدم یکپارچگی راسته و بازار دامن زده و به ویژه بخشی از آن را منزوی خواهد کرد. پیش از این از یکپارچگی درونی بازار و یکپارچگی آن با محیط شهری صحبت شد. به نظر می‌رسد تأثیر خیابان‌های اطراف بازار هر دو مرتبه یکپارچگی را تحت تأثیر قرار می‌دهد برای مثال هم بازار را از بافت شهری خود منفک می‌کند و هم علاوه بر این که عناصر بازار را از هم جدا می‌کند، باعث ایجاد تفاوت کارکردی قابل توجهی میان دو بخش متناظر نیز می‌شود. در این مورد به طور مشخص به بازار پانخل و انزوای آن اشاره شد؛ اما شاید نمونه مهم دیگر محدوده قیصریه

بازار است که اگرچه در قلب آن قرار دارد و به یک خیابان جدیدالاحداث نیز بسیار نزدیک است، اما از وضعیت مناسبی برخوردار نیست؛ چنان که هم میزان انسجام آن در دهه ۱۳۹۰ کاهش یافته و هم رونق اقتصادی آن با مشکل روبرو است. براساس یافته‌های این مطالعه، جدای از لزوم توجه به شکل جدید شهر و مطالعه در جهت اصلاح جهات توسعه که خارج از حوزه این مقاله است و تا زمان ایجاد اصلاحاتی برای تغییر نسبت شهر تاریخی و شهر جدید، باید از توسعه ریز و درشت شبکه خیابان‌ها با مدل تعریض معابر تاریخی خودداری کرد و به بهبود ارتباط میان بازار و عناصر شهر تاریخی حوالی بازار و همچنین خیابان‌های موجود پرداخت و به این مجموعه دربردارنده بازار و بستر شهری آن به عنوان یک کل به هم پیوسته نگریست.

این پژوهش درصدد پاسخ‌گویی به این پرسش برآمد که تغییر ساختار فضایی کاشان و از جمله ساخت خیابان‌ها چه تأثیری بر جایگاه بازار داشته است. در جهت پاسخ‌گویی به این پرسش تلاش شد تا مطالعات پیشین و یافته‌های آن‌ها به خصوص از نظر نحوه توجه به مطالعه ساخت فضایی شهر و همچنین روش مواجهه و مطالعه مورد توجه قرار بگیرند. برای مثال یافته‌های این مقاله می‌تواند یک نمونه موردی دیگر به مطالعه ساختار فضایی شهرهایی همچون کرمان، شیراز، همدان، سمنان، کرمانشاه و قزوین^{۲۰} بیفزاید، یا کمک کند تا جایگاه یک نمونه کلاسیک از بازار به مثابه قلب اجتماعی و فرهنگی شهر^{۲۱} در مناطق مرکزی ایران تجزیه و تحلیل شود و یا روشی مشخص‌تر برای

بهبود تحلیل‌های ساختار فضایی یک منطقه شهری کمک می‌کند، اما به تنهایی نمی‌تواند پاسخگوی رفتارهای مختلف در یک بستر ارگانیک باشد که عوامل اجتماعی و فرهنگی در شکل‌گیری آن بسیار دخیل بوده‌اند. لذا جدای از بررسی‌های اقتصادی محدود صورت گرفته، تحلیل‌های اجتماعی و فرهنگی از بستر مورد بررسی و مطالعات اقتصادی افزون‌تر، می‌توانند مکملی در جهت تدقیق یافته‌های این پژوهش باشند.

مطالعه سیر تحولات کالبدی کاشان^{۲۲} و آسیب‌شناسی نسبت میان شهر کهن و توسعه‌های اخیر پیشنهاد شود. علاوه بر این، این مقاله مطالعه‌ای آسیب‌شناختی است و از این نظر با مطالعات پیشین تفاوت اساسی دارد. یافته‌های این مقاله محدود به مطالعه در باب ساخت فضایی شهر نیست و می‌توان از آن‌ها برای ارزیابی تغییرات ایجادشده و آسیب‌های واردشده بر جایگاه و ساختار بازار بهره برد. در عین حال، این مطالعه بدون توجه به جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی بازار و نسبت آن با خصوصیات محدوده شهری پیرامون آن صورت گرفته است. نحو فضا اگرچه به عنوان یک روش به

پی‌نوشت

1. Venice Charter, 1964
2. Space Syntax
3. Integration
4. Choice
5. Connectivity
6. Depth
7. Integration
8. Global integration
9. local integration

۱۰. همچنین نک: Bill Hillier, Space Is the Machine: A Configurational Theory of Architecture, 99-101.

۱۱. برای اطلاعات بیشتر نک: رضا مسعودی‌نژاد، مطالعه تطبیقی بازار تجاری و بازار اجتماعی با نگاهی معطوف به بازارهای تاریخی دزفول و شوشتر به عنوان بازار تجاری.

۱۲. نک: پرونده ثبت اثر در فهرست آثار ملی به شماره ۵۸۹۹.

۱۳. نک: پرونده ثبت اثر در فهرست آثار ملی به شماره ۱۷۳۲۱.

۱۴. نک: همان.

۱۵. همچنین نک: الله یار صالح، تعلیقات و توضیحات بر تاریخ کاشان، ۴۶۸.

16. Global Integration
17. Local Integration
18. Choice
19. Connection

۲۰. نک: Karimi, Kayvan, The spatial logic of organic cities in Iran and the United Kingdom.

۲۱. نک: رضا مسعودی‌نژاد، مطالعه تطبیقی بازار تجاری و بازار اجتماعی با نگاهی معطوف به بازارهای تاریخی دزفول و شوشتر به عنوان بازار تجاری.

۲۲. نک: حمیدرضا وارثی و همکاران، سیر تحولات تاریخی و کالبدی بافت تاریخی شهر کاشان.

منابع

- اولناریوس، آدام. (۱۳۶۹). *سفرنامه آدام اولناریوس*، جلد ۲. ترجمه: حسین کردبچه. تهران: کتاب برای همه.
- بیرشک، ثریا. (۱۳۷۵). چگونگی روند توسعه و تکامل شکل گیری شهر کاشان در بستر تاریخ: از آغاز تا آخر دوره سلجوقیان، در مجموعه مقالات کنگره تاریخ معماری و شهرسازی ایران، جلد سوم. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، ۳۷۹ - ۳۹۹.
- پوردیهیمی، شهرام، ریسمانچیان، امید و محمد دیده بان. (۱۳۹۲). روابط بین «ویژگی های شناختی» و «پیکره بندی فضایی» محیط مصنوع، تجربه ای در دزفول. مطالعات معماری ایران. ۲ (۴)، ۳۷ - ۶۴.
- جعفری، بهمن و مجتبی خانیان. (۱۳۹۱). مشکل یابی طرح های جامع از دیدگاه رفتاری و مقایسه آن با وضع موجود به روش چیدمان فضا (Space Syntax)، نمونه موردی محله کباییان شهر همدان. آرمان شهر. ۵ (۹)، ۲۸۵ - ۲۹۵.
- دوبید، بارون. (۱۳۷۱). *سفرنامه لرستان و خوزستان*، ترجمه: محمدحسین آریا. تهران: علمی و فرهنگی.
- سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری. (۱۳۸۱). پرونده ثبت محوطه تاریخی تپه قلعه زیارتی در فهرست آثار ملی به شماره ۵۸۹۹.
- سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری. (۱۳۸۵). پرونده ثبت محوطه تاریخی محوطه کفتارخون در فهرست آثار ملی به شماره ۱۷۳۲۱.
- شاردن، ژان. (۱۳۷۲). *سفرنامه شاردن*، جلد ۲. ترجمه: اقبال یغمایی. تهران: توس.
- صادقی، سارا، قلعه نویی، محمود و صفورا مختارزاده. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر طرح های توسعه شهری معاصر بر ساختار فضایی هسته تاریخی شمال شهر اصفهان. فصلنامه مطالعات شهری. ۲ (۵)، ۳ - ۱۲.
- ضرابی، عبدالرحیم. (۱۳۷۸). *تاریخ کاشان*، به کوشش ایرج افشار. تهران: امیرکبیر.
- عباس زادگان، مصطفی. (۱۳۸۱). روش چیدمان فضا در فرآیند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد. مدیریت شهری. ۳ (۹)، ۶۴ - ۷۵.
- عباس زادگان، مصطفی، بیدرام، رسول و صفورا مختارزاده. (۱۳۹۱). نگاهی ساختاری به اصلاح شبکه معابر در بافت های فرسوده جهت حل مشکل نفوذپذیری و انزوای فضایی این محلات؛ نمونه موردی: بافت فرسوده شهر مشهد. مدیریت شهری. ۱۰ (۳۰)، ۱۶۳ - ۱۷۸.
- علی آبادی، زینب و حمیدرضا بابایی. (۱۳۹۶). تحلیل تأثیر طرح های توسعه شهری بر ساختار فضایی خرد و کلان شهرها (مطالعه موردی: طرح محور زینیه شهر زنجان). مجله پژوهش های جغرافیای برنامه ریزی شهری. ۵ (۴)، ۶۴۵ - ۶۷۰.
- علی تاجر، سعید و مینا صحرايي. (۱۳۹۶). تحلیل مفهوم انسجام ساختار فضایی در محله های تاریخی با روش نحو فضا (نمونه موردی: محله های تاریخی شهر همدان). مجله جغرافیا و توسعه فضای شهر. ۴ (۲)، ۲۰۵ - ۲۱۹.
- قمی، حسن بن محمد بن حسن. (۱۳۶۱). *تاریخ قم، تصحیح و تحشیه: سید جلال الدین تهرانی*. تهران: توس.
- کریمی، فاطمه. (۱۳۶۸). کاشان، در کتاب *شهرهای ایران*، جلد ۳. به کوشش محمد یوسف کیانی. تهران: جهاد دانشگاهی.
- گیرشمن، رومن. (۱۹۳۸). *سیلک کاشان*. ترجمه: اصغر کریمی (۱۳۷۹). تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- مسعودی نژاد، رضا. (۱۳۹۵). مطالعه تطبیقی بازار تجاری و بازار اجتماعی با نگاهی معطوف به بازارهای تاریخی دزفول و شوشتر به عنوان بازار تجاری. مجله مطالعات معماری ایران. ۱۰، ۷۳ - ۱۰۰.
- معماریان، غلامحسین، (۱۳۸۱)، نحو فضا در معماری. مجله صفا. ۱۲ (۳۵)، ۷۵ - ۸۳.
- نراقی، حسن. (۱۳۴۵). *تاریخ اجتماعی کاشان*. تهران: موسسه مطالعات و تحقیقات اجتماعی.
- وارثی، حمیدرضا، زنگی آبادی، علی و ابوذر وفايي. (۱۳۸۵). سیر تحولات تاریخی و کالبدی بافت قدیم شهر کاشان. فصلنامه کاشان شناخت. ۰ (۳)، ۱۲۷ - ۱۵۵.

- یزدانفر، عباس، موسوی، مهناز و هانیه زرگر دقیق. (۱۳۸۷). تحلیل ساختار فضایی شهر تبریز در محدوده بارو با استفاده از تکنیک اسپیس سینتکس. مجله راه و ساختمان. ۶۷، ۵۸ - ۶۹.

- Al - Sayed, K., Turner, A., Hillier, B., Iida, S., & Penn A. (2014). *Space Syntax Methodology. A Teaching Textbook for the MSc Spatial Design: Architecture & Cities*. London: Bartlett School of Architecture, UCL.

- Hillier, B. (1996). *Space Is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Hillier, B. and Hanson, J. (1997). *The Reasoning Art: or, The Need for an Analytical Theory of Architecture*. First International Space Syntax Symposium, London: 01.1 - 01.6.

- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural Movement: or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 20 (1), 29-66.

- Karimi, K. (2000). Urban Conservation and Spatial Transformation: Preserving the Fragments or Maintaining the 'Spatial Spirit'. *Urban Design International*. vol. 5: 221 - 231.

- Karimi, K. (1997). The Spatial Logic of Organic Cities in Iran and in the United Kingdom. In M Major, L Amorim & F Dufaux (eds), *Proceedings of the 1st International Space Syntax Symposium*, London: Vol. I:05.1 - 05.17.

- Neglia, Giulia Annalinda (2018), *Water Channels, Routes and Urban Landscape. Interpreting the Urban Fabric of the Traditional City of Kashan, in Kashan, An Iranian City in Change*, EBVerlag, Berlin.

- Washington Charter: Conservation of Historic Towns. (1987). International Council of Monuments and Sites (ICOMOS).

Original Research Article

Study on the effect of Bazaar on the Transformation process of the Spatial Structure of KashanHamidreza Jayhani¹, Parichehr Shafiei², Seyyed Jamal Seyyed Hashemi³, Ali Omranipour^{4*}

1- Assistant Professor, School of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran

2- M.A. of Architecture, School of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran

3- M.A. of Architecture, School of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran

4- Assistant Professor, School of Architecture and Art, University of Kashan, Kashan, Iran

Abstract

Since old ages, Bazaar has been considered to be the most important sector and central core of Kashan, both economically and socially. During the last century, with the urban development of Kashan, the city has undergone significant structural transformations, resulting in the separation of bazaar from urban context, marginalization of the Bazaar and, consequently, the downfall of the business. These changes, which usually coincide with street construction, have led to destruction in parts such as the new copperworkers's bazaar and deterioration in other parts such as panakhl bazaar. The goal is to study the effects of changes caused by street construction on the spatial structure of the city and the role of bazaar in it. Based on it's goals, this is an applied research which uses descriptive-explanatory method. this paper which is based on studying the city's spatial structure and includes a combination of qualitative and quantitative methods, relies on spatial analysis using space syntax method in addition to functional study of bazaar, and the results are explained using a generalized and interpretive approach based on historical features and roles of bazaar in the overall urban structure. . To achieve this goal, the spatial structure of the city in three different periods during the current century are studied. The results show that with the construction of a series of streets in Kashan from 1300's up to 1340's, Bazaar gradually lost its centrality in the city and the aforementioned streets have created a grid structure, in which the bazaar has little role. As a result of these changes, urban development and the new spatial structure oriented towards west and south-west, have caused the bazaar to become isolated in relation to the historical city and the streets have led to major changes in it. It seems that these streets have isolated the bazaar from it's urban context and it's elements have lost their original integrity.

Keywords: Kashan, Bazaar, Space Syntax, Spatial Structure, Historical City

مقاله پژوهشی

تحلیل و مقایسه عملکرد جریان باد در آسباد منفرد سیستان و آسباد ساده خراسان با استفاده از نرم افزار ANSYS

حامد ابراهیمی^۱، مهدی مرتضوی^{۲*}، فریبا موسی پور نگاری^۳

۱- دانشجوی دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان

۲- دانشیار، پژوهشکده علوم باستان شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

۳- استادیار، پژوهشکده علوم باستان شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

(دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۶)

چکیده

معماری ایران، با رمز و رازهای نهفته در آن، کلید پاسخ به نیازهای مردمانی است که انبوهی از ضعف‌ها و تهدیدهای اقلیمی و جغرافیایی را به صورت خردمندانه و به پشتوانه تجارب صدها و هزاران سال، به نقاط قوت و ایجاد فرصت‌های طلایی بدل کرده‌اند. آسباد از جمله مهم‌ترین این فرصت‌ها و سازه‌های معماری کویری ایران است. این کارخانه کوچک و به ظاهر ساده نمایانگر تلفیق هنر و دانش معماری صنعتی پیشینیان این سرزمین در بهره‌گیری به جا و شایسته از امکانات محلی و بومی است. آسبادها در نیمه جنوبی خراسان بزرگ و سیستان هر جا که باد از شدت مناسبی برخوردار باشد ساخته می‌شدند، با شناخت و مقایسه عملکرد این سازه‌ها و از سویی دیگر با توجه به نابودی منابع سوخت فسیلی، می‌توان از دانش ساخت آسبادها در ساختارهای امروز معماری جهت تولید انرژی بهره گرفت. باهدف شناخت عملکرد این سازه‌ها این پژوهش به بررسی عملکرد آسبادها در دو منطقه سیستان و خراسان پرداخته است و به بررسی این سوال می‌پردازد که کدامیک از آسبادهای خراسان و سیستان عملکرد مطلوب‌تری در به کارگیری از انرژی باد را نشان می‌دهد؟ برای این منظور از نرم‌افزار ANSYS ورژن ۱۹ برای مقایسه عملکرد این دو سازه بادی استفاده شده است و یافته‌ها و نتایج تحقیق نشان می‌دهد، آسباد سیستان به دلیل وجود دهانه وسیع‌تر و ورودی هوای مناسب‌تر عملکرد مطلوب‌تری را شکل می‌دهد.

کلید واژه‌ها: خراسان، سیستان، انرژی باد، آسباد، انسیس

۱- مقدمه

عوامل مؤثر بر معماری و شهرسازی ایران را می‌توان به گونه‌ای کلی در سه گروه مطرح کرد؛ اول مسائل جهانی، دوم عوامل اقتصادی و سوم عوامل محیط یا اقلیمی (حبیبی، ۱۳۸۶: ۴). اقلیم یکی از عوامل مؤثری است که تمامی ابعاد زندگی انسان را تحت تأثیر قرار داده است. فضاهای معماری هر منطقه، مرتبط و همگام با اقلیم و طبیعت پیرامونش به نحوی بازگوکننده روابط متقابل میان انسان و طبیعت است که در قامت یک اثر معماری خاص خود را جلوه گر می‌سازد. هر نوع خاص از اقلیم و شرایط جغرافیایی، توصیه‌های عملی خاصی را برای مواجهه با محیط مصنوع پیشنهاد می‌کند و همین عامل، معیاری هویت‌بخش و تفاوت‌آفرین در معماری بوده است (سرتیپی پور، ۱۳۸۸). آسبادهای از مهم‌ترین عناصر این تطابق بین انسان، معماری و محیط است. این سازه‌های بی‌نظیر با استفاده از دانش انسانی و معماری بی‌نظیر با بهره‌گیری از توانایی انرژی باد جهت تأمین نیازهای انسان ساخته شده‌اند. بدیهی است که آسبادهای در تنها در مناطقی می‌بینیم که بادخیز بوده و قدرت باد به حدی است که می‌تواند آسیاهای سنگین و عظیم را به چرخش در بیاورد.

قدیمی‌ترین سازه‌های بادی در جهان آسبادهای هستند که به دو دسته عمده آسبادهای ایرانی و اروپایی تقسیم می‌شوند، سازوکار هر دو دسته با کمی تفاوت در زمینه و تاریخ ابداع از آسیاب‌های تنورهای ایرانی و ویتروویوسی الهام گرفته شده است. در نمونه ایرانی، پروانه حول محور عمودی

می‌چرخد و در نتیجه ساختار معماری بنا از تحمل وزن و محدودیت‌های شکلی پروانه رها می‌شود و می‌تواند کارکردهای متنوعی پیدا کند تا آنجا که شاید پویاترین فرم معماری ساختمان‌های صنعتی باستان متعلق به آسبادهای ایرانی باشد (کامبیز مشتاق گوهری، ۱۳۹۲: ۲۰). این آسبادهای در نتیجه برخورد تمدن‌ها در جنگ‌های صلیبی به غرب رفته و متناسب با ویژگی‌های اقلیمی آن دیار دچار تغییراتی شده که در نهایت با پدید آمدن گونه اروپایی آسبادهای که هم چون آسیاب ویتروویوسی دارای محور افقی هستند نسل جدیدی از آسیاب‌ها را پدید آورده است (خضری و ایمانی، ۱۳۸۸). آسبادهای در دو منطقه سیستان و خراسان به دلیل وجود بادهای با سرعت بالا و مداوم مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما ساختار آسبادهای در این دو منطقه با یکدیگر متفاوت است و این تفاوت ساختاری به احتمال زیاد بر عملکرد آن‌ها تأثیرگذار است. شناخت و مقایسه این آسبادهای و دانش به‌دست آمده از این طریق، امکان بهره‌گیری از انرژی باد در معماری امروز که با کاهش منابع سوخت فسیلی به دنبال استفاده از انرژی‌های روز است را برایمان میسر می‌سازد. به همین علت در پژوهش پیش رو با استفاده از نرم‌افزار ANSYS به تحلیل عملکرد آسبادهای منفرد سیستان و آسبادهای ساده خراسان پرداخته شده است. هدف اصلی تحقیق، بررسی و مقایسه عملکرد آسبادهای خراسان و سیستان است. روش تحقیق بر اساس نحوه کنترل از نوع آزمایشی و مورد پژوهشی بوده است و از نظر روش گردآوری داده‌ها به دو بخش تقسیم می‌گردد، ابتدا میدانی،

سیستان و نشتیفان انتخاب شده است، تاریخی به این دلیل که ساختارها به گذشته تعلق دارند و تداومی به علت کسب دانش های تحلیلی از این پژوهش و کاربرست آن در پژوهش های آتی است. روش جمع آوری اطلاعات بر اساس مطالعات میدانی که از طریق روش مستندنگاری حاصل شده است و با بهره گیری از اطلاعات کتابخانه ای صورت پذیرفته است.

که در طی آن مستندنگاری شواهد معماری آسبادها صورت گرفته است و سپس غیر میدانی که براساس داده های آماری و تحلیل و شبیه سازی رایانه ای انجام شده است. پژوهش مورد نظر براساس هدف از نوع روش تحقیق کاربردی با هدف توسعه دانش خروجی از پژوهش بوده هست و براساس ماهیت و روش از نوع موردی، تاریخی و تداومی است. موردی از این جهت که موردی از آسباد های

داده های معماری و اطلاعات میدانی آسباد ساده منفرد نشتیفان	داده های معماری و اطلاعات میدانی آسباد قلعه مچی سیستان
بررسی اطلاعات معماری	
شبیه سازی سه بعدی آسباد ساده منفرد نشتیفان در نرم افزار ANSYS	شبیه سازی سه بعدی آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان در نرم افزار ANSYS
شبیه سازی جریان باد در جبهه رو به باد آسباد ساده منفرد نشتیفان در نرم افزار ANSYS	شبیه سازی جریان باد در جبهه رو به باد آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان در نرم افزار ANSYS
بررسی داده ها و نتایج خروجی جریان باد آسباد نشتیفان	بررسی داده ها و نتایج خروجی جریان باد آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان
ارائه آیتم های تأثیر گذار در مقایسه عملکرد آسبادها در مقابل انرژی باد	
تحلیل آیتم های تأثیر گذار با توجه به نتایج شبیه سازی در عملکرد آسبادها در مقابل انرژی باد	
بررسی نتایج و ارائه راهکار	

تصویر ۱- مکانیزم نتیجه گیری و ساختار تحقیق (مأخذ: نگارندگان)

بررسی قرار گرفته و اطلاعات مورد نیاز گردآوری شده است. سپس مدل های سه بعدی مطابق با ابعاد بدست آمده از این دو مدل آسباد در نرم افزار ANSYS ساخته شده و جریان باد در این دو مدل

در پژوهش پیش رو، ابتدا با استفاده از منابع کتابخانه ای و داده های میدانی اطلاعات نظری و شواهد معماری آسباد شماره ۲ قلعه مچی در منطقه سیستان و آسباد نشتیفان در خراسان رضوی مورد

از آسبادهای سیستان ارائه نموده است (سیستانی، ۱۳۶۷: ۲۰) (Shepherd, 1990: 6-10).

احراری رود در کتاب خواف در گذر تاریخ به شرح کامل نحوه کارکرد آسبادهای خواف، اجزا و ضرب‌المثل‌های مرتبط با آن پرداخته است (احراری، ۱۳۸۳: ۲۸). قهرمانی و بهادری نیز ضمن بررسی اجزای کالبدی آسبادهای نشتیفان خواف و نحوه کارکرد آسبادهای، در جدولی کامل، تمامی قطعات مکانیکی آسبادهای نشتیفان را معرفی می‌کنند (قهرمانی و بهادی، ۱۳۹۲: ۶۴-۵۱). مشایخی ضمن گونه‌شناسی آسبادهای سیستان بزرگ، به سه دسته آسباد ساده، حلقوی و آسباد دلانی اشاره کرده و در یک تصویر شماتیک، اثرات باد را در سه مدل به تصویر کشیده‌اند (مشایخی، ۱۳۹۲: ۵۳).

گاش^۳ در کتاب نیروگاه‌های بادی، تاریخ توسعه آسیاهای بادی را شرح داده و آسیاهای بادی ایرانی را افغانستانی نامیده و در تأیید سخن خود، همان تصویر آسباد در کتاب بزرگان سیستان را نیز ارائه کرده است (Gasch, 2012: 15). زایاتس^۴ در بررسی سابقه آسیاهای بادی، به آسبادهای ایرانی در سیستان اشاره کرده و کاربردهای متعدد آن را ذکر می‌کند، سپس به شرح تصویر ارزشمند آسبادهای اولیه می‌پردازد که در کتاب دمشقی ارائه شده است. در حوزه علوم مهندسی، مطالعات و آزمایش‌های متعدد و بسیاری در خصوص نحوه طراحی انواع توربین‌های بادی و به کارگیری از نیروی باد در ایران و سایر کشورهای جهان انجام شده است که این مطالعات ارتباطی به تجارب معماری آسبادها ندارد. از آنجا که پژوهش حاضر

با استفاده از نرم افزار ANSYS و داده‌های اقلیمی این دو منطقه شبیه‌سازی و مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج خروجی تحلیل و با استفاده از آیت‌های تأثیرگذار جهت مقایسه دو آسباد ذکر شده با استفاده از نرم افزار SPSS به مقایسه داده‌های این دو مدل آسباد پرداخته شده و در انتها در نتیجه‌گیری تحقیق خروجی یافته‌ها بررسی و سوالات پژوهش پاسخ داده شده و اطلاعاتی که می‌توان در پژوهش‌های آتی مورد استفاده قرار گرفته شود ارائه گردیده است.

۲- پرسش‌های پژوهش

سوال اصلی پژوهش این است که کدامیک از آسبادهای خراسان و سیستان عملکرد مطلوب‌تری را در مقابل انرژی باد از خود نشان می‌دهد؟ و دلایل آن چیست؟

۳- پیشینه تحقیق

از قدیمی‌ترین پژوهش‌های معاصر در خصوص آسباد، مقاله‌ای است از بقراط نادری که به معرفی اجزای کالبدی و مکانیکی آسبادهای خواف، نحوه کارکرد آن‌ها و چگونگی تهیه سنگ آسیا می‌پردازد. این مقاله اساس بسیاری از پژوهش‌های آتی معماری در مورد آسبادهاست (نادری، ۱۳۵۶: ۷۵-۸۵). افشار سیستانی در صفحات نخستین کتاب بزرگان سیستان به معرفی شرایط اقلیمی و بادهای منطقه سیستان پرداخته و ضمن اشاره به بازه زمانی وزش و سرعت بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، به کاربرد این باد در آسبادها اشاره کرده و تصویری

و جوب و جز آن را خرد کند و آرد سازد.» (معین، ۱۳۶۲).

واژه «آس» نخست به معنی آسیای آب شهرت گرفته، سپس در ترکیب با کلمات آب، باد، دست، ستور و چرخ، برای تسمیه و تخصیص گونه‌های مختلف آسیا، استعمال شده است. همچنین معادل واژه‌های عربی «رحالید»، «جاحله» و «طاحونه»^۲ نیز به فارسی، کلمات مرکب دست آسیا، چرخ آسیا یا آسیای چرخ و آسیای آب است. آسیاب بادی یا آسیای بادی که به آسباد مشهور شده، گونه‌ای آسیاب است که نیروی جنبشی آن از راه باد فراهم می‌گردد (زهره خضری و دکتر نادیه ایمانی، ۱۳۸۸).

۴-۲- تاریخچه و خاستگاه آسبادها

روزگار بهره‌گیری از نیروی باد روشن نیست. اما به گواهی همه محققان داخلی و خارجی، ایرانیان اولین ملتی بودند که باد را مهار کرده و از آن به عنوان محرکه آسیاب و چرخ چاه، بهره گرفتند. در کتاب شهرهای ایران روزگار پارتیان و ساسانیان، از شهرهای بزرگ و قصباتی که در آن روزگار دارای آسیاب بوده و قوانینی مدون جهت استفاده از آسیاب، دستمزد آسیابان و مال‌الاجاره آسیا وجود داشته، از سیستان نام برده شده است. نخستین مأخذی که در آن از آسیای بادی یاد شده یک کتاب قدیمی هندی به نام «آرتاس کاتیلید» است که ساخت آن را در ۱۴۰۰ پیش از میلاد یعنی ۳۴۰۰ سال پیش می‌داند و در آن به بالا بردن آب نیز اشاره شده است (فرشاد، ۱۳۸۹).

به تبیین تجارب معماری ایران و ضرورت بهره‌گیری از این تجارب می‌پردازد لذا در این مجال، به اندک مطالعاتی پرداخته که اشاره‌ای گاه مختصر یا مفصل به آسبادها در زمینه علوم، مهندسی شده است (Zayats, 2015: 690-700).

مولر^۵، جنش^۶ و استودارت^۷، ضمن اشاره به آسبادهای سیستان و خراسان به عنوان آسیای محور عمودی، محاسباتی را در خصوص انرژی حاصل از آسبادهای سیستان ارائه می‌کنند و در نهایت پیشنهاد استفاده از توربین بادی محور عمودی را در برج‌ها و ساختمان‌های بلندمرتبه ارائه می‌کنند (Muller & Jentsch and Stoddart, 2009: 1407-1412).

۴- یافته‌های تحقیق

۴-۱- واژه‌شناسی

آسیا، کارافزاری برای آرد کردن گندم، جو و دانه‌های گیاهی است. واژه آسیاب، از دو بخش «آس» و «آب» تشکیل شده است. جزء «آس» در این کلمه در گویش‌های کهن ایرانی به معنی «سنگ» بوده است. المعجم این واژه را در کتابش چنین تعریف شده است:

«آسیاب اصلش آس آب بوده است، یاء در افزوده اند و به کثرت استعمال بآء طرح کرده و آسیا می‌گویند.» (شمس قیس رازی، ۱۳۳۸: ۳۰۵).

در فرهنگ معین نیز ذیل واژه آس آمده است: «دو سنگ گرد و مسطح بر هم نهاده و سنگ زیرین در میان میلی آهنین و جز آن از سوراخ میان سنگ زیرین در گذشته و سنگ فوقانی به قوت دست آدمی یا ستور یا باد یا آب یا برق و یا بخار چرخد

از اوایل دوره اسلامی به بعد، در منابع و نوشته‌های موجود با صراحت درباره آسیای بادی که برای خرد کردن دانه‌ها و بالا بردن آب به کار می‌رفته، بحث شده است و خاستگاه آن را سیستان بیان کرده‌اند. در تاریخ مسعودی (در حدود ۳۴۴ هجری) آمده است: «سگستان (سیستان) دیار باد است و همان شهریست که گویند باد آن‌جا آسیاها را می‌گرداند و آب را از چاه کشیده باغ‌ها را سیراب کند و در همه دنیا شهری نیست که بیشتر از آن‌جا از باد سود برد و خدا داناتر است.» یکی از جغرافی دانان هم عصر او به نام اصطخری (حدود ۳۴۰ هجری) این موضوع را تأیید کرده و می‌گوید: «در آن‌جا (سیستان) بادهای قوی می‌وزند به طوری که به سبب آن چرخ‌هایی که با باد می‌چرخند ساخته شده است.» ابن حوقل نیز در کتاب خود به نام صورة الارض چنین می‌نویسد: «در سیستان بادهای سخت مداوم می‌وزد و به همین سبب در آن‌جا آسیاهای بادی برای آرد کردن گندم ساخته اند.» (ابن حوقل، ۱۳۴۵).

قزوینی جغرافیدان سده بعد (۶۸۲ هجری) در شرح خود درباره سیستان می‌نویسد: «در آن‌جا هرگز باد آرام نمی‌گیرد و با توجه به آن آسیاهایی ساخته شده است که تمام خرد کردن ذرت با آن چرخ‌ها انجام می‌گیرد. آن‌جا سرزمین گرمی است و چرخ‌هایی دارد که با باد کار می‌کند.» در کتاب تاریخ سیستان که مؤلف آن مشخص نیست نیز در این خصوص آمده است: «اما آن‌چه که در ذات سیستان موجود است که در سایر شهرها نیست ... دیگر آسیا چرخ کنند تا باد بچرخاند و آرد کند و دیگر شهرها مقدر باید و یا آسیاها با آب یا با دست

آسیا کنند و هم از این چرخ‌ها ساخته‌اند تا آب کشد از چاه به باغ‌ها و به زمین که از آن کشت کنند چه اگر آب تنگ باشد همچنین بسیار منفعت از باد گیرند.» (ناشناس، ۱۳۸۷). در واقع از میان بادهای سیستان، بادهای ۱۲۰ روزه از معروفترین آنها است که همان‌گونه از نام آن پیداست ۱۲۰ روز ادامه دارد و این تداوم به همراه سرعت دو ویژگی خاص این باد شده است (Mortazavi, 2009).

در اواخر قرن نوزدهم و اواخر قرن بیستم نیز آسبادهای برخی از مناطق توسط جهانگردان شمارش شده است. ظاهراً تمام این آسیاها در منطقه ای بین ایران و افغانستان جمع شده‌اند. چرا که در این منطقه یک گذرگاه بادخیز وجود دارد که از شمال به جنوب و به عرض تقریبی صد کیلومتر از این نقطه می‌گذرد. فردیناند، سیزده آسیای بادی را که در غوریان (افغانستان، در غرب هرات) واقع‌اند، وصف می‌کند. آسیاهایی که در فراه مشاهده کرده بود هنوز در حال کار بوده‌اند؛ وی هم چنین اعلام می‌کند در زابل (سیستان) سه آسیای بادی از کارافتاده هست (تصویر ۱) (رستگار و آزاد، ۱۳۹۴).

۴-۳- گونه شناسی آسبادهای

۴-۳-۱- انواع آسبادهای بر اساس

سازمان‌دهی پلان

براساس بررسی‌های صورت گرفته بر روی آسبادهای منطقه سیستان و خراسان، تفاوت‌هایی در سازمان‌دهی پلان معماری آن‌ها دیده می‌شود.

که یک چنین دیواره خطی طولانی برای شهر محافظتی خوب در برابر بادهای آزاردهنده و شدید بوده است. آسبادهای ساخته شده در شهرهای خراسان از این نمونه اند. این آسبادها دو طبقه هستند که طبقه اول آس خانه و طبقه دوم پرخانه است (همان، ۱۳۹۴) (تصویر ۳).

۴-۳-۲- انواع آسبادها بر اساس سیر تکامل

الف- آسبادهای ساده اولیه: آسبادهای اولیه مانند آسبادهای روستای نشتیفان یا قلعه مچی زابل یا آسبادهای خان شرف نزدیک نهبندان از یک ساختمان دو طبقه تشکیل شده اند که با مصالح خشت خام در دو طبقه با پلان ساده مربعی شکل طراحی شده اند. از آن جایی که این ساختمانهای ساده، توان کارکردی کمی دارند و علاوه بر این امکان ساخت آن ها برای عموم کشاورزان به سادگی میسر است، هر یک از آن ها متعلق به یک خانواده است و یک بنای عمومی محسوب نمی شوند. در یک منطقه معمولاً یک نقطه مناسب ترین محل برای احداث آسباد بوده است، بنابراین این گونه آسبادها در نزدیکی این نقطه در کنار هم شکل می گیرند و اهالی نیز طبق یک قانون نانوشته در قسمت جلوی این بناها که ورودی باد به آن ها است چیزی نمی سازند تا آسبادها با حداکثر توان کار کنند. در نتیجه مجموعه هایی از این آسبادها در کنار هم دیده می شوند که منظر و خط آسمان شاخصی ایجاد می کنند. آسبادهایی که امروزه در نشتیفان و خان شرف موجودند اخیر مورد مرمت قرار گرفته اند و تخمین زده می شود که قدمت آن ها به دوران صفوی برسد. این آسبادها

بنابراین بر اساس مطالعات تطبیقی، آسبادها ایران را می توان به آسبادهای منفرد و خطی تقسیم نمود:

الف- آسبادهای منفرد: مشخصه اصلی این آسبادها این است که به صورت منفرد سازمان دهی شده اند و در این آسبادها ورودی به فضای هشتی و این فضا به دو فضای مقابل هم یعنی آس خانه و انبار هدایت می شود. پوشش اصلی این آسبادها از پوشش های منحنی است که پوشش بسیار مقاوم در برابر بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است. آسباد قلعه مچی سیستان نمونه ای از این آسبادها است که در دو طبقه ساخته شده و در طبقه فوقانی بازوی آسباد به محور مرکزی با ۸ تا ۱۲ پره به آن متصل است و قسمت فوقانی این محور متصل به دیواره های آسباد است و با وزش باد از طریق شکاف های تعبیه شده در دیوار پره ها به گردش در می آیند (رستگار و آزاد، ۱۳۹۴) (تصویر ۲).

ب- آسبادهای خطی: طرح پلان این آسبادها کوچک تر از آسبادهای منفرد است و به صورت مجزا ساخته نمی شود، به عبارت دیگر تمامی آسیاب های یک روستا در یک محل و در کنار هم با یک طول و عرض و ارتفاع و یک سیستم خطی ساخته می شوند. نخست به خاطر این که بادهای قوی چون باد ۱۲۰ روزه سیستان نتواند آن را منهدم سازد و این که هر کدام به عنوان پشت بند دیگری محسوب و مقاومت آسباد در مقابل باد بیشتر می شد و به خاطر این که مرکزیت داشته باشند؛ چرا که محل قرارگیری آسبادها در حقیقت محلی است که کشاورزان در آنجا پس از بازدهی محصول جمع می شوند و اجتماع کوچکی را برای داد و ستد و فروش گندم و آرد به وجود می آورند و هم این

بیشتری در آن آرد می‌شده و نیاز به محلی برای نگهداری آن‌ها بوده است (رستگار و آزاد، ۱۳۹۴) (تصویر ۵). طرح ساختمان این آسبادها بسیار سازمان‌یافته‌تر از انواع ساده آن است. شکل منظم و سازه منسجم آن‌ها نشان‌دهنده تکامل یافتن آن‌ها در طول قرن‌هاست. ایجاد دیواری دو جداره در اتاق زیر محور آسباد به جهت پدید آوردن تکیه‌گاهی برای طاق زیر پره‌های آسباد، تدبیری بوده که معمار برای کنترل رانش طاق ایجاد کرده است و همچنین ارتباط این بخش با بخش ورودی را با چهارطاقی زیبایی فراهم نموده است (همان، ۱۳۹۴).

۴-۳-۳- انواع آسبادها براساس نحوه

قرارگیری محور اصلی دوران

آسبادهای بادی از نظر نوع قرار گرفتن محور اصلی دوران به دو نوع تقسیم می‌شوند:

الف- آسیا با محور عمودی: این نوع آسیاها که پره‌های آن در یک صفحه افقی حول محور عمودی دوران می‌کنند حداقل از قرن پنجم میلادی در ناحیه سیستان ساخته و استفاده شده‌اند. در این آسبادها سنگ آسیا مستقیماً به محور دوران که معمولاً از چوب ساخته شده متصل است که یکی از مزیت‌های چنین آسبادهایی است. البته در این حالت کنترل و تنظیم سرعت آسیا که سرعت باد تعیین‌کننده آن است، دشوار است.

ب- آسیا با محور افقی: در این آسیاب‌ها، پره‌ها در صفحه‌های عمودی و حول یک محور افقی دوران می‌کنند. انتهای دیگر این محور به یک دنده چوبی متصل است، این دنده به دنده دیگری متصل است

بازمانده‌های گروه بزرگی از آسبادهایی هستند که در تمام روستاهای شرق سیستان و خراسان امروزی گسترش یافتند (رستگار و آزاد، ۱۳۹۴) (تصویر ۴).
ب- آسبادهای دالانی: کامل‌ترین و زیباترین نوع آسبادهایی که امروزه در سیستان موجودند آسبادهایی هستند که به صورت منفرد و بسیار بزرگ‌تر از آسبادهای ساده با آجرکاری زیبا طراحی و ساخته شده‌اند. به گفته کارشناسان، سیستانی‌ها حتی قبل از اسلام این هنر را داشته‌اند. این آسبادها نیز از دو طبقه تشکیل شده‌اند که طبقه بالایی محل پروانه آسباد و طبقه زیرین محل قرار گرفتن سنگ آسیاست؛ اما مجرای ورود باد به صورت دالانی سرگشاده درآمده که با یک دهانه بزرگ با پره‌های جانبی شروع می‌شود که این قسمت نقش جمع‌آوری باد را به عهده دارد، سپس باد از دو یا سه شکاف که در یک طرف دیواره این دهانه قرار دارد وارد بخش داخلی می‌شود که در آن جا پره‌ها قرار دارند. به بیان دیگر شکاف تا جلو پره باد را هدایت می‌کند. این بخش از دالان از داخل به شکل طبقه زیرین از سه بخش تشکیل شده و بخش زیر پره‌ها طبعاً به اتاق سنگ آسیا تعلق دارد. یک راهرو با طاقچه‌هایی در اطراف این اتاق قرار دارد که به دلیل ایجاد مقاومت بالا برای سازه این سقف ایجاد شده تا رانش نیروی دینامیکی که از محور آسباد به این سقف وارد می‌شود را کنترل کند. بخش میانی که دهلیز ورودی نام دارد از یک چهارطاقی تشکیل شده که به بیرون راه دارد و همچنین ارتباط دو اتاق دیگر از این فضا صورت می‌گیرد. بخش سوم نیز انبار موقت غله در آسباد است، به دلیل مقیاس بزرگ‌تر آسباد مقدار غله

که روی محور عمودی که سنگ آسیا به آن متصل است، سوار است. نسبت دنده به گونه‌ای انتخاب می‌شود که سرعت مورد نظر را برای آسیا ایجاد نماید (رستگار و آزاد، ۱۳۹۴).

۴-۴- ساختار معماری آسبادها

انصاری دمشقی، قدیمی‌ترین تصویر را از ساختار آسیاهای بادی منطقه سیستان ترسیم کرده است. با توجه به این تصویر می‌توان پی برد که ساختار آسیای بادی ارائه شده با آنچه امروز دیده می‌شود مطابقت ندارد و در حقیقت ساختار اصلی، برعکس آن چیزی است که امروزه وجود دارد. پره‌های آسیای بادی در آن زمان و احتمالاً پیش از آن، در قسمت پایین و سنگ آسیا در قسمت بالا قرار داشته و مدلی از آسیای آبی بوده که توربین آن به جای آب از باد بهره می‌گرفته است. آسیاها به‌طور عمده بر فراز بلندی (تپه) قرار داشته‌اند، معمولاً آسیاهای هر روستا در یک محل، در کنار یکدیگر و به‌طور ردیف با یک طول و عرض و ارتفاع و یک شکل ساخته می‌شدند. برای این نحوه ساخت دو دلیل ذکر شده است: نخست، قرار گرفتن آسیا در یک سطح وسیع، یکپارچه و مقاوم شدن آن‌ها؛ دوم آنکه، مرکزیت داشتن برای داد و ستد گندم و آرد. شایان ذکر است شروع وزش باد ۱۲۰ روزه با برداشت محصول گندم منطقه همراه بوده است. سکنه، تمام گندم مصرفی خود را به نوبت به آسیا آورده و آرد می‌کردند (همان، ۱۳۹۴).

بنای آسباد از ساده‌ترین مصالح شامل خشت و گل و چوب ساخته شده و ساختمان آن از دو طبقه اصلی تشکیل شده است. طبقه همکف که سالن

اصلی آسباد به حساب می‌آید، محل قرار گرفتن سنگ بزرگ و مدور آسیاب است و کار اصلی آسیاب غلات در اینجا انجام می‌شود. از این طبقه به عنوان انبار غلات هم استفاده می‌شود. در طبقه دوم که همان پشت‌بام آسباد محسوب می‌شود پره‌ها و تیرک‌های متصل به آن قرار گرفته است پره‌های آسیاب از چوب ساخته شده است و سبک است تا به راحتی حرکت کرده و بتواند سنگ بزرگ طبقه زیرین را به حرکت درآورد؛ در مناطق گرمسیری تر جنس پره‌ها متفاوت است (رستگار و آزاد، ۱۳۹۴) (تصویر ۶).

۵- تحلیل و شبیه‌سازی

همان‌طور که بیان شد؛ هدف اصلی پژوهش، بررسی عملکرد آسبادها در دو منطقه سیستان و خراسان است، به همین منظور دو نمونه آسباد شامل:

آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان با ابعاد، ۵ متر عرض و طول ۱۰ متر و ارتفاعی ۵ متر و آسباد منفرد ساده نشتیفان در خراسان رضوی با ابعاد ۳٫۵ متر عرض، ۵ متر طول و ارتفاع ۳ متر با بهره‌گیری از ساختار مش‌بندی مدلسازی شده است، ابعاد استفاده شده بر طبق مستندنگاری که تصاویر آن ارائه شده صورت پذیرفته است. محدوده شبیه‌سازی مدل‌ها شامل قسمت پرخانه و سطح در مواجهه با جریان باد آسباد، است. در شبیه‌سازی فرض بر آن بوده است که مصالح و سازه‌های هردو مدل آسباد مشابه یکدیگر باشند و تنها ارزیابی بر اساس ساختار کالبدی هر کدام از آسبادها و نوع عملکرد سطوح خارجی مواجهه با جریان باد در آسبادها صورت

پذیرفته است. شبیه‌سازی آسبادها در نرم‌افزار انسیس ورژن ۱۹ انجام گرفته است.

۵-۱- عملکرد آسباد منفرد سیستان

آسبادهای سیستان در محدوده شهر زابل به صورت منفرد و گاه دوتایی در دشت‌های وسیع، خارج از فضای مسکونی و پیرامون قلعه‌های تاریخی ساخته شده‌اند. ساختمان آسبادها دارای دو طبقه است که طبقه فوقانی، پرخانه یعنی محل قرارگیری پره‌ها در قسمت بام و طبقه همکف، آس خانه یا محل قرارگیری سنگ آسیا، نام دارد (تصویر ۷). مصالح اصلی ساخت آسباد، خشت و گل است.

شبیه‌سازی آسباد قلعه مچی شماره ۲ بر طبق تصویر ۸ برگرفته شده از اسناد سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان سیستان و بلوچستان صورت پذیرفته است.

کاهگل در فرآیند شبیه‌سازی به عنوان مصالح اصلی آسباد انتخاب شده است و سرعت باد جهت شبیه‌سازی بر اساس اطلاعات هواشناسی ۶۰ متر بر ثانیه تعریف شده است. ورودی باد از دهانه باز و بین دیوارهای پخ‌دار آسباد به فضای داخلی بین پره‌ها وارد شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد به علت وجود دهانه وسیع و کانال ورود جریان باد و استفاده از دیوارهای پخ‌دار بیرونی، جریان باد از دو سمت به طرف دیوارهای دو طرف روبروی یکدیگر حرکت کرده و سپس در پره‌های مجاور دیوار انتهایی آسباد فشار هوای باد به میزان بالایی می‌رسد.

همان‌طور که در تصویر ۹ مشاهده می‌شود، این حجم از هوا در اطراف دیوارهای مجاور و در

اطراف پره‌ها باعث حرکت آسان این آسباد می‌شده است و با ادامه جریان باد و حجم فشار هوا در انتهای بال عقبی امکان مداومت و تداوم این حرکت افزایش می‌یافته است. علاوه بر این موارد، میزان فشار هوا در اطراف تیرک اصلی آسباد پایین است که این مورد به حرکت آسان‌تر آسباد کمک می‌نماید.

این حجم بالای فشار هوا را می‌توان در تصویر ۱۰ مشاهده نمود. با چرخش آسباد و جریان هوا در اطراف دیوارهای دو طرف، تداوم حرکت آسباد به راحتی صورت می‌پذیرد و فشار هوای انتهایی به این چرخش کمک می‌نماید. در تصویر ۱۱ توده‌های ورود جریان هوا به محیط آسباد و طریقه حرکت این جریان را می‌توان مشاهده کرد و همین‌طور ساختار سه بعدی این جریان در محیط آسباد در تصویر ۱۲ قابل مشاهده است.

۵-۲- عملکرد آسباد ساده خراسان

آسباد نشتیفان از یک ساختمان دو طبقه تشکیل شده‌اند که با مصالح خشت خام در دو طبقه با پلان ساده مربعی شکل طراحی شده‌اند. از آنجایی که این ساختمان‌های ساده توان کارکردی کمی دارند و علاوه بر این امکان ساخت آنها برای عموم کشاورزان به سادگی میسر است، هر یک از آنها متعلق به یک خانواده است و یک بنای عمومی محسوب نمی‌شوند. از طرف دیگر در یک منطقه معمولاً یک نقطه مناسب‌ترین محل برای احداث آسباد است بنابراین این گونه آسبادها در نزدیکی این نقطه در کنار هم شکل می‌گیرند و اهالی نیز طبق یک قانون نانوشته در قسمت جلوی این بناها

حبس هوا در محیط آسباد جلوگیری به عمل آید و مسیر برای ورود جریان تازه باد امکان پذیر گردد. حجم هوای فشرده در اطراف تیرک آسباد مانع حرکت روان آن می گردد و به همین دلیل تعدد آسبادهای ساده را به صورت خطی در یک مکان برای استفاده بیشتر از جریان باد را شاهد هستیم. همان طور که در تصویر ۱۶ مشاهده می کنید بیشترین میزان فشار هوا را در اطراف تیرک اصلی و در قسمت پایین این محور است.

در تصویر ۱۷ توده های ورود جریان هوا به محیط آسباد و طریقه حرکت این جریان را می توانید مشاهده کنید و همین طور ساختار سه بعدی این جریان در محیط آسباد در تصویر ۱۸ قابل مشاهده است.

۵-۳- فاکتورهای تأثیرگذار عملکرد آسباد

به منظور بررسی بهترین عملکرد در بین دو آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان و نشتیان ۵ فاکتور مشخص گردید و این موارد در تحلیل و شبیه سازی مورد ارزیابی قرار گرفتند. فاکتورهای ارزیابی شامل:

- ۱- عملکرد کانال ورودی جریان باد جهت پخش آن بر روی پره ها و ایجاد گره هوایی اطراف پره ها
- ۲- تمرکز و جهت دهی مناسب جریان باد در دهانه ورودی جریان باد
- ۳- عملکرد مطلوب در فشارهای بالای جریان باد
- ۴- سرعت مناسب و بهبود عملکرد پره ها جهت کاربری مناسب آسباد

که ورودی باد به آنهاست چیزی نمی سازند تا آسبادها با حداکثر توان کار کنند. در نتیجه مجموعه هایی از این آسبادها معمولاً در کنار هم دیده می شوند که منظر و خط آسمان شاخصی ایجاد می کنند. هر آسباد از دو اشکوب که دو فضای اصلی آن را شامل می شوند، تشکیل شده است. اشکوب زیرین، عبارت است از اتاق آسیا یا آس خانه و اشکوب دوم، پرخانه یا فضای پشت بام آس خانه است که پره های آسباد در آنجا قرار می گیرند (تصویر ۱۳).

شبیه سازی آسباد نشتیان بر طبق تصویر ۱۴، برگرفته شده از اسناد سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان خراسان رضوی صورت پذیرفته است.

به منظور تحلیل عملکرد آسباد خراسان، مصالح کاهگل و سرعت باد ۳۰ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است. بر طبق اطلاعاتی که از آسبادهای خراسان به دست آورده ایم ورود جریان باد از فاصله خالی بین دیوار انتهایی در مجاورت دیوار سمت راست انجام می شده است. بنابراین در فرآیند تحلیل، همین ساختار مورد نظر قرار گرفته شده است. بر طبق خروجی های تحلیل و تصویر ۱۵، جریان باد بعد از ورود از دهانه مشخص شده دو مسیر را در پیش می گیرد، یک جریان مستقیم به پره های جلویی آسباد وارد گردیده و باعث حرکت پره های آسباد می شود. جریان بعدی به سمت تیرک اصلی آسباد حرکت می کند که نتیجه آن فشار هوای بالا در اطراف تیرک آسباد است.

این حجم هوا در اطراف تیرک اصلی آسباد در کاهش سرعت آسباد تأثیرگذار است، اما نبود دیوار روبرو در مسیر جریان باد باعث می گردد از

جدول ۱- بررسی فاکتورهای ارزیابی عملکرد آسپادها در مقابل انرژی باد، مأخذ: نگارندگان

ردیف	فاکتور ارزیابی	نوع آسپاد	عملکرد	توضیحات
۱	عملکرد کانال ورودی جریان باد جهت پخش آن بر روی پره‌ها و ایجاد گردابه‌های جریان هوا اطراف پره‌ها	قلعه	بسیار عالی	همان‌طور که در نتایج شبیه‌سازی مشخص هست توزیع باد بر روی پره‌ها و ایجاد گردابه‌های جریان هوا اطراف پره‌ها با استفاده از باله اضافه در قسمت رو به باد به خوبی انجام شده است.
		مچی	عالی	به دلیل نبود عنصر هدایت‌کننده جریان باد بر روی پره‌ها، پخش جریان باد بر روی پره‌ها دارای عملکرد مناسبی نیست و گردابه جریان باد اطراف میله آسپاد تشکیل می‌شود.
۲	تمرکز و جهت‌دهی مناسب جریان باد در دهانه ورودی جریان باد	قلعه	بسیار عالی	استفاده از باله اضافه در جبهه رو به باد باعث تمرکز و جهت‌دهی مناسب باد در دهانه ورودی آسپاد شده است.
		مچی	عالی	مسطح بودن بدنه رو به باد و تنها بهره‌گیری از دریچه باز شو آسپاد جهت توزیع باد، باعث شده تمرکز مناسبی برای جهت‌دهی جریان باد در دهانه ورودی آسپاد شکل نگیرد.
۳	عملکرد مطلوب در فشارهای بالای جریان باد	قلعه	بسیار عالی	معماران سازنده آسپادهای سیستان با اشراف به وجود بادهای ۱۲۰ روزه با سرعت بالا و مخرب در منطقه سیستان، ابعاد آسپاد سیستان را به گونه طراحی نموده‌اند که فشار بالای باد را بتواند تحمل نماید.
		مچی	عالی	ضعف آسپادها به دلیل ابعاد کوچک، بهره‌گیری از انرژی باد در فشارهای بالا را نامطلوب ساخته و این مورد باعث تخریب این آسپادها به مرور زمان شده است و باعث رواج ساخت آسپادهای خطی مجاور جهت تحکیم سازه‌ای و کیفیت بهره‌گیری از انرژی باد گردیده است.
۴	سرعت مناسب و بهبود عملکرد پره‌ها جهت کاربری مناسب آسپاد	قلعه	بسیار عالی	همان‌طور که در نتایج شبیه‌سازی مشخص است وجود باله اضافه در جبهه رو به باد باعث بهبود عملکرد آسپاد و افزایش سرعت در پره‌ها گردیده است.
		مچی	عالی	مسطح بودن سطح بادگیر در جبهه رو به باد و نبود عناصر جهت دهنده به باد باعث شده جریان باد بر روی سطح پره‌ها متمرکز نشده و عملکرد مناسب و سرعت خوبی را در آسپاد شاهد نباشیم.
۵	هماهنگی ساختار کالبدی آسپاد با اقلیم منطقه	قلعه	بسیار عالی	در آسپادهای سیستان با بزرگ نمودن ابعاد سازه و همین‌طور استفاده از باله‌های خارجی رو به باد سعی شده هماهنگی ساختار کالبدی آسپاد با اقلیم منطقه صورت پذیرد.
		مچی	عالی	تعدد در ساختارهای آسپاد در این مناطق به صورت خطی در یک فضا هدفی بوده که سازندگان آسپاد به منظور تطابق با اقلیم منطقه و بهره‌گیری بهتر از انرژی باد صورت داده‌اند

۵- هماهنگی ساختار کالبدی آسباد با اقلیم

منطقه

بعد از بررسی شبیه سازی انرژی باد در دو آسباد به فاکتورهای تعیین ارزیابی کیفیت عملکردی دو آسباد در مقابل انرژی باد، براساس رتبه بندی نامطلوب، مطلوب، عالی، بسیار عالی پاسخ داده شد. نتایج این بررسی در جدول شماره ۱ قابل مشاهده است.

با بررسی و تحلیل فاکتورها بیان شده در دو آسباد مشخص گردید آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان عملکرد مناسب تری در مقابل انرژی باد دارد.

۶- نتیجه گیری

سیستان و خراسان دیار بادها هستند؛ شاخصه های اقلیمی این مناطق، در پیدایش آسبادها به عنوان بارزترین نماد معماری بومی منطقه نقش انکارناپذیری داشته اند. با تحلیل عملکرد آسبادهای ساده منفرد نشتیفان و آسباد شماره ۲ قلعه مچی سیستان مشخص گردید:

در آسباد منفرد نشتیفان که دارای یک کانال ورود باد بوده و فاقد باله های هدایت کننده باد است، سرعت جریان در کانال ورودی، قدرت باد بر روی پره ها و در نتیجه تعداد دور پره ها در مقایسه با آسباد شماره ۲ قلعه مچی بسیار پایین تر است. نتایج شبیه سازی نرم افزاری، بیانگر آن است که در آسباد

شماره ۲ قلعه مچی سیستان، معماران با افزودن باله های هدایت کننده باد، باعث شده اند گردابه های جریان باد در مقایسه با آسباد منفرد نشتیفان کاهش یابد و همگرایی باد بیشتر شود. سرعت جریان باد در کانال ورودی و بر روی پره ها، نسبت به سرعت جریان آزاد باد، افزایش می یابد در نتیجه قدرت آسباد ارتقای قابل توجهی می یابد؛ به گونه ای که با افزایش سرعت باد، میزان بهره وری از انرژی باد به مراتب بیشتر می شود. نتیجه این شبیه سازی نشان می دهد که معماران ایرانی با طراحی باله های عریض و زاویه دار، در کنار درباد اصلی، توانسته اند باد را به خوبی بر روی پره های آسباد متمرکز کنند و علاوه بر تضمین کارکرد بهینه آسباد در نوسانات بادهای ۱۲۰ روزه، موجب ارتقای قابل توجه قدرت آسباد و راندمان آن شوند.

آسبادها تا سال های نزدیک به امروز هم مورد استفاده قرار می گرفته است. اما آسبادها بر اثر گذشت زمان و تغییر شیوه زندگی انسان ها، در گسست میان سنت و مدرنیته در حال از بین رفتن هستند و امروزه تنها تعداد اندکی از آن ها در بخش هایی از خراسان و سیستان باقی مانده است. تحلیل عملکرد این آسبادها در استفاده از دانش این سازه های بی نظیر در چهارچوب معماری امروز می تواند راهگشای بسیاری از تصمیمات در حوزه انرژی باشد.

پی نوشت

1. ANSYS

۲. در بعضی از شهرها و روستاهای خراسان، کرمان، اصفهان و تربت حیدریه کلمه عربی «طاحون» و «طاحونه» را نیز به کار می برند.

3. Gasch

4. Zayats
5. Muller
6. Jentsch
7. Stoddart

منابع

- افشار سیستانی، ایرج. (۱۳۶۷). بزرگان سیستان، تهران: دیبا.
- احراری رودی، عبدالکریم. (۱۳۸۳). خواف در گذر تاریخ، تربت جام: انتشارات احمدجام.
- ابن حوقل، محمد. (۱۳۴۵). صورة الارض، ترجمه جعفر شعار، تهران: انتشارات بنیاد فرهنگ ایران.
- خضری، زهره. ایمانی، نادیه. (۱۳۸۸). آسباد: تجلی گاه هنر و صنعت. مجله معماری و شهرسازی، شماره ۸۷-۸۸، ۱۲۳-۱۱۱.
- رستگار، ژاله. آزاد، سحر. آزاد، میترا. (۱۳۹۴). تأثیر بادهای صد و بیست روزه در پیدایش آسبادهای منطقه سیستان. سومین کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری. تهران، دبیرخانه دائمی کنگره بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی.
- سرتیپی پور، محسن. (۱۳۸۸). آسبشناسی معماری روستایی (به سوی سکونتگاه مطلوب)، تهران: انتشارات شهیدی.
- غلامی، غلامحسین. (۱۳۹۳). معرفی سیستماتیک اجزاء مختلف آسبادهای خراسان. کنفرانس ملی الکترونیک و توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی، اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.
- غلامحسین، غلامی؛ کاویان، مجتبی و رضازاده، نیکی. (۱۳۹۴). آسبادهای بادی سیستان، بررسی تجارب معماری پایدار دشت‌های بادخیز با تأکید اجزای کالبدی آسباد شماره ۲ مچی «قلعه چی رئیس»، نشریه مسکن و محیط روستا، شماره ۱۵۹، ۳-۱۸.
- فرشاد، مهدی. (۱۳۸۹). تاریخ مهندسی در ایران، تهران: انتشارات میر ماه.
- قهرمانی، بیتا؛ بهادری، علی اصغری. (۱۳۹۲). آسبادهای نشتیفان مثالی برای مهندسی هوشمندانه ایرانی، صفة، شماره ۶۰، ۵۱-۶۴.
- گلابچی، محمود. جوانی دیزجی، آیدین. (۱۳۹۲). فن‌شناسی معماری ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- مشتاق گوهری، کامبیز. (۱۳۹۲). آسبادهای ایرانی، نخستین سازوکار کاربرد انرژی باد. مجله معمار، شماره ۸۱، ۲۳-۱۹.
- مهدوی نژاد، محمدجواد؛ بمانیان، محمدرضا؛ مشایخی، محمد. (۱۳۹۰). آس‌بادها قدیمی‌ترین آسبادهای بادی در جهان، نقش جهان، شماره ۲، ۴۳-۵۴.
- مستدنگاری آسبادهای سیستان. (۱۳۸۹). سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان سیستان و بلوچستان.
- ناشناس. (۱۳۸۷). تاریخ سیستان، به تصحیح محمد تقی بهار (ملک الشعرا)، تهران: انتشارات معین.
- نادری، بقراط. (۱۳۵۶). آسبادهای خواف، هنر و مردم، تیر و مرداد، ۷۵-۸۵.
- Gasch, R., Twele. J. (2012). Wind Power Plants Fundamentals, Design, Construction and Operation, 548 p. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.
- Gerald Muller, Mark F.Jentsch, Euan Stoddart. (2009). Vertical axis resistance type wind turbines –for use in buildings, Renewable Energy, 34, pp 1407–1412.
- Mortazavi. Mehdi. (2009). Yesterday and Today: The Impact of 5000 Years Wind on the Iranian Sistan Architecture. *Man and Environment*. XXXIV (2): 46-55.
- Zayats. Inna. (2015). The Historical Aspect of Windmills Architectural Forms Transformation, *Procedia Engineering*, 117, pp 690 – 700.

Original Research Article

The Singular Windmills of Analysis and Comparison of Wind Currents in Sistan and the Simple Windmill of Khorasan by Using the ANSYS Software**Hamed Ebrahimi¹, Mehdi Mortazavi^{2*}, Fariba Mosapour Negari³**

1- PhD student in Architecture, Faculty of Arts and Architecture, Islamic Azad University, Zahedan

2- Associate Professor, Archaeological Sciences Research Center, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan

3- Assistant Professor, Archaeological Sciences Research Center, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan

Abstract

The architecture of Iran is full of hidden secrets and serves as the key to meet the needs of people who have wisely converted climatic and geographical weaknesses and threats into the strengths and golden opportunities. This capability has been based on long experiences. Use of windmills is one of the most important of these experiences. A windmill is a structure of desert architecture in Iran. This small and seemingly simple factory represents the integration of architectural art and industrial knowledge of Iranian past generations in the proper use of local and indigenous facilities. Windmills have been built in southern half of Khorasan and Sistan wherever there is good wind. Recognizing the function of these structures along with the depletion of fossil fuels can lead to the use of the knowledge of constructing windmills in modern structures in order to produce energy. With the aim of identifying the functions of these structures, this research reviews the operation of windmills in the two regions of Sistan and Khorasan and seeks to answer the question “which of Khorasan and Sistan windmills represents better operation in using the wind energy?” For this purpose, the ANSYS software, version 19, has been used to compare the functions of these two wind-operated structures. The results of the research indicate that Sistan windmill has better operation due to its wider span and more pleasant air entrance.

Keywords: Khorasan, Sistan, Wind energy, Windmill, ANSYS

*Email: mehdi.mortazavi@lihu.usb.ac.ir

مقاله پژوهشی

الگوهای ترکیب اندام‌های بنیادین معماری مساجد شهر اصفهان در دوره صفوی

آزینا بلالی اسکویی^{۱*}، سحر زارعی^۲، مینا حیدری ترکمانی^۳

۱- دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

۳- دانشجوی دکتری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۰۴، تاریخ پذیرش نهائی: ۱۳۹۹/۰۲/۲۴)

چکیده

بررسی و شناخت ترکیب‌بندی اندام‌های بنیادین مساجد دوره صفوی شهر اصفهان با تاکید بر طبقه‌بندی آن‌ها سبب می‌شود تا بتوان با بهره‌گیری از این الگوها در لایه‌های کالبدی و همچنین معنایی، در معماری مساجد جدید، آن‌ها را تداوم بخشید. در این راستا تحقیق حاضر با هدف شناخت این الگوها تدوین گردیده است. روش تحقیق در این نوشتار توصیفی-تحلیلی بوده و از مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی برای گردآوری اطلاعات استفاده شده است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که مساجد دوره صفوی اصفهان را می‌توان به سه دسته مساجد شبستانی، گنبدخانه‌ای و شبستانی-گنبدخانه‌ای طبقه‌بندی نمود که هر یک از دسته‌های فوق را می‌توان براساس اندام‌های اصلی و محورهای فضایی و وضعیت قرارگیری نسبت به بافت شهری به دسته‌های مجزا دسته‌بندی نمود. در طبقه‌بندی عنوان شده، هر الگو گسترش یافته الگوی قبلی است و در نهایت تکامل یافته‌ترین نوع الگو، الگویی با حفظ تعین هندسی اندام‌های اصلی معرفی می‌شود، مساجد امام و حکیم از این قبیل هستند.

کلید واژه‌ها: اندام‌های بنیادین، الگوی معماری مساجد، معماری دوره صفویه، مساجد اصفهان

پرسش‌های پژوهش

پژوهش حاضر در پی پاسخ به پرسش‌های زیر است:

۱. مساجد صفوی اصفهان دارای چه اندام‌های غالبی هستند؟
۲. از نظر کالبدی مساجد دوره صفوی اصفهان دارای چه الگوهایی هستند؟

۱- مقدمه

طراحی مکان‌های مقدس مذهبی در همه ادیان، از مهم‌ترین طرح‌های معماری محسوب می‌شود؛ چون تجلی جنبه‌های هنری و نمادپردازی هر دینی را در این مکان‌ها می‌بینیم، در حقیقت مساجد بارزترین تجلی‌گاه معنویت و هویت متعالی انسانی جهان اسلام و از جمله ساختمان‌های عمومی هستند که در فرهنگ یک جامعه مؤثر بوده‌اند و در گذشته به عنوان مرکز اجتماعی، سیاسی و مذهبی مردم مسلمان کارکرد داشتند. با ظهور دولت صفوی در اوایل قرن دهم هجری و اعلام تشیع اثنی عشری به عنوان مذهب رسمی، فرصتی به دست معماران شیعی داد تا عقاید خود را آزادانه تبلیغ کنند و جهان بینی تشیع را در قالب آفرینش فضاهای مذهبی، به ویژه در معماری مساجد آشکار سازند. انسان شیعی، با پای‌بندی به اصول و عقاید مذهب تشیع، خود را به رعایت و توجه به آن ملزم می‌دانسته، لذا معماری مسجد، به دلیل موضوعیت خاص معنوی و روحانی اش، از روح و ماهیت تشیع سرشار است؛ به طوری که در هر دو بعد کالبدی مساجد (ایوان، حیاط مرکزی، حوض، ارتباطات فضایی و نحوه حرکت و ...) و حسی-

معنوی (نور، رنگ، تزئینات، رقوم مقدس و ...) اثرگذار بوده است (دباغ و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۷۵).

مساجد بنای الگویی هستند که عالی‌ترین سازه‌ها را در معماری اسلامی به وجود آوردند. مساجد با این نیت ساخته می‌شوند که باقی بمانند؛ پس باید دارای ساختاری غنی و مستحکم باشند. در نتیجه، این بنا، آن الگویی است که - به مانند کلیسا در مسیحیت - بیش از هر بنای دیگر تأثیر سنت‌های ممتاز معماری بسیاری را که در مجموع معماری را شکل داده‌اند (بمانیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۴۳). بنابراین کند و کاو در آثار معماری تاریخی، دیدن راه حل‌ها، تبدیل آنها به زبان علمی و بهره‌گیری از فنون روز، بخشی از پاسخ به الگوی طراحی معاصر است. اگرچه میان الگو و برخی دیگر از مفاهیم و تعابیر در فضای معماری تشابهات شکلی و محتوایی به چشم می‌خورد؛ لیکن تنها الگویی است که می‌تواند با پرهیز از تقلید یا تکرار کار گذشتگان، تجربیات آنان را در قالب آثار متنوع معماری نمایان سازد (سلطانی و دیگران، ۱۳۹۱: ۳). با توجه به اینکه در حوزه مسجد، مطالعات متنوعی صورت گرفته است لیکن هیچ یک از آنها به شناسایی اندام‌های بنیادین و چگونگی ترکیب بندی آنها نپرداخته‌اند. بنابراین هدف از این پژوهش، شناسایی ترکیب‌بندی اندام‌های بنیادین مساجد دوره صفوی شهر اصفهان و تداوم این الگوها در لایه‌های کالبدی و همچنین معنایی، در معماری مساجد جدید است.

۲- روش تحقیق

روش پژوهش حاضر، توصیفی-تحلیلی است. با توجه به اینکه مساجد دوره صفوی اصفهان موضوعی گسترده است که در آثار مکتوب و غیرمکتوب، اسناد قابل توجهی در ارتباط با آن قابل شناسایی و مطالعه است. از این رو از تحقیق کتابخانه‌ای اعم از کتاب، رساله، مقاله‌ها و مشاهدات میدانی و استفاده از نقشه‌ها به گردآوری اطلاعات پرداخته شد. مجموع مساجد دوره صفوی در شهر اصفهان بیست و سه نمونه است که در این پژوهش، بیست نمونه از مشهورترین و شناخته شده ترین این مساجد مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به میزان آثار باقی مانده از دوره صفوی می توان اذعان نمود این مطالعه عمده نمونه‌های موجود در شهر اصفهان را شامل می‌شود. فرآیند تحقیق شامل توصیف اولیه نمونه‌های موردی و دسته‌بندی آنها برای مقایسه است و طبق تحلیل‌های صورت گرفته، الگوهای بکار گرفته شده در مساجد این دوره استخراج گردید.

۳- پیشینه ی تحقیق

در زمینه دسته بندی و گونه شناسی مساجد دوره ها و شهرهای مختلف پژوهش های متعددی در طی سال های متمادی به انجام رسیده است. از جمله می توان به این موارد اشاره کرد: مهدوی نژاد و دیگران (۱۳۹۲)، بر اساس ارتباط فضایی مسجد و مدرسه های دوره قاجار، به سه گونه اصلی دست یافته اند: گونه اول، مسجد-مدرسه، فضای واحدی است که کارکرد مسجد و مدرسه در آن از هم تفکیک شده است. گونه دوم، مسجد و

مدرسه در یک فضا قرار گرفته اند و کاربری مسجد و مدرسه در هم ادغام شده است. گونه سوم، شامل مسجد مدرسه هایی است که به صورت جدا از هم ولی در کنار هم ساخته شده اند و ارتباط مسجد و مدرسه از طریق فضایی مشترک در داخل بناست. جالب است بدانیم این گونه بندی به زمان ساخت، مکان و موقعیت قرارگیری مسجد مدرسه ها ارتباطی نداشته است؛ شاید بتوان گفت که در شرایط خاصی برحسب نوع تفکر و هم چنین میزان اهمیت مسجد و مدرسه، این گونه ها شکل گرفته اند. زارعی (۱۳۹۴)، با اشاره به گونه بندی مساجد محله ای شهر سنندج در دوره قاجار و اطلاق سبک سنندجی، بیان می دارد که مهمترین معیارهای ساخت و ساز مساجد محله ای در نوع معماری بومی برو نگرا و معماری مرکزی ایران درو نگرا و وضعیت زمین، امکانات در اختیار به لحاظ تمکن مالی و مصالح، متناسب با شرایط زمان و مکان و اقلیم منطقه بوده است. خادم زاده و دیگران (۱۳۹۶)، انواع مسجد حوزه فرهنگی کردستان را بر پایه اجزای فضایی یا کالبدی به دو دسته تقسیم می کند: گونه اول، مساجد دارای شبستان ستون دار که گونه اصلی اول مساجد منطقه کردستان هستند؛ گونه دوم، دارای حیاط مرکزی و ترکیبی از الگوهای مساجد گونه اول و مساجد مرکز ایران است. این نکته قابل توجه است که این دو گونه دارای زیر گونه هایی هستند که تفاوتشان در مواردی مانند تعداد یا وجود و عدم وجود ایوان ها و راهروهاست. معماریان و دیگران (۱۳۹۶)، پارامترهای گونه بندی مساجد تبریز را از منظر

عناصر کالبدی مساجد استخراج شده و براساس این فراوانی دسته‌بندی‌هایی تبیین می‌گردد.

۴- مبانی نظری

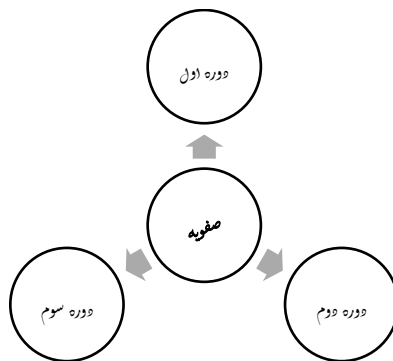
۴-۱- اصفهان در عصر صفوی

معماری ایران در قرن دهم و یازدهم هجری، تحت حمایت شاهان صفوی، به حد اعلائی توسعه و تکامل خود رسید. فعالیت وسیع معماری دوره صفویه در زمان شاه عباس اول آغاز و بناهای مختلفی در شهرهای ایران ایجاد شد (سیوری، ۱۳۸۵: ۱۵۲). شهر اصفهان در این دوره مورد توجه ویژه شاه عباس و جانشینان وی قرار گرفت؛ چنانکه اسکندر بیگک منشی، مؤلف تاریخ عالم آرای عباسی می‌گوید: «... و خصوصیات آن بلده جنتشان از استعداد مکان و آب زاینده رود و جوی‌های کوثر مثال که از رودخانه مذکور منشعب گشته، به هر طرف جاریست، در ضمیر انور جایگزین گشته همیشه خاطر اشرف بدان متعلق بود که در آن بلده شریفه رحل اقامت انداخته، توجه خاطر به ترتیب و تعمیر آن مصروف دارند... و آن بلده طیبه را از کثرت عمارات و باغات و منازل مرغوب دلگشا و رواق‌ها و منظره‌های بهجت افزا و قیصریه و چهار بازار و مساجد و حمامات و خانات عالی مصر جامع ساخته و ایوم خلدبرین بدین داغ بندگی اش بر جبین دارد» (ترکمان، ۱۳۸۲: ۱/۵۴۴-۵۴۵). در این دوره بود که شاهان صفوی، در پی مطرح کردن اندیشه بازگشت به گذشته و احیاء میراث باستانی ایران، سعی در احیای سبک معماری قدیم ایرانی نمودند و این امر در طرح‌ها، اشکال و مصالح

عرصه‌بندی فضای داخل، اندازه فضا، شاکله داخلی، ساختار معماری، تزیینات، مصالح، نورگیری، نحوه و جبهه ورودی و ارتباط با طبیعت در راستای آغازی مناسب بر ریختارشناسی و الگوبندی مساجد تاریخی تبریز مورد بررسی قرار داده است. تحقیق پاسیان خمیری و دیگران (۱۳۹۶)، در گونه‌شناسی مساجد بلوچستان ایران، از دوره قاجار تا معاصر حاکی از این است که سه گونه صحن - شبستان، صحن - رواق - شبستان و گونه شبستانی بیشترین تنوع گونه در دسته مساجد روستایی هستند. مساجد شهری علی‌رغم تزیینات بیشتر و مصالح جدید در ساخت آن‌ها و مساحت زیاد، همچنان از ساختار کالبدی فضایی مساجد روستایی تبعیت می‌کنند همچنین گونه صحن - رواق - شبستان در حال حاضر پرکاربردترین الگوی ساخت مساجد است. خادم زاده و دیگران (۱۳۹۳)، نیز مساجد منطقه اصفهان را بر اساس انتظام کلی و ترتیب فضایی در رسیدن به محراب اصلی به دو گونه کلی کوشکی و بسته، حیاط دار و نمازخانه‌ای تقسیم می‌کند. هرچند پژوهش خادم زاده به موضوع مورد بحث ما بسیار مرتبط است، قصد ما در این تحقیق، بررسی جامع تر مساجد کل دوره صفوی در اصفهان و یافتن ارتباط میان مساجد مختلف براساس اندام‌های آن‌هاست. با این حال در پژوهش‌های داخلی تاکنون به این موضوع پرداخته نشده است. و لذا می‌توان اذعان داشت این مطالعه عمده نمونه‌های موجود در شهر اصفهان را شامل می‌گردد. بر این اساس در بخش ادبیات تحقیق ابتدا به اهمیت مساجد اصفهان در دوره صفوی پرداخته می‌شود و سپس فراوانی

دوران حکومت شاه عباس اول و شاه عباس دوم، نیمه عصر صفوی، به دلیل توجه آنان به هنر و معماری در ساختار معماری ایران که موجب پیشرفت در طرح‌ها و ترکیب‌ها و تناسبات بناها گشت، مبنای تقسیم دوران صفوی قرار داده شد. از این رو دوران صفوی را می‌توان به سه دوره: آغازی (قبل از حکومت شاه عباس اول)، اوج (از آغاز دوران حکومت شاه عباس اول تا پایان حکومت شاه عباس دوم) و پایانی (پس از حکومت شاه عباس دوم) تقسیم کرد (عطاریان، ۱۳۹۳: ۷۰).

بناها جای خود را باز کرد (تجویدی، ۱۳۹۲: ۱۱۸). سبک بناهای این دوره به شکل چهار ایوانی است و از کاشیکاری، گچ‌بری، مذهب کاری و خطاطی و... برای تزئینات بناها استفاده شده است (کیانی، ۱۳۹۰: ۱۰۴). بعد از صفویان و با توجه به شرایط سیاسی حاکم بر کشور، توسعه هنرهای گوناگون ادامه نیافت؛ ولی سبک معماری که در دوره صفویه در اصفهان به اوج رونق و شکوفایی خود رسیده بود، راه را برای مطالعه سبک شناسی هنری این بناها در دوره‌های بعد فراهم آورد. بر اساس شاخص‌های علمی و تاریخی تحلیل‌گران،



تصویر ۱- تقسیم بندی عصر صفوی به سه دوره مأخذ: (عطاریان، ۱۳۹۳: ۷۰)

حتی هر کوچه، مسجد اغلب به تنهایی قرار می‌گیرد و گاه با عملکردهای دیگر تلفیق می‌شود، زمانی با مدرسه که کانون آموزش علوم است و به طور یکپارچه ساخته می‌شود و زمانی با امامزاده و مدفن بزرگان ترکیب می‌شود. به هر رو به دلیل تنوع عملکردی، تنوع فضایی مسجد آن را از دیگر عناصر عمومی شهری متمایز و جایگاه آن را در زندگی شهری اعتلا می‌بخشد (حبیبی و اهری، ۱۳۷۷: ۲۵). در دوره صفوی بر اثر توجه پادشاهان

۴-۲- مساجد اصفهان در عصر صفوی

با ظهور حکومت صفویه و اعلام مذهب شیعه به عنوان مذهب رسمی که کشور ایران تحت لوای آن متحد می‌شود، بر اهمیت مسجد به مراتب افزوده می‌گردد. این بار مسجد مظهر آرمان‌های تشیع و عامل شناساننده آن نیز باید گردد. بدین ترتیب مساجد به تعداد زیاد در سطح شهر ساخته و یا در محل مساجد قدیمی بازسازی می‌گردند. نه تنها در مقیاس شهر و مرکز آن بلکه در هر محله و

صفوی و خلاقیت معماران، مکتب اصفهان شکل گرفت که باعث تمایز میان این مکتب با معماری ادوار گذشته گردید. به عبارت بهتر، در این دوره، معماری از یک امر ارگانیک، که صرفاً براساس نیازهای طبیعی شکل می گرفت؛ به معماری خردگرا بدل شد که واجد ارزش های فلسفی، هنری و فنی است (طبسی، ۱۳۸۶: ۲۱۸). در واقع مسجد رکن زندگی شهری و واژگان و اصول و قواعد آن، کامل ترین تبلور اندیشه های مکتب اصفهان در شهرسازی است. طبق جدول ۱ مساجد ساخته شده در دوره صفوی در شهر اصفهان براساس اسناد و مدارک موجود ذکر گردید. تعداد مساجد ساخته شده در هر دوره به همراه نام مسجد، تاریخ ساخت، حاکم وقت و موقعیت فعلی آورده شده است. مطالب این جدول نشان می دهد؛ ۲۰ درصد از مساجد ساخته شده مربوط به دوره اول (پیش از حکومت شاه عباس اول) و ۵۵ درصد از آنها مربوط به دوره دوم (دوران حکومت شاه عباس اول تا شاه عباس دوم) و ۲۵ درصد آنها مربوط به دوره سوم (پس از حکومت شاه عباس سوم) است.

بیست نمونه از مساجد دوره صفوی شهر اصفهان طبق جدول ۱ با ذکر نام مساجد و معرفی اندام های موجود مورد بررسی قرار گرفت. که این بررسی ها براساس مشاهدات میدانی، بررسی پلان ها و تصاویر مساجد است. بنا به اطلاعات به دست آمده، بیشترین اندامی که کالبد مساجد مورد

مطالعه را شکل می دهند به ترتیب شبستان، گنبدخانه، صحن، و ایوان هستند. چگونگی قرارگیری این اجزای کالبدی یا اندام ها در کنار هم و ترکیب بندی مختلف آنها ساختار فضایی مساجد این دوره را شکل می دهند. در زیر به معرفی اندام های بنیادین مساجد در این دوره پرداخته می شود.

شبستان: شبستان جایی است که «شب در آنجا می خوابند» و «از هیچ طرف باز نیست». گرابر شبستان را این گونه تعریف می کند: «فضایی که در آغاز به صورت تالارهای چهل ستون بود که شامل چند ستون زیر سقف می شد که این ستون ها به تعداد زیاد و به فواصل مساوی فضا را اشغال می کردند» (حداد و همکاران، ۱۳۹۷: ۷).

گنبدخانه: گنبدخانه در فرهنگ دهخدا «خانه ای که دارای گنبد باشد»، «خانه ای که به شکل گنبد باشد» معنا شده است (دهخدا، ۱۹۲۷۸: ۱۳۴۵).

صحن: یکی از عناصر مهم معماری مساجد اسلامی، صحن است که به دلیل پیروی از طرح و نقشه اولین مسجد جهان (مسجد النبی)، طرح مربع و یا مربع مستطیل دارد و فضایی آزاد و روحانی را بوجود می آورد. در واقع شکل و فرم و عناصر تزئینی ابتدا در همین صحن ها به نمایش در می آیند. در وسط صحن حیاط، آب مظهر پاکیزگی و نظافت، در حوض بزرگی که با فضا سازی بنا به صورت دایره و یا مربع و مستطیل و یا هشت گوش متناسب است، متجلی می شود.

جدول ۱- مساجد سه دوره عصر صفوی شهر اصفهان (مأخذ: نگارندگان)

مساجد دوره صفویه اصفهان					
دوره	ردیف	نام مسجد	تاریخ ساخت	حاکم وقت	موقعیت فعلی
اول	۱	علی	۹۲۹	شاه اسماعیل	میدان امام علی
	۲	قطیبه	۹۵۰	شاه طهماسب دوم	خ طالقانی
	۳	ذوالفقار	۹۵۰	همان	بازار
	۴	خیاط ها (پادرخت سوخته)	۹۷۵	همان	خ عبدالرزاق
دوم	۵	جارچی	-	شاه عباس اول	خ عبدالرزاق
	۶	مقصود بیک (ظلمات)	۱۰۱۰	همان	شمال شرقی میدان نقش جهان
	۷	لطف الله خان	۱۰۲۵-۱۰۱۱	همان	میدان نقش جهان
	۸	سرخ (سفره چی)	۱۰۲۴ یا ۱۰۱۴	همان	خ چهارباغ پایین
	۹	امام	۱۰۴۰-۱۰۲۱	همان	میدان نقش جهان
	۱۰	آقا نور	۱۰۳۹-۱۰۳۴	شاه عباس اول تا شاه صفی	خ ابن سینا
	۱۱	حاجیه شاه خانم (نمکی)	-	شاه عباس دوم	میدان میر
	۱۲	ساروتقی	۱۰۵۳	همان	بازار
	۱۳	مصری	۱۱۱۶-۱۰۶۱	همان	میدان قدس
	۱۴	حاج یونس	۱۰۷۳	همان	خ ابن سینا
سوم	۱۵	حکیم	۱۰۶۷-۱۰۷۳	شاه عباس دوم تا شاه سلیمان	خ حکیم
	۱۶	علیخان زنگنه	۱۰۹۰	همان	خ ملک
	۱۷	لنجان	۱۱۱۴-۱۰۸۰	شاه سلیمان	خ شهیدبهشتی
	۱۸	ایلچی	۱۰۹۷	همان	خ احمدآباد
	۱۹	خان	-	همان	خ گلزار
	۲۰	خلوت نشین	-	همان	خ حکیم
	۲۱	شیره پزها	اوایل قرن دوازدهم	-	بازار نظامیه
	۲۲	خواجه روح الله	-	-	خ مسجد سید
	۲۳	حاج محمد جعفر آواده	قرن دوازدهم	-	خ جمالدین عبد الرزاق
	۲۴	حسین بن علی	-	-	خ بازارچه

گنبدخانه: گنبدخانه در فرهنگ دهخدا «خانه‌ای که دارای گنبد باشد»، «خانه‌ای که به شکل گنبد باشد» معنا شده است (دهخدا، ۱۹۲۷۸: ۱۳۴۵).

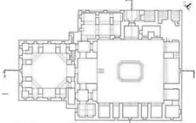
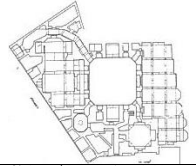



صحن: یکی از عناصر مهم معماری مساجد اسلامی، صحن است که به دلیل پیروی از طرح و نقشه اولین مسجد جهان (مسجد النبی)، طرح مربع و یا مربع مستطیل دارد و فضایی آزاد و روحانی را بوجود می‌آورد. در واقع شکل و فرم و عناصر تزئینی ابتدا در همین صحن‌ها به نمایش در می‌آیند. در وسط صحن حیاط، آب مظهر پاکیزگی و نظافت، در حوض بزرگی که با فضا سازی بنا به صورت دایره و یا مربع و مستطیل و یا هشت گوش متناسب است، متجلی می‌شود.


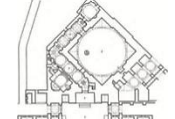


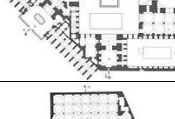





ایوان: فضای مسطح و مسقف و نیمه باز مسجد است که یا کارکرد نمازخانه ای دارد (در خود

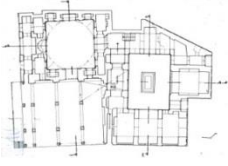


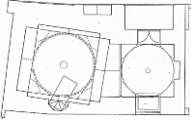

ایوان نماز گزارده می‌شود) یا کارکرد ارتباطی (شبستان مسجد را به صحن مسجد یا به محیط بیرونی متصل می‌کند). تعریف مزبور وجهی کارکردی دارد و وجهی کالبدی. در وجه کالبدی آن و در چارچوب کالبد مسجدهای تاریخی ایران، مرز آن با فضاهای بسته، همچون شبستان، مشخص می‌شود و وجه کارکردی آن موجب فصل ایوان از رواق و امثال آن می‌شود (طاهری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۱۴).

رواق: رواق‌ها، فضاهای سرپوشیده ستون دار اطراف صحن و حیاط مساجد هستند که معمولاً در پشت آن‌ها دیوارهای انتهایی مسجد قرار دارند. دهانه این فضاها رو به صحن است و در ورودی را به شبستان یا گنبدخانه متصل می‌کند (احمدی شلمانی، ۱۳۹۰).

جدول ۲- اندام‌های بنیادین مساجد دوره صفوی شهر اصفهان (مأخذ: نگارندگان)

نام مسجد	شبستان	ایوان	گنبد	رواق	صحن	مناره	پلان
مسجد علی	*	*	*	-	*	*	
مسجد قطیه	*	*	*	-	*	-	
مسجد ذوالفقار	*	-	-	-	-	-	
مسجد حیاط‌ها	*	*	*	-	*	-	
مسجد جارچی	*	-	-	-	-	-	

	-	*	-	*	-	*	مسجد مقصود بیک
	-	-	-	*	-	*	مسجد شیخ لطف الله
	-	*	-	-	*	*	مسجد سرخی
	*	*	*	*	*	*	مسجد امام
	-	*	-	*	*	*	مسجد آقانور
	-	*	-	*	*	*	مسجد ساروتقی
	-	*	*	-	*	*	مسجد مصری
	-	-	-	-	-	*	مسجد حاج یونس
	-	*	-	*	*	*	مسجد حکیم
	-	*	-	*	-	*	مسجد علیخان زنگنه

	*	*	-	*	*	*	مسجد لیان
	-	*	-	-	-	*	مسجد ایلچی
	-	*	-	-	*	*	مسجد شیره پزها
	-	-	-	*	-	-	مسجد خواجه روح الله
	-	*	-	-	-	*	مسجد حسین بن علی

۵- نتایج و یافته‌ها

۵-۱- گونه‌شناسی مساجد دوره صفویه

براساس اندام‌های بنیادین

گونه‌شناسی دسته‌بندی نمونه‌ها براساس معیارهای مشترک است؛ حال این معیارها ممکن است شکلی و یا مرتبط با عملکرد فضاها یا معماری باشد. گونه‌شناسی شکلی عمومی‌ترین نوع گونه‌شناسی در معماری هست این گونه‌شناسی، یک بنا را به لحاظ عناصر شکلی و کالبدی آن مورد تحلیل قرار می‌دهد و دسته‌بندی‌های خود را بر مبنای تفاوت و شباهت عناصر کالبدی قرار می‌دهد این نوع گونه‌شناسی در سبک‌های تاریخی بسیار کارآمد

است (مهدوی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۸). در واقع از مقایسه خصوصیات مشترک به صورت بسته‌ای از خصوصیات به عنوان یک گونه معرفی می‌گردد. در مورد دسته‌بندی‌های صورت گرفته در خصوص کالبدی مساجد می‌توان اشاره کرد: گروهی شبستان و رواق، دیگر گروه گنبدخانه و گروهی دیگر ایوان را گاه با حیاط و گاه بدون آن به کار برده‌اند. بعدها هر گروه از گروه‌های دیگر نیز وام گرفت، بخش‌هایی از شبستان موجود و برای برپایی ایوان و گنبدخانه برداشته و یا شبستان را به دیگر فضاها اضافه کرده‌اند (حجت و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰). استاد پیرنیا مساجد را به

الگوهای دیگر است. مساجد ذوالفقار، جارچی، حاج یونس (بدون صحن) - مساجد ایلچی، حسین بن علی (با صحن) هر دو دسته دارای این الگو هستند. در الگوی بعدی به الگوی شبستانی ساده، دو ایوان جنوبی و شمالی به انضمام صحن مرکزی اضافه می‌شود که دارای اندام‌هایی همچون وضوخانه و حجره نیز هستند. مساجدی چون سرخی، شیره پزها از این قبیل اند. الگوی دیگری که اندکی با الگوی پیشین متفاوت است، الگوی مساجدی است که دارای شبستان ستون دار و ایوان به انضمام رواق‌های جانبی هستند. مساجدی چون مصری از این جمله‌اند.

مساجد گنبدخانه‌ای

بنیادین‌ترین اندام مساجد این الگو، گنبدخانه است که عنصر اولیه این دسته از مساجد را تعریف می‌کند. تنها مسجد مورد مطالعه در این دسته از مساجد دوره صفوی اصفهان، مسجد حاج روح الله است که صرفاً از یک گنبدخانه ساده تشکیل شده است. این الگو از لحاظ کالبدی و اندامی یکی از ساده‌ترین مساجد این دوره است که خود مبنای شکل‌گیری الگوهای دیگر است.

مساجد شبستانی گنبدخانه‌ای

می‌توان اذعان کرد که الگوی این مساجد، حاصل همنشینی هردو الگوی قبل است. از این همنشینی، الگوهای متمایز و قابل تعریف پدید می‌آید که الگوی اکثر قریب به اتفاق مساجد دوره صفوی اصفهان را تشکیل می‌دهد. این مساجد دارای اندام‌های بنیادین شبستان و گنبدخانه به انضمام فضاهای دیگری همچون ایوان و رواق است. یکی از مساجد جالب توجه در این دسته، مسجد شیخ

شبستانی، تک ایوانی، دو ایوانی، چهار ایوانی و چهار طاقی و طنبی شکل تقسیم می‌کند (پیرنیا، ۱۳۸۹: ۲۴). هنری مارتین انواع مساجد را بر پایه نوع نقشه آنها به سه دسته تقسیم بندی می‌کند. ۱. مسجد با سقف صاف و نقشه مستطیل شکل در سبک عربی ۲. مساجد گنبددار با نقشه چهارایوانی ۳. مساجد با چند گنبد در سبک عثمانی (Arnheim, ۱۹۸۸). هلین براند (۱۳۹۱)، مساجد را به پنج گونه شبستانی، تک ایوانی، دو ایوانی، چهار ایوانی و گنبد دار، تقسیم بندی می‌نماید. صارمی (۱۳۹۶) مساجد را با چهار الگوی اصلی مورد بررسی قرار داد. مسجد با شبستان ستوندار، مسجد با شبستان ایواندار (تک ایوانه، دو ایوانه و چهارایوانه)، مسجد با شبستان ایواندار و گنبدخانه پشت ایوان، مسجد دارای گنبدخانه میانی (صارمی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۶). اما با توجه به اندام‌های بنیادین مساجد دوره صفوی شهر اصفهان، (جدول ۳) می‌توان مساجد این دوره را به سه الگوی مساجد شبستانی، شبستانی گنبدخانه‌ای و گنبدخانه‌ای دسته‌بندی کرد.






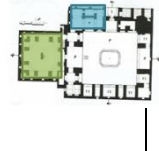



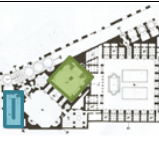



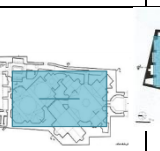



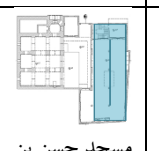


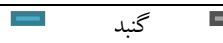

مساجد شبستانی

بنیادین‌ترین اندام مساجد صفوی اصفهان که تنها با یک استثنا (مسجد خواجه روح الله) در همه نمونه‌های مورد مطالعه قابل شناخت است، شبستان ستون دار است. به عبارتی یکی از عناصر اولیه که مساجد دوره صفوی اصفهان را تعریف می‌کند، شبستان ستون دار است. برخی از مساجد مورد مطالعه، صرفاً از یک شبستان ساده تشکیل شده‌اند. این الگو از لحاظ کالبدی و اندامی جزء ساده‌ترین گونه مساجد است که خود مبنای شکل‌گیری

برخی مساجد نیز ۴ ایوان در ۴ طرف صحن مرکزی اضافه می‌گردد که مساجد آقانور و ساروتقی و حکیم از آن دسته هستند. الگوی دیگری که تکامل یافته‌ترین الگو مساجد این دوره است شامل ترکیب الگوی قبل به انضمام یک یا چند رواق است. مسجد امام از این جمله است که دارای اندام‌های متفاوت دیگر نیز می‌تواند باشد.

لطف الله است که در طبقه همکف آن گنبدخانه و در طبقه زیرینش دارای شبستان ستون دار است. از نمونه‌های دیگر نیز مساجد زنگنه و مقصود بیک است که به ترتیب دارای صحن مرکزی و جانبی هستند. در الگوی بعدی، به الگوی شبستانی گنبدخانه‌ای دو ایوان جنوبی - شمالی به انضمام صحن به برخی مساجد اضافه می‌شود که از جمله آن مساجد علی، قطیبه، خیاط‌ها و لبنان است و در



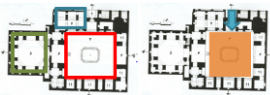



جدول ۳- دسته بندی مساجد دوره صفوی اصفهان بر اساس سه الگوی شکل گیری (مأخذ: نگارندگان)



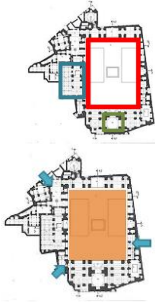
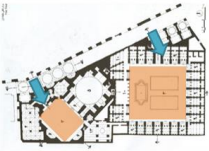

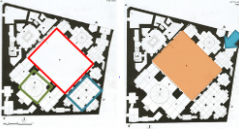
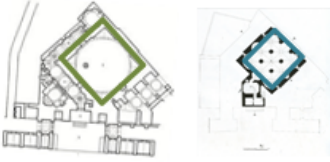
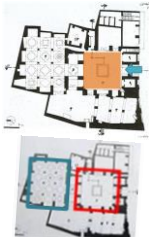




دسته بندی نمونه ها بر اساس سه الگو شکل گیری					
مساجد شبستانی گنبد دار					
					
مسجد آقانور	مسجد علیخان زنگنه	مسجد لبنان	مسجد خیاط‌ها	مسجد حکیم	مسجد علی
مساجد شبستانی					
					
مسجد شیخ لطف الله	مسجد شیخ لطف الله	مسجد قطیبه	مسجد ساروتقی	مسجد امام	مسجد مقصود بیک
مساجد شبستانی					
					
مسجد مصری	مسجد جارچی	مسجد سرخی	مسجد شیره پزها	مسجد ایلچی	مسجد حسن بن علی
					
مسجد خواجه روح الله			مسجد ذوالفقار		
					
گنبد			مسجد حاج یونس		
شبستان					








و فضای شهری قابل شناسایی است. مسجد امام و حکیم با ورودی‌های متعدد، دارای یک ورودی اصلی و چند ورودی فرعی هستند؛ که با افزایش تعداد ورودی‌ها به عنوان عامل ارتباطی صحن مساجد با گذرهای اطراف، ارتباطات، حضور و تعاملات اجتماعی در آن افزایش خواهد یافت که این بیانگر نقش صحن به عنوان فضای شهری است. مساجدی از قبیل خیاط‌ها، لبنان، آقانور و ساروتقی شامل یک ورودی اصلی و یک ورودی فرعی هستند که نقش صحن به عنوان فضای ارتباطی پررنگ تر از فضای شهری است. مساجد علی، مقصود بیگ، قطیبه، علیخان زنگنه، ایلچی، شیره پزها، سرخی، مصری و حسن بن علی با یک ورودی اصلی در ارتباط مستقیم با صحن، بیشتر نمایانگر نقش ارتباطی صحن با فضاهای دیگر است.

همچنین با توجه به وجود اندام‌های غالب، مانند صحن و ایوان در مساجد دوره صفوی، ابتدا به دسته‌بندی مساجد در سطح کلی براساس بود و نبود صحن و سپس برای بررسی الگوهای ترکیب بندی در مقیاس خرد، صحن مساجد در ارتباط با فضای شهری مورد ارزیابی قرار گرفته است. از آنجایی که مساجد از اصلی ترین عناصر بافت شهرها هستند. با توجه به نیاز انسان به فضاهای شهری برای برقراری تعاملات اجتماعی، صحن مساجد می تواند به عنوان یکی از این فضاها باشد. با توجه به نظریات آدام متز و نقی زاده، نظر توسلی درباره صحن مساجد این است که صحن، هنگامی در زمره یک فضای شهری شناخته می شود که ویژگی‌های از قبیل ورودی‌های متعدد، ورودی از جهات مختلف و ارتباط فضایی با گذرهای اطراف داشته باشد. با بررسی نقش صحن مساجد دوره صفوی اصفهان (جدول ۴) براساس دستگاه ورودی، صحن مساجد در دو گونه فضای ارتباطی

جدول ۴- دسته بندی مساجد براساس اندام غالب صحن (مأخذ: نگارندگان)

دسته بندی مساجد بر اساس اندام غالب صحن			صحن دار	مساجد شبستانی گنبد دار
 <p>مسجد خیاط‌ها</p>	 <p>مسجد قطیبه</p>	 <p>مسجد علی</p>		
 <p>مسجد آقانور</p>	 <p>مسجد ساروتقی</p>	 <p>مسجد امام</p>		

 <p>مسجد امام</p>		<p>مسجد لبنان</p>	
<p>-</p>	 <p>مسجد مقصود بیک</p>	 <p>مسجد حکیم</p>	
	 <p>مسجد ساروتقی</p>	 <p>مسجد علیخان زنگنه</p>	
 <p>مسجد شیخ لطف الله</p>			<p>بدون صحن</p>
 <p>مسجد سرخی</p>	 <p>مسجد شیره پزها</p>	 <p>مسجد ایلچی</p>	<p>صحن دار</p>
<p>-</p>	 <p>مسجد حسن بن علی</p>		<p>مساجد شبستانی</p>

		مسجد مصری		
			بدون صحن	
مسجد جارچی	مسجد حاج یونس	مسجد ذوالفقار		
			بدون صحن	مساجد گنبددار
<p>شبهستان  گنبد  صحن </p>				

با بررسی اندام غالب ایوان براساس وجود یا عدم وجود و در پی آن تنوع در تعداد و عملکرد و جاگیری شان در کالبد مساجد به گونه‌شناسی پرداخته شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که از میان ۲۰ مورد ۸ مسجد بدون ایوان و ۱۲ مسجد ایوان دار هستند. با توجه به تعداد ایوان‌های به کار رفته در مسجدهای ایوان دار، (جدول ۵) در دو دسته دوايوانی و چهارايوانی قابل تقسیم‌بندی است. همچنین محل قرارگیری ایوان در کالبد مساجد نشان می‌دهد جای‌گیری ایوان‌ها در تمامی مساجد با محوریت جهت قبله و تأکید بر آن قرار گرفته‌اند. در مساجدی مانند آقا نور، ساروتقی، حکیم، امام، علی، علیخان زنگنه چرخش‌هایی تقریباً ۴۵ درجه نسبت به ورودی برای هم سو شدن محور ایوان‌ها محسوب می‌شوند.

با بررسی اندام غالب ایوان براساس وجود یا عدم وجود و در پی آن تنوع در تعداد و عملکرد و جاگیری شان در کالبد مساجد به گونه‌شناسی پرداخته شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که از میان ۲۰ مورد ۸ مسجد بدون ایوان و ۱۲ مسجد ایوان دار هستند. با توجه به تعداد ایوان‌های به کار رفته در مسجدهای ایوان دار، (جدول ۵) در دو دسته دوايوانی و چهارايوانی قابل تقسیم‌بندی است. همچنین محل قرارگیری ایوان در کالبد مساجد نشان می‌دهد جای‌گیری ایوان‌ها در تمامی مساجد با محوریت جهت قبله و تأکید بر آن قرار گرفته‌اند. در مساجدی مانند آقا نور، ساروتقی، حکیم، امام، علی، علیخان زنگنه چرخش‌هایی تقریباً ۴۵ درجه نسبت به ورودی برای هم سو شدن محور ایوان‌ها

جدول ۵- دسته بندی مساجد بر اساس اندام غالب ایوان (مأخذ: نگارندگان)

دسته بندی مساجد بر اساس اندام غالب ایوان					
					مساجد دو ایوانی
					مساجد چهار ایوانی

۲-۵- بررسی محورهای فضایی در ترکیب اندام‌های مساجد

محور فضایی به عنوان ارتباط‌دهنده دو فضا با کارکرد مختلف به عنوان خط ذهنی است؛ که حفظ سادگی، تعادل، تقارن و یکپارچگی در بناها با رعایت اصل این محورها صورت می‌گیرد. از مهم‌ترین محورهایی که در فضای مساجد به چشم می‌خورد، اولین محور مربوط به دستگاه ورودی است که ارتباط دهنده عملکرد بیرون به درون است و دومین محور که، به سبب آن انسان به آمادگی معنوی رسیده است؛ بین فضای صحن و گنبدخانه است که هدایت‌کننده مستقیم انسان در جهت قبله است. سومین محور عمود در جهت قبله

در راستای توسعه بنا است. در بررسی نمونه‌های مورد مطالعه (جدول ۶) می‌توان به دو گونه، مساجد با دو محور فضایی (محور ورودی و محور بین فضای صحن-گنبدخانه) و با سه محور فضایی (محور ورودی، محور بین فضای صحن-گنبدخانه و محور عمود در جهت قبله) اشاره کرد. در مساجد علی، مقصود بیک و ساروتقی دو محور ورودی و محور بین فضای صحن-گنبدخانه قابل مشاهده است. محور بین فضای صحن-گنبدخانه در محوریت با جهت قبله چرخشی ۹۰ درجه نسبت به محور ورودی داشته است. در مساجد علیخان زنگنه و لبنان محور بین فضای صحن-گنبدخانه در راستای محور ورودی است. مساجدی از قبیل امام،

حکیم، خیاط‌ها و آقانور سه محور (محور ورودی، محور بین فضای صحن-گنبدخانه و محور عمود در جهت قبله) دارند. محور بین فضای صحن-گنبدخانه در محوریت با جهت قبله دارای چرخشی تقریباً ۱۲۰ درجه نسبت به محور ورودی است که در این مساجد گسترش فضایی در محور عمود در جهت قبله صورت گرفته است.

جدول ۶- دسته بندی محورهای فضایی در ترکیب بندی اندام‌ها (مأخذ: نگارندگان)

محورهای فضایی در ترکیب بندی اندام‌ها				نسبت محور صحن - گنبد به محور ورودی	
مسجد آقانور	مسجد حکیم	مسجد امام	مسجد خیاط‌ها		۹۰
مسجد ساروتقی	مسجد مقصود بیک	مسجد امام علی	مسجد علیخان زنگنه		۹۰
	مسجد لبنان	مسجد علیخان زنگنه	مسجد علیخان زنگنه	۹۰	
مسجد آقانور	مسجد حکیم	مسجد امام	مسجد خیاط‌ها	۱۲۰	

شهری که اولویتهای دیگری در جهت گیری دارند با یکدیگر سازگار نیستند مسئله اصلی بررسی ناسازگاری به وجود آمده میان محور قبله و محورهای شهری دیگر و زاویه انحرافی است. که طبق تحقیق اکبر زاده (۱۳۹۶) چهار رویکرد در مساجد قابل ملاحظه است. زاویه‌های نامتعادل در شبستان، زاویه‌های نامتعادل در صحن، فضاهای مثلثی میانجی و سیاست‌های ترکیبی هستند. طبق جدول ۷ با بررسی نمونه‌های مورد مطالعه دوره صفوی در مساجد مانند آقانور، لبنان، حکیم، ساروقی، شیر

۳-۵- موقعیت مساجد نسبت به بافت شهری

در گذشته جهت قبله در مقیاس وسیع‌تر از یک مسجد مانند شهر و ناحیه مشخص می‌شده است و برای کلیه مساجدی که در یک شهر ساخته می‌شد، از زاویه انحراف قبله یکسانی استفاده می‌کردند؛ اما با توجه به تغییرات مساجد در دوره‌های مختلف، می‌توان انحراف کالبد مسجد را نسبت به جهت واقعی قبله مشاهده کرد. همچنین جهت گیری مساجد به سمت قبله در کنار جهت گیری بافت‌های

پزها صحن و شبستان مساجد، کالبد هندسی خود را حفظ کرده و دارای زاویه‌های متعامد هستند، لذا مثلث حاصل از تعارض زاویه بین جهت گیری مساجد به سمت قبله و جهت گیری بافت شهری در مساجدی مانند، حکیم و شیره پزها، لبنان به صورت یک فضای افزوده به معبر میانجی بافت اضافه شده و یک پلان دوزنقه ای ایجاد می‌کند. گاه این مثلث به عنوان یک حیاط کم استفاده خدماتی و انباری در مساجدی مانند، آقا نور، ساروتقی، خیاط‌ها و ایلچی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همچنین با توجه به اینکه مساجد سنتی اکثراً در بازار ساخته می‌شدند (زیرا پیوند عمیقی بین بازار و مساجد وجود داشت)؛ در مواردی که بازار در خلاف جهت قبله بود، معمار سنتی می‌بایست در طراحی، مساجد را به سمت قبله می‌چرخاند تا در راستای قبله قرار گیرد. این چرخش حساب شده فضای داخلی بنا، نسبت به ورودی است که سبب می‌شد موقعیت محراب دقیقاً در جهت مسجد قرار گیرد (گروبه، ۱۳۷۹: ۲۵۰). در واقع این مساجد تلاشی برای انطباق وضعیت قرارگیری مسجد و راستای ناگزیر قبله و الزام ورود نمازگزاران در راستای منتهی به آن را در خود دارد. کل بنا با بافت مجاور منطبق شده، اما دسترسی به فضاهای اصلی مسجد با چرخش و به ترتیبی صورت می‌گیرد که فضاهای اصلی در راستای قبله جهت می‌یابند. این چرخش در طراحی مسجد به گونه‌ای نامحسوس و با مهارتی خاص صورت می‌گرفت که فرد با ورود به مسجد متوجه این چرخش نشود. محمد حسن معمار می‌گوید: قرار گرفتن گنبدخانه

به سوی قبله، معمار را به ساختن دالانی با پیچش نامحسوس از بیرون بنا وادار کرده است که واردشوندگان پس از گذر از آن، به هنگام ورود، به گنبدخانه در جهت قبله قرار می‌گیرد. در مساجدی مانند مسجد شیخ لطف‌الله و امام، ورودی به عنوان یک مفصل برای حل تعارض چرخش داشته است. بی شک وجود چرخش و انحنا در دالان ورودی تنها به دلیل توجه و اهمیت به سمت قبله نیست، بلکه عامل دیگر مؤثر این است که نمازگزاران مسجد برای رسیدن به محل عبادت، پس از عبور از راهرویی تنگ و نسبتاً تاریک، ناگهان وضوح و درخشندگی فضایی را که محل عبادت را در بر گرفته است احساس نمایند (استرلین، ۱۳۷۷: ۱۸۷).

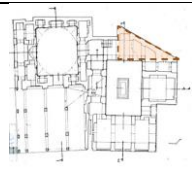


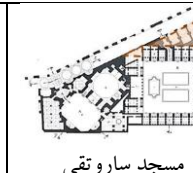

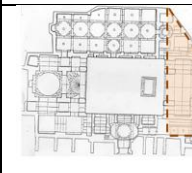

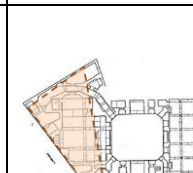
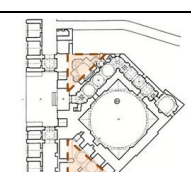
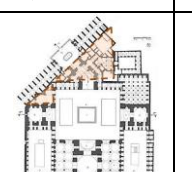
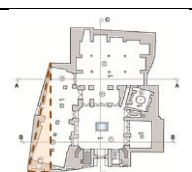
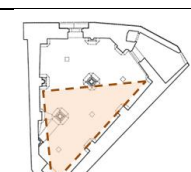
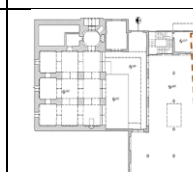
در بررسی زاویه‌های نامتعادل در شبستان مساجدی مانند حاج یونس و قطیبه، برای حفظ محورهای فضایی صحن، مثلث حاصل از زاویه انحرافی جهت‌ها به شبستان انتقال یافته و باعث ایجاد شبستان‌های دوزنقه ای شکل شده است یا در مساجدی مانند مسجدحسین بن علی و سرخی مثلث‌هایی در آن جبهه از شبستان در کنار معبر قرار می‌گیرد. در اکثر مساجد دوره صفوی شکل غالب صحن به صورت مستطیلی شکل حفظ شده است که صحن در مرکز پلان و تا حدی نزدیک به ورودی و هشتی قرار دارد تا طول راهروهای متصل کننده هشتی به صحن کوچکتر و یا از بین برود.


در مساجدی مانند مقصود بیگ زاویه نامتعادل در صحن مساجد به وجود آمده است که فضای مثلثی شکل حاصل از انحراف زاویه جهت‌ها، به فضای

غربی فضاهای خدماتی در نظر گرفته شده است و در جبهه شمال شرقی چرخش ورودی اتفاق افتاده است. که در واقع برای از بین بردن زاویه انحراف به وجود آمده در جبهه‌های مختلف رویکردی متفاوت در نظر گرفته شده است.

صحن اضافه شده است و اصالت فضایی شبستان حفظ گردیده شده است. همچنین در برخی موارد مانند مسجد علی زنگنه که محصور بین معابر و ساختمان‌های دیگر است در جبهه جنوبی مسجد تعارض حاصل، باعث به وجود آمدن شبستان مثلثی شکل شده است در جبهه‌های شمال غربی و جنوب

جدول ۷- موقعیت قرارگیری مساجد دوره صفوی اصفهان نسبت به بافت شهری (مأخذ: نگارندگان)

موقعیت قرارگیری مساجد نسبت به بافت شهری				فضاهای مثلثی میانجی	تعارض جهت قبله و بافت شهری
 <p>مسجد لبنان</p>	 <p>مسجد حکیم</p>	 <p>مسجد آفانور</p>	 <p>مسجد ساروتقی</p>		
 <p>مسجد ایلاجی</p>	 <p>مسجد خیاط‌ها</p>	 <p>مسجد شیره پزها</p>	 <p>مسجد قطیبه</p>		
		 <p>مسجد شیخ لطف الله</p>	 <p>مسجد امام</p>	چرخش ورودی	
	 <p>مسجد سرخی</p>	 <p>مسجد حاج یونس</p>	 <p>مسجد حسین بن علی</p>	زاویه‌های نامتعامد در شبستان	

		 مسجد مقصود بیگ	زاویه های نامتعامد در صحن	
	 مسجد علیخان زنگنه		سیستم ترکیبی	تعارض جهت قبله و بافت شهری
	 مسجد جارچی	 مسجد علی	 مسجد مصر	هم راستایی جهت قبله و بافت شهری

۶- نتیجه گیری

مساجد صفوی اصفهان دارای الگوهایی مشخص و قابل شناسایی هستند. شبستان ستون دار و گنبدخانه، الگوی بنیادین این مساجد است که در پیچیده ترین الگوها نیز، هم چنان حضور دارد. حول این دو اندام بنیادین، یعنی شبستان ستون دار و گنبدخانه، اندامهای دیگر گسترده می شوند و الگوهای شبستان منفرد و گنبدخانه منفرد را بسط می دهند؛ مانند ایوان های (شمالی- جنوبی و شرقی- غربی). به عبارت دیگر معماری صفوی اصفهان، ترکیب اندامهایی چون، شبستان ستون دار، گنبدخانه، ایوان است که ساده ترین و اولین الگو را شبستان ستون دار منفرد و گنبدخانه منفرد تعریف می کند. الگوی دیگر گسترش یافته از الگوی اولیه و ایوان های شمالی- جنوبی و در

یافته های پژوهش در جدول ۸ جمع بندی شده است. سطر دوم جدول، معطوف به الگوهاست که کلی ترین لایه های شناختی مساجد دوره صفوی شهر اصفهان را شامل می شود. این الگوها بنیادین ترین تفاوت ها را در خود تعریف می کنند و در مساجد صفوی اصفهان، این تفاوت بنیادین با وجود یا عدم وجود صحن و تعارض جهت قبله مساجد با بافت شهری در سطر بعدی، مشخص گردیده است. سطر چهارم، به ترتیب تفاوت هایی مانند تعداد اندام ها با نوع استقرار آن ها در هر یک از الگوها را معرفی می کند و در ادامه نمونه هایی از مساجد طبق الگوهای تعریف شده بررسی گردیده است. در این پژوهش، نشان داده شده که

این فضاها گاه به عنوان یک حیاط کم استفاده خدماتی و انباری مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در برخی موارد ورودی برای حل تعارض به عنوان مفصل، چرخش داشته است؛ که این چرخش علاوه بر هم راستایی وضعیت قرار گیری مسجد و جهت قبله، باعث شده نمازگزاران از راهرویی تنگ و نسبتاً تاریک به وضوح و درخشندگی فضایی را که محل عبادت را در بر گرفته است برسند و این باعث بوجود آمدن فضاهای معنوی شده است. در واقع به تکامل یافته‌ترین نوع الگو، با تمام اندام‌های اصلی و با توجه به امکانات بوجود آمده از تعارض جهت قبله مساجد با بافت شهری می‌توان به مسجد امام اشاره کرد.

برخی از مساجد ایوان‌های شرقی- غربی با محوریت جهت قبله حضور دارد و در تکامل یافته‌ترین نوع، راهروهای جانبی همراه با الگوی قبلی به چشم می‌خورد. طبق این تحقیق، مساجد صفوی اصفهان بنا به تفاوت در اندام‌های موجود دسته بندی شده است. همان‌گونه که قابل مشاهده است هر الگو گسترش یافته الگوی قبلی است و در نهایت به الگویی کامل تر با تمامی اندام‌های اصلی می‌توان به مساجد امام و حکیم اشاره کرد. همچنین با بررسی تعارض میان جهت قبله مساجد با بافت شهری، در اکثر مساجد تعیین هندسی فضای صحن و شبستان حفظ گردیده است و باعث بوجود آمدن فضاهای مثالی شکل شده است. که

جدول ۸- جمع‌بندی یافته‌های پژوهش (مأخذ: نگارندگان)

الگو		نام مسجد	
جهت قبله یا بافت شهری	تعارض جهت قبله یا بافت شهری	مساجد شبستانی	مساجد شبستانی
تعارض	تعارض جهت قبله یا بافت شهری	مساجد گنبدخانه‌ای	مساجد گنبدخانه‌ای
تعارض	تعارض جهت قبله یا بافت شهری	مساجد شبستانی	مساجد شبستانی
سیستم ترکیبی	زاویه‌های نامتعامد در شبستان	بدون صحن	بدون صحن
	زاویه‌های نامتعامد در صحن	بدون صحن	بدون صحن
	چرخش	بدون صحن	بدون صحن
	ورودی	بدون صحن	بدون صحن
	فضاهای مثالی میانجی	بدون صحن	بدون صحن
	با ایوان به انضمام رواق‌های حائض	بدون صحن	بدون صحن
	با ایوان شمالی-جنوبی شرقی-غربی	بدون صحن	بدون صحن
	با ایوان شمالی-جنوبی	بدون صحن	بدون صحن
	بدون ایوان	بدون صحن	بدون صحن
	بدون ایوان	بدون صحن	بدون صحن
	بدون ایوان	بدون صحن	بدون صحن
	چهار ایوانی	بدون صحن	بدون صحن
	دو ایوانی	بدون صحن	بدون صحن
	بدون ایوان	بدون صحن	بدون صحن
	بدون ایوان	بدون صحن	بدون صحن
*		مسجد علی	

					*			*								مسجد قطیفه
*																مسجد ذوالفقار
					*			*								مسجد خیاط ها
*																مسجد جارجی
			*					*								مسجد مقصود
				*	*				*							مسجد شیخ
		*											*			مسجد سرخی
				*	*	*										مسجد امام
					*		*									مسجد آقائور
					*		*									مسجد
*												*				مسجد مصری

		*														مسجد حاج
						*	*									مسجد حکیم
		*						*								مسجد علیخان
						*		*								مسجد لبنان
						*						*				مسجد ایلچی
						*						*				مسجد شیره
		*								*						مسجد حاج
												*				مسجد حسین

منابع

- احمدی شلمانی، م. (۱۳۹۰). معماری معاصر مساجد. انتشارات فرهیختگان دانشگاه، چاپ اول، تهران.
- اکبر زاده، محسن. (۱۳۹۶). مقوله بندی مؤلفه های سازمان دهنده به ته رنگ مساجد سنتی مراکش. فصلنامه هنر و تمدن شرق. شماره ۱۵، ۳۷-۴۴.
- استرلین، ه. (۱۳۷۷). اصفهان به تصویر بهشت به قلم هانری کرین، ترجمه جمشید ارجمند. تهران: انتشارات فرزانه.
- بمانیان، محمدرضا، جلوانی، متین، ارجمندی، سمیرا. (۱۳۹۵). بررسی ارتباط میان پیکربندی فضایی و حکمت در معماری اسلامی مساجد مکتب اصفهان نمونه های موردی: مسجد آقانور، مسجد امام اصفهان و مسجد شیخ لطف الله، فصلنامه مطالعات ملی ایران. ۹، ۱۰۱-۱۷۵.

- پیرنیا، محمد کریم. (۱۳۸۹). سبک شناسی معماری ایران. تدوین غلامحسین معماریان. تهران: انتشارات سروش دانش.
- تجویدی، اکبر. (۱۳۹۲). «تداوم در معماری ایرانی». از مجموعه مقالات معماری ایرانی. به اهتمام محمد عبدلی و راضیه گرکنی. تهران: انتشارات جمال هنر.
- ترکمان، اسکندریگ. (۱۳۸۲). تاریخ عالم آرای عباسی، تهران، انتشارات امیرکبیر.
- حبیبی، م، اهری، ز. (۱۳۷۷). «معماری شهری مسجد در مکتب اصفهان - دستور زبان و واژگان» مجله صفا. ۲۶، ۲۲-۳۷.
- حجت، عیسی، ملکی، مهدی. (۱۳۹۱). هم گرایی سه گونه بنیادین هندسی و پیدایش هندسه مسجد ایرانی. نشریه هنر های زیبا- معماری و شهرسازی. ۴، ۵-۱۶.
- حداد، پیمان، فروتن، منوچهر. (۱۳۹۷). بررسی مؤلفه های معماری در مساجد معاصر ایران: رویکرد ها و روش ها، مطالعات محیطی هفت حصار. ۲۵، ۵-۱۸.
- خادم زاده، محمدحسن، معماریان، غلامحسین، افلاکیان، احمد. (۱۳۹۳). «گونه شناسی تطبیقی مساجد منطقه اصفهان»، فصلنامه مطالعات معماری ایران. ۲-۲۲.
- خادم زاده، محمدحسن، معماریان، غلامحسین، صلواتی، کامیار. (۱۳۹۶). «گونه شناسی تحلیلی مساجد تاریخی حوزه فرهنگی کردستان ایران». مطالعات معماری ایران. ۱۱، ۱۰۳-۱۲۴.
- پاسیان خمیری، رضا، رجبعلی، حسن، رونده، محمد رضا. (۱۳۹۶). گونه شناسی مساجد بلوچستان ایران، از قاجاریه تا معاصر. مطالعات معماری ایران. ۱۱، ۱۸۹-۲۰۵.
- دباغ، امیر معسود، رهبر، شادی. (۱۳۹۳). تبلور مفاهیم شیعی در شکل گیری مساجد دوران صفویه و قاجاریه بررسی تطبیقی: مسجد شهید مطهری تهران و مسجد امام خمینی اصفهان، فصلنامه شیعه شناسی. شماره ۵۲، ۱۶۷-۱۹۰.
- دهخدا، علی اکبر. (۱۳۴۵). لغت نامه (شماره حرف «گ»: ۱۲). زیر نظر دکتر محمد معین. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- زارعی، محمد ابراهیم. (۱۳۹۴). «گونه شناسی معماری مساجد محله ای شهر سنندج در دوره قاجار». فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۱۹، ۱۵-۲۸.
- سلطانی، مهرداد، سید امیر منصوری، احمدعلی فرزین. (۱۳۹۱). تطبیق نقش الگو و مفاهیم مبتنی بر تجربه در فضای معماری. نظر باغ. ۹، ۳-۱۲: ۲۱.
- سیوری، راجر. (۱۳۸۵). ایران عصر صفوی، ترجمه کامبیز عزیزی. تهران: نشر مرکز.
- صارمی، حمید رضا، خدابخشی، سحر، خلاق دوست، متین. (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی جهت گیری شبستان در مساجد سنتی و معاصر، نشریه شهر های ایرانی اسلامی، ۲۴، ۶۵-۸۴.
- طاهری، محمد مهدی، مظاهریان، حامد، خاقانی، سعید. (۱۳۹۷). گونه شناسی ایوان محور مسجد های تاریخی ایران. فصلنامه علمی - پژوهشی معماری و شهرسازی. ۸۲، ۱۱۳-۱۲۵.
- طیبی، محسن. (۱۳۸۶). شناسایی و تحلیل مؤثر بر تغییرات کالبدی و عملکردی معماری گرمابه های ایران دوره صفوی. پایان نامه دکتری پژوهش هنر، دانشگاه تربیت مدرس.
- عطاریان، کورش، مؤمنی، کورش، مسعودی، زهره. (۱۳۹۳). «بررسی تناسب حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان». مطالعات تطبیقی هنر. ۱۰، ۶۷-۸۱.
- کیانی، محمدیوسف. (۱۳۹۰). تاریخ هنر معماری ایران در دوره اسلامی. تهران: انتشارات سمت.
- گروبه، ا. (۱۳۷۹). معماری جهان اسلام. ویراستار جرج میشل. ترجمه یعقوب آژند. تهران: نشر مولی.
- معماریان، غلامحسین، غفاری، عباس، قلیزاده، فرزانه. (۱۳۹۶). «تحلیلی بر پارامترهای گونه بندی مساجد تاریخی شهر تبریز». فرهنگ معماری و شهرسازی اسلامی. ۴، ۴۳-۶۴.

— مهدوی نژاد، محمد جواد، مشایخی، محمد، بهرامی، منیره. (۱۳۹۳). الگوهای طراحی مسجد در معماری معاصر. فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی. ۵، ۳-۱۹.

Original Research Article

Composition Patterns of Fundamental Elements in the Architecture of Isfahan Mosques of the Savafid Era

Azita Belali e Oskui¹, Sahar Zarei², Mina Heydariturkmani³

1- Associate Professor of Architecture, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

2- MSC Student, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

3- PhD Student, Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

Abstract

Investigating and recognizing the composition of fundamental elements in Safavid era's mosques in Isfahan city with emphasis of their classifications enables us to continue using these patterns in the framework and semantical layers of the mosques new architecture.

In this regard, the present study is designed to understand these patterns. Research method in this paper is descriptive –analytical The finding of study indicates that Safavid's era mosques in Isfahan can be classified into three categories: Shabestan, Dome House and shabestan, Dome House mosque and Each of the above categories can be categorized into separate categories based on the main organs and spatial axes and the position of the urban texture. In the abovementioned categories, each pattern is an extension of the previous pattern, and finally the most evolved pattern is introduced, which is the the pattern that preserves the main geometrical elements, Imam and Hakim mosques are such examples.

Keywords: fundamental elements, mosque architectural pattern, safavid era's architecture, Isfahan mosques

مقاله پژوهشی

ارزیابی آسایش راحتی و بررسی شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD بر مبنای نور روز و جهت‌گیری خانه، در خانه‌های سنتی بافت یزد (نمونه موردی: خانه ملکزاده شهر یزد)

مهدی حمزه‌نژاد^۱، فرامرز فدائی^۲، پریا ایلدرآبادی^{۳*}

۱- استادیار معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، ایران

۲- هیات علمی موسسه آموزش عالی خراسان

۳- هیات علمی مدعو موسسه آموزش عالی خراسان

(دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۸، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۴)

چکیده

نور در معماری سنتی ایران نقشی مهم و اساسی دارد؛ به گونه‌ای که خلق کیفیت‌های فضایی بر عهده نور است. در پژوهش حاضر از دیدگاه مسئله آسایش افراد در محیط، بررسی اطلاعات و تحلیل داده‌ها بر مبنای نور روز در خانه که بیشترین استفاده را در میان سایر عملکردها دارد، انجام شده است. این پژوهش با هدف چگونگی فراهم آوردن شرایط آسایش راحتی و شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD، خانه ملکزاده شهر یزد را به عنوان نمونه، مورد مطالعه قرار داده است. برای این منظور اتاق پنج دری مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته و مدل‌سازی توسط نرم‌افزار الگوریتمیک گرس‌هاپر، آنالیزها توسط پلاگین‌های هانی‌بی و لیدی‌باگ صورت پذیرفته است. وضعیت فعلی اتاق پنج‌دری (رون راسته) و پنج وضعیت پیشنهادی شامل قرارگیری خانه به صورت رون اصفهانی و کرمانی، جهت‌گیری خانه به سمت شمال، افزایش و کاهش ارتفاع درب اتاق پنج‌دری ارائه و آنالیز شده و در نهایت با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که قرارگیری اتاق پنج‌دری در حالت رون راسته نسبت به وضعیت‌های پیشنهادی در محدوده (Daylight Autonomy) DA برابر 50% قرار دارد و معادل 300lux نور دریافت می‌کند، که آسایش راحتی ساکنان را فراهم می‌آورد. همچنین با PMV برابر 0.53+ و PPD برابر 14.38% بالاترین شرایط آسایش حرارتی را در میان وضعیت‌های پیشنهادی دارد. پتانسیل کاربردی اتاق پنج‌دری خانه ملکزاده با توجه به موقعیت قرارگیری در ساختمان، در طول سال توانسته فضایی با نهایت آسایش حرارتی و راحتی را فراهم آورد.

کلید واژه‌ها: نور روز، جهت‌گیری یا رون خانه، PMV و PPD، آسایش راحتی و حرارتی

پرسش پژوهش

با توجه به وفور رون راسته در ایران و برخی شهرها همچون یزد و نگرانی ناکارآمدی اتاق‌های جبهه شمالی، این رون رو به جنوب غربی، آسایش راحتی و حرارتی متاثر از نور روز در این اتاق‌ها (به طور نمونه اتاق پنج‌دري جبهه شمالی خانه‌ی ملک‌زاده) در دو روز بحرانی سال به چه صورت است؟ و آیا از محدوده آسایش راحتی و حرارتی خارج نمی‌شود؟

۱- مقدمه

بناهای سنتی در ایران همواره تحت تاثیر عوامل اقلیمی شکل گرفته‌اند. در بین عوامل اقلیمی، نور روز موثرترین عامل در شکل‌گیری ابنیه و حتی بافت شهرها است. نور در معماری ایرانی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است به گونه‌ای که در طول ادوار مختلف معماران اهمیت نور را دریافته‌اند، و با استفاده از روش‌های ابداعی از نور روز بهره برده‌اند (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۲- هاشمی رفسنجانی و حیدری، ۱۳۹۷). معماران سنتی با استفاده از نور روز، ساده‌ترین فرم‌ها و مصالح را به با ارزش‌ترین عناصر تبدیل می‌کردند و با توجه به اقلیم، به صورت دقیق و حساب شده نور روز را به فضای داخلی سکونت، هدایت می‌کردند که علاوه بر روشنایی مناسب فضا، آسایش حرارتی افراد نیز برقرار می‌شد. در خانه‌های سنتی، فضای حرکتی تاریک، حیاط کاملاً روشن، ایوان فضایی دارای سایه و اتاق جلوه‌ای زیبا از تلفیق نورهای رنگی است (Amiriparyan & Kiani, 2016). با بررسی نحوه نورگیری فضاهای مختلف در

خانه‌های مسکونی، برداشت می‌شود که نور به عنوان عاملی هدایت کننده از فضایی به فضای دیگر است، که علاوه بر روشن کردن فضا با توجه به نوع کاربری، آسایش حرارتی و سلامت روحی ساکنان را نیز فراهم می‌آورد. به عبارتی تعیین درجه نور در فضاهای مختلف خانه سنتی از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. بناهای منعطف بر پایه برقراری آسایش حرارتی، نیازمند تبیین الگوهای دقیق آسایش هستند. با این حال در اکثر بناهای سنتی، برقراری آسایش افراد بر نور روز، کوران هوا، اینرسی کف و جداره ساختمان معطوف شده که تمامی این عوامل به‌عنوان تامین انرژی نامحدود طبیعی بوده است. برای ایجاد آسایش حرارتی (با توجه به اقلیم)، هدایت نور به منظور ایجاد سرمایش مورد نیاز و کنترل نور ورودی به منظور تنظیم گرمایش از طریق جهت‌گیری مناسب و تناسبات زمین صورت پذیرفته است (Asadi et al. 2016- Khalili & Amindeldar, 2014)

در بخش‌های بعدی مقاله، بررسی میزان آسایش راحتی و حرارتی افراد بر مبنای پراکندگی نور روز در محیط داخلی انجام می‌پذیرد. برای این منظور اتاق پنج‌دري خانه‌ی ملک‌زاده واقع در شهر یزد مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. برای بررسی آسایش راحتی افراد، پراکندگی نور در قالب نور مفید روز (Daylight autonomy) DA و برای بررسی آسایش حرارتی افراد دو عامل آسایش حرارتی، میانگین رأی پیش‌بینی شده (PMV Predicted Mean Vote) و درصد پیش‌بینی نارضایتی افراد از محیط (PPD Predicted Percentage of Dissatisfied) (با توجه به حرارت

- ناشی از نور روز در محیط داخلی) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. یکی از جنبه‌های جدید در این مطالعه، مدل‌سازی و شبیه‌سازی بر اساس پراکندگی نور روز است؛ علاوه بر این برای دستیابی به اهداف ذکر شده، روش طراحی و مدل‌سازی اتاق پنج‌دری توسط نرم‌افزار مدل‌سازی Rhinoceros 5 و نرم‌افزار الگوریتمیک Grasshopper انجام می‌شود. همچنین افزونه‌های Honeybee و Ladybug موجود در نرم‌افزار Grasshopper برای انجام شبیه‌سازی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- بررسی‌ها در دو روز بلندترین و کوتاه‌ترین روز سال یعنی اول تیر و اول دی ماه و در ساعات 9:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 انجام می‌پذیرد. همچنین اتاق پنج‌دری در جهت‌های قرارگیری به صورت رون راسته، رون اصفهانی، رون کرمانی، جهت محور شمالی-جنوبی، افزایش و کاهش ارتفاع در اتاق مورد آنالیز و ارزیابی قرار می‌گیرد. نتایج در قالب پراکندگی نور روز و و بررسی میزان PMV و PPD در اتاق پنج‌دری (در دو روز و سه ساعت ذکر شده)، در هر کدام از جهت‌های مورد بررسی ارائه می‌گردد.
- مردم واری؛ بهبود کیفیت زندگی، آسایش جسمی و روحی انسان، عدالت اجتماعی و اقتصادی،
 - پرهیز از بیهودگی؛ طراحی فضا بر اساس نیازها و استفاده از فضاهای چند عملکردی. انعطاف پذیری فضا برای جلوگیری از اتلاف فضا، منابع، مصالح و انرژی،
 - خودبستگی؛ (بوم آوردی) تأمین نیازهای انسان بدون تصرف در منابع آیندگان با رویکرد بومی و محلی،
 - درون گرایی؛ هماهنگی با طبیعت و استفاده از انرژی‌های آن و کاهش مصرف منابع تجدید ناپذیر،
 - نیارش و پیمون؛ استفاده از سیستم مدولار در طراحی، کاربرد سازه، مصالح پایدار و قابلیت بازیافت.

۱-۲- نور در معماری ایرانی

حضور اندیشیده شده نور در سراسر معماری قدیم ایران که از طریق انتخاب آگاهانه اجزاء و ترکیب به تحقق رسیده است، ماده را به جسمی لطیف تبدیل می‌کند. بازی نور و نقش آن در معماری سنتی ایران نقشی پردازشی ایفا می‌کند، به گونه‌ای که این تأثیر گاه به صورت معنایی و گاه به صورت کالبدی در شرایط فیزیکی تأثیر می‌گذارد. عنصر نور، در طراحی معماری نقش به‌سزایی دارد به طوری که خلق کیفیت‌های فضایی بر عهده نور است. (هومانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). نور روز در معماری سنتی علاوه بر کارکرد، از جنبه‌های

۱-۱- اصول معماری ایرانی

اصول معماری ایران که مرحوم پیرنیا از آنها نام می‌برد عبارتند از (پیرنیا، ۱۳۸۲- پیوسته‌گر و همکاران، ۱۳۹۶):

معنوی نیز اهمیت دارد و آنچنان با عناصر معماری درآمیخته است که نمی‌توان آنها را از یکدیگر جدا نموده یا یکی را حذف کرد (حائری مازندرانی، ۱۳۸۸). معماری سنتی ایران سرشار از نمونه‌هایی است که در آن، نور روز به خوبی برای روشن کردن مناسب و البته کارآمد محیط مورد استفاده قرار گرفته است (مهدوی نژاد و مطور، ۱۳۹۱). تاکید بر جنبه‌های تاثیرگذاری نورپردازی، معماری نور در ارتقای حس مکان، نقش نور در زیبایی (بخصوص در برداشت‌های افراد از آثار معماری) نمودی از نقش نور در درک آثار معماری می‌باشد که همواره مخاطبان با آن ارتباط برقرار می‌کنند (کاظم‌زاده و طاهباز، ۱۳۹۲).

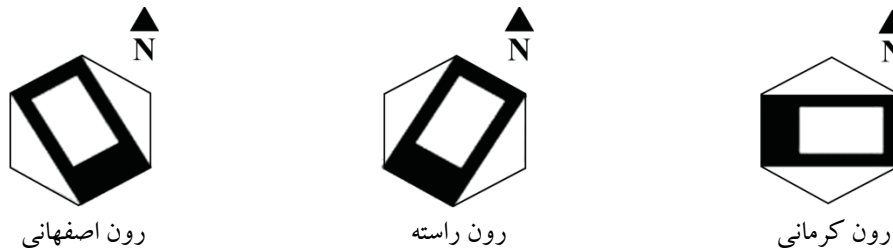
۱-۳- جهت‌گیری ساختمان- رون معماری

یکی از مسائل مهم مورد بررسی در خانه، جهت قرارگیری آن و یا رون خانه است. این مساله مربوط به آب و هوا، طرز تابش آفتاب، جهت وزش باد، مکان قرارگیری خانه و جنس زمین

است. معماران ایرانی سه رون راسته، رون اصفهانی و رون کرمانی را در نظر گرفته‌اند. با توجه به تصویر ۱ در رون راسته مستطیلی که در داخل شش ضلعی قرار گرفته، جهت شمال شرقی _ جنوب غربی را دارد. در شهرهای مرکزی ایران مثل تهران، یزد، جهرم و شهر تبریز در شمال غربی ایران و برخی شهرهای دیگر از رون راسته استفاده می‌شده؛ جهت این رون تقریباً در جهت قبله است. رون اصفهانی دارای جهت شمال غربی _ جنوب شرقی و در اصفهان، استخر، تخت جمشید، و استان فارس مورد استفاده قرار گرفته است. رون کرمانی جهتی غربی- شرقی دارد و شهرهایی مثل کرمان، همدان، آبادی‌های آذربایجان غربی در مناطق اورارتوها، خوی و برخی شهرهای دیگر با این رون ساخته شده‌اند. جدول ۱ ویژگی‌های رون‌های ایرانی را ارائه می‌دهد (پیرنیا، ۱۳۹۰ - حمزه‌نژاد، ۱۳۹۳ - هوشیاری و پورنادری، ۱۳۹۴).

جدول ۱- مقایسه بین حالت‌های در نظر گرفته اتاق پنج‌دری، با وضعیت فعلی اتاق (ماخذ: پیرنیا، ۱۳۹۰ - حمزه‌نژاد، ۱۳۹۳).

نام رون	ویژگی‌ها
راسته	- رون بیشتر شهرهای مرکزی ایران - نزدیک به راستای قبله و مهمترین جهت برای جذب باد جنوب شرقی و شمالی
اصفهانی	- اصفهان، تخت جمشید و استخر - مایل به جذب باد غربی و شمالی
کرمانی	- کرمان، همدان، آذربایجان غربی - پایداری مقابل توفان‌های سیاه و بادهای سرد و سرمای شدید - مایل به جذب کامل باد شرق



تصویر ۱- جهت‌گیری ساختمان- رون راسته، رون اصفهانی، رون کرمانی (ماخذ: پیرنیا، ۱۳۹۰).

۱-۴- آسایش راحتی

با توجه به زاویه تابش خورشید در اقلیم‌های مختلف، شدت نور ورودی به محیط داخلی متفاوت است. افزایش یا کاهش ورود نور روز به محیط داخلی باعث تغییراتی در عمق نفوذ و گستردگی نور می‌شود. این افزایش یا کاهش بیش از حد نور، آسایش راحتی افراد داخل محیط را مختل می‌کند (حیدری، ۱۳۹۳ - Roshan et al. 2019). نورپردازی داخلی ساختمان‌ها و برقراری شرایط آسایش راحتی عاملی مهم در استفاده بهینه از انرژی خورشید است. بسیاری از پرتوهای نور خورشید از طریق پنجره‌ها وارد محیط داخلی ساختمان می‌شوند. در صورتی که نور روز دارای پخش یکنواخت و گستردگی مناسب در محیط باشد، آسایش راحتی افراد را به شرایط بهینه نزدیک می‌کند. تحقیقات ثابت کرده است که نور روز می‌تواند صرفه‌جویی در مصرف انرژی، بهره‌وری بالا، آسایش راحتی و حرارتی، نیازهای فیزیولوژیکی و روانی انسان را فراهم کند (قیابکلو، ۱۳۸۰ - هاشمی‌رفسنجانی و حیدری، ۱۳۹۷).

انرژی و سایر علوم به مقوله آسایش حرارتی پرداخته‌اند. آسایش حرارتی شرایطی است که در آن آسایش محیط حرارتی برای انسان فراهم شود (Hensen, 1990). آسایش حرارتی در ارتباط با توازن حرارتی در نظر گرفته می‌شود. این توازن حرارتی ابتدا تحت تاثیر پارامترهای محیطی مانند درجه حرارت هوا، درجه حرارت تابشی، سرعت نسبی هوا و رطوبت قرار دارد، سپس پارامترهای انسانی مانند سن و سطح فعالیت افراد، میزان سوخت‌وساز بدن و مقاومت حرارتی لباس بر میزان آسایش حرارتی تاثیرگذار هستند. آسایش حرارتی و برقراری آن از مهم‌ترین معیارها در طراحی بنا است، و عدم توجه به آن باعث افزایش استفاده از منابع انرژی می‌شود. آسایش حرارتی در محیط داخلی عموماً به عنوان نوعی شرایط ذهنی و فیزیکی تعیین می‌گردد، که بیان‌گر رضایتمندی افراد از محیط اطراف است، همچنین نور در کیفیات آسایش حرارتی محیط عاملی تاثیرگذار است (Cheung et al. 2019).

۱-۵-۱- شاخصه "PMV"، "PPD"

از دیرباز افراد همواره سعی بر فراهم آوردن محیطی با حداکثر آسایش حرارتی بوده‌اند،

۱-۵-۱- آسایش حرارتی

بسیاری از محققان و دانشمندان علوم مختلف از جمله معماری، شهرسازی، جغرافیا، مکانیک،

به گونه‌ای که مانع ورود عوامل نامطلوب به محیط مسکونی شده و عوامل مطلوب طبیعت را به فضای سکونت هدایت می‌کرده‌اند؛ بنابراین با توجه به عملکرد ساختمان (آموزشی، مسکونی و ...)، باید شرایط آسایش بر اساس PMV و PPD برقرار باشد. این دو شاخصه به‌عنوان شاخص راحتی در محیط داخلی شناخته می‌شوند. PMV برای شرایط حالت پایدار است که می‌تواند برای رسیدن به شرایط آسایش با تغییر چند متغیر حاصل شود. PPD نیز پیش‌بینی درصد نارضایتی افراد از محیط است. بر این اساس طبق استاندارد ASHRAE 55، PMV دامنه‌ای بین -3 تا +3 دارد. این اعداد و مقادیر نمایانگر احساس گرمای حرارتی است که توسط افراد در داخل فضا حس می‌شود. جدول ۲ مفاهیم متغیر PMV را بر مبنای استاندارد اشری بیان می‌کند (ASHRAE Standard 55, 2017).

جدول ۲- مفاهیم دامنه +۳ تا -۳ در PMV (ASHRAE Standard 55, 2017).

احساس حرارتی	بسیار گرم	گرم	تا حدی گرم	متعادل	تا حدی سرد	سرد	بسیار سرد
دامنه تغییرات آسایش حرارتی بر اساس استاندارد اشری - ۲۰۱۷	+۳	+۲	+۱	۰	-۱	-۲	-۳

شاخصه PMV از رابطه شماره (۱) تعیین می‌شود، شایان توجه است مولفه‌های این شاخصه از رابطه‌های (۲) تا (۶) محاسبه می‌شود. (نجفی و Matzarakis ۱۳۸۶ - ذوالفقاری، ۱۳۹۱ - نجفی، et al. 2007):

$$PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0.028) [(M - W) - H - E_c - C_{rec} - E_{rec}] \quad (1)$$

$$E = 3.05 * 10^{-3} (256t_{sk} - 3373 - P_a) + E_{sw} \quad (2)$$

$$E_c = 3.05 * 10^{-3} [(5733 - 6.99 * 9M - W) - P_a] + 0.42 (M - W - 58.15) \quad (3)$$

$$C_{rec} = 0.0014 M (34 - T_a) \quad (4)$$

$$E_{rec} = 1.72 * 10^{-5} M (5867 - P_a) \quad (5)$$

$$H = K_{cl} = t_{sk} - t_{cl} / I_{cl} \quad (6)$$

برای محاسبه شاخصه PPD از رابطه شماره (۷) استفاده می‌شود. شاخصه PPD با توجه به آسایش حرارتی در محیط شکل می‌گیرد، و میزان پیش‌بینی درصد نارضایتی افراد از محیط (احساس نارضایتی از آسایش حرارتی در محیط)، را بیان می‌کند (ASHRAE Standard 55, 2017). این شاخصه نیز از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود. همچنین نمادهای رابطه‌های (۱) تا (۷) در انتهای مقاله معرفی شده است (نجفی و نجفی، ۱۳۹۱ - ذوالفقاری، ۱۳۸۶ - Matzarakis et al. 2007):

$$PPD = 100 - 95e^{(-0.03353 \times PMV^4 - 0.2179 \times PMV^2)} \quad (7)$$

۲- پیشینه تحقیق

در چند سال اخیر با توجه به گسترش سطح علمی کشور، در زمینه بررسی نور روز و نورپردازی طبیعی، تحقیقاتی انجام پذیرفته است. در مطالعه‌ای توسط کاظم‌زاده و طاهباز، خانه‌ی امینان از نظر نور روز مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه با هدف بررسی نحوه نورگیری و تامین روشنایی اتاق‌ها، به مقایسه جهت و موقعیت بازشوها با نورگیر سقفی (برای بدست آوردن تفاوت میزان جذب خورشیدی) و نحوه توزیع نور و گرما پرداخته است. این مقایسه با استفاده از برداشت‌های میدانی و شبیه‌سازی کامپیوتری (نرم‌افزار اکوتک)، در طول یک سال انجام شده است. یافته‌های پژوهش شامل: درصد روشنایی سطح اتاق‌ها (به صورت تصاویر سه بعدی) و شدت روشنایی طبیعی (با توجه به نیازهای بصری انسان در فعالیت‌های مختلف)، است. نتایج حاکی از آن است که، تنوع نورگیری فضا، بر میزان گرما و روشنایی بستگی دارد که این عامل تحت تاثیر چگونگی ارتباط با فضای پیرامون، موقعیت و عملکرد اتاق است (کاظم‌زاده و طاهباز، ۱۳۹۲). در مقاله‌ای توسط طاهباز و همکارانش با محوریت بررسی شرایط نورپردازی خانه عامری‌ها در کاشان، کمیت روشنایی و نحوه توزیع نور طبیعی با استفاده از اندازه‌گیری‌های میدانی و شبیه‌سازی کامپیوتری، انجام پذیرفته است. برداشت‌های میدانی در فصل‌های بهار، تابستان و زمستان ۱۳۹۰، در ۱۴ فضای این مجموعه انجام و مدل‌سازی و تحلیل بر مبنای

نرم‌افزار ریدینس انجام شده است. نتایج این پژوهش محل قرارگیری نورگیر را با کیفیت نور داخلی (از نظر فیزیک نور)، تعیین کرده و توانسته الهام بخش طراحان معاصر برای ارتقای عملکرد نور فضا، و طراحی نورگیر در فضاهایی با عملکرد امروزی باشد (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهشی توسط پوراحمدی، الگوهای پایدار در معماری خانه‌های سنتی شهر مهریز مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و نور روز، وزش باد، جهت‌گیری یا رون بنا، بروندت تبخیری و فضای سبز، ارزیابی شده؛ به‌طورکلی این پژوهش از جنبه‌های طراحی محیطی، طراحی فرهنگی-اجتماعی و طراحی اقتصادی بررسی شده است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که، بناهای سنتی مورد بررسی در شهر مهریز شرایط آسایش حرارتی را برای ساکنان فراهم می‌آورند؛ زیرا هر خانه در سایت خود، نیازهای خود را نسبت به آب و انرژی تامین می‌کند و خود را در تغییرات محیط سهم می‌داند (پوراحمدی، ۱۳۹۲). در پژوهشی توسط سهیلی‌فرد و همکاران، خانه عباسیان کاشان تحلیل شده و سپس عملکرد معماری ایرانی در نحوه ایجاد برهم‌کنش میان جهت‌گیری، فرم و تقارن با خورشید بررسی گردیده است. این مطالعه توسط نرم‌افزارهای مدل‌سازی رویت و اسکچ‌آپ، و توسط نرم‌افزار اکوتکت، سولارتولز و ودرتولز آنالیز، تحلیل انرژی شده است. نتایج این تحقیق، نشان می‌دهد که سامانه حرارتی خانه ایرانی برگرفته از اصولی است که نه تنها موجب ایجاد

نظامی هماهنگ در ساختار معماری سنتی ایران شده، بلکه تعریف کننده مسیری است که بنای ایرانی هماهنگی خود را با محیط (در جهت آسایش انسانی) اثبات می‌نماید (سهیلی فرد و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهشی توسط برزگر و حیدری با هدف تامین آسایش حرارتی ورودی بناها، ورودی خانه‌های سنتی شیراز با کمک تکنیک‌های سایه‌اندازی و عمق ورودی، مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج حاصل از میانگین ماهیانه و سالیانه سایه مدخل ورود زمستان و تابستان، ارتفاع سایه و عمق ورودی مطلوب ماهانه مقایسه شده است؛ نتایج نشان می‌دهد که نسبت طول سایه مطلوب زمستان و تابستان برابر ۶۱/۱۱ است. از این رو آسایش حرارتی با گرمای تابش خورشید در فصل سرد و ایجاد سایه در فصل گرم فراهم می‌شود (برزگر و حیدری، ۱۳۹۶).

با توجه به بررسی پیشینه‌های پژوهش انجام شده می‌توان اظهار داشت که با اینکه در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در مورد خانه‌های سنتی انجام شده است، اما هنوز هم در زمینه بررسی آسایش حرارتی بر پایه نور روز نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد. اهداف پژوهش حاضر شامل بررسی شرایط آسایش راحتی افراد (بر پایه پراکندگی نور روز در محیط داخلی) و آسایش حرارتی ساکنان (بر مبنای حرارت ناشی از نور روز) است و بررسی داده‌ها و تحلیل اطلاعات در اتاق پنج‌دری خانه سنتی انجام می‌شود.

۳- نمونه مورد مطالعه

۳-۱- شهر یزد

نوسانات دما در طول شب و روز، تابستان و زمستان بیش از حد است. این ویژگی منحصر به فرد منطقه، به طور معمول منجر به حرکت هوای مناسب به‌خصوص در بهار و تابستان می‌شود. شهرستان یزد در میان بیابان‌های حومه، سنت و معماری قدیمی خود را حفظ کرده و از برجسته‌ترین ویژگی‌های شهر یزد، معماری سنتی آن است (Dehghan, 2011). اتاق‌ها در شهر یزد معمولاً دارای سنگ فرش، سقف‌های بلند، دیوارهای سفید (دیوارهای پوشیده شده از نرده‌های تزئینی)، پنجره‌های عمودی کشویی و درب‌های چوبی تاشو با شیشه‌های رنگی هستند. شهر یزد در اکثر ماه‌های سال دارای درجه حرارت بالا می‌باشد که به علت درجه حرارت بالا وجود اتاق‌های زیرزمین ضروری است تا در ماه‌های گرم سال بتوان از خنگی اتاق‌های زیرزمین بهره برد و شرایط آسایش افراد را فراهم کرد. گرچه در اواسط اسفند ماه دمای متوسط روزانه کمتر از دمای سطح بدن است که اتاق‌های زیرزمین کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Soflaei et al. 2016).

ایوان، تالار یا اتاق پنج‌دری بخش اصلی خانه‌ها در شهر یزد، رو به شمال شرق واقع شده است (در اکثر شهرهای نواحی یزد بدین گونه است). جهت شمال شرق یعنی بخش تابستان‌نشین، در بیشتر اوقات روز در سایه قرار دارد. روبروی این بخش در سمت دیگر حیاط، قسمت زمستان‌نشین ساخته شده که از آفتاب مطبوع زمستان بهره می‌برد. دانش تجربی و علمی پیشینیان از خواص فیزیکی (دما، جریان هوا و رطوبت) و قوانین انتقال حرارت (هدایت، جابجایی، تابش و تشعشع)، باعث شده

است که شیوه‌های کنترل آب‌وهوا و همسازی با شرایط اقلیمی روند تکاملی خود را طی نماید و همچنین شرایط آسایش افراد فراهم گردد. با توجه به نیاز حرارت در زمستان، نیروی تابشی نور خورشید مورد توجه قرار گرفته و اتاق‌های رو به قبله، حرارت را از طریق پنجره‌های بزرگ (ارسی) دریافت کرده، کف و دیوارهای ضخیم این انرژی را در خود ذخیره می‌کنند و از طریق خاصیت هدایت و جابجایی حرارت ذخیره شده در طول شب را به فضای پیرامون منتقل می‌کنند (رازجویان، ۱۳۸۸- زینلیان و اخوت، ۱۳۹۶).

۲-۳- خانه ملک‌زاده

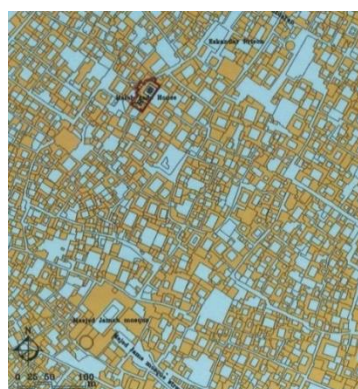
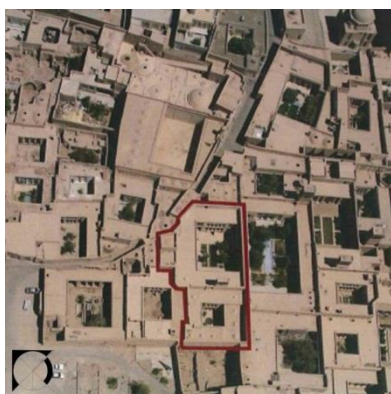
خانه ملک‌زاده^۳ در محله فهادان، حوالی زندان اسکندر، جنب مسجد چهل محراب قرار دارد و قدمت آن به ۱۵۰ - ۱۶۰ سال می‌رسد. پس از وارد شدن به خانه و پس از عبور از یک هشتی کوچک (که سقف آن با گچ کاربندی شده) و راهرویی کم عرض، به حیاط می‌رسد. تالار خانه در سمت جنوب، بادگیر نه چندان بلندی را در خود جای داده است. در ضلع شمالی خانه یک پنج‌دری با گچ‌کاری و آئینه‌کاری در سقف و بدنه و در ضلع شرقی سه عدد سه‌دری دیده می‌شود. در طرفین پنج‌دری ضلع شمالی و نیز در طرفین تالار ضلع جنوبی، بالاخانه‌هایی وجود دارد. در سه طرف

ساختمان نیز زیرزمین ساخته شده است. این خانه دارای دو حیاط می‌باشد، در ضلع جنوبی حیاط اصلی و پشت تالارخانه یک حیاط کوچک (بیرونی یا نارنجستان) قرار دارد. دیوارهای حیاط اصلی دارای نقاشی، گچ‌بری و اشعار با محتوای مذهبی است، که نشان می‌دهد مراسم مهم مذهبی نیز در این خانه انجام می‌گرفته است. تصویر ۲ فضای داخلی اتاق پنج‌دری و یک نمونه نقاشی دیوار را نشان می‌دهد. ارتباط حیاط اصلی با حیاط کوچک از طریق راهروهایی که در طرفین تالار ساخته شده، است. نماسازی حیاط اندرونی سیم گل و نماسازی حیاط بیرونی کاهگل است. تزئینات دیوارهای حیاط اصلی یک ویژگی خاص از خانه ملک‌زاده است، که دلیل محبوبیت خانه در زمان خودش بوده است (سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).

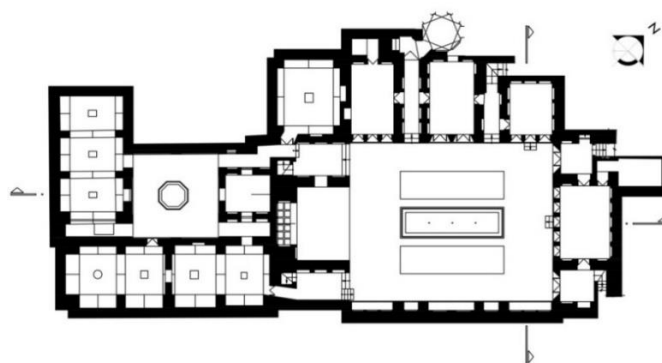
خانه ملک‌زاده متعلق به دوره قاجار و نمونه‌ای کامل از معماری آن دوره است. تصویر ۳ موقعیت قرارگیری و تصاویر ۴، ۵ و ۶ پلان و مقاطع خانه ملک‌زاده یزد را نشان می‌دهند. خانه ملک‌زاده در تاریخ ۲۸ دی ماه ۱۳۷۹ با شماره ثبت ۲۹۵۰ به‌عنوان یکی از آثار ملی ایران به ثبت رسیده است (سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).



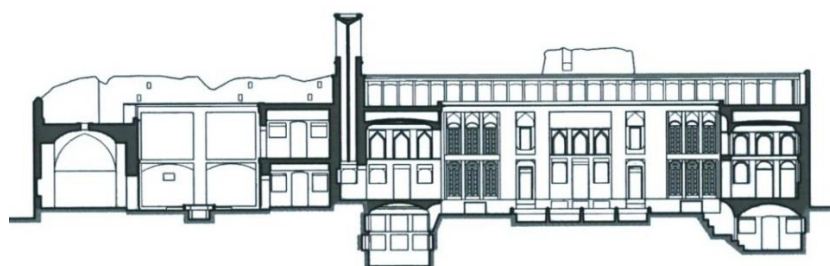
تصویر ۲- نمونه‌ای از نقاشی‌های دیوار حیاط و فضای داخلی اتاق پنج‌دری (ماخذ: سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).



تصویر ۳- موقعیت خانه ملک‌زاده (ماخذ: سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).



تصویر ۴- پلان خانه ملک‌زاده (ماخذ: سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).



تصویر ۵- مقطع طولی خانه ملک‌زاده (ماخذ: سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).



تصویر ۶- مقطع عرضی خانه ملک‌زاده (ماخذ: سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).

۴- روش پژوهش

در پژوهش حاضر خانه ملک‌زاده مربوط به معماری دوره قاجار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. جمع‌آوری اطلاعات در چند بخش صورت می‌پذیرد، قسمتی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای است که شامل مطالعه متون، استفاده از مقالات، در حوزه نور روز در بناهای سنتی و قسمتی شامل مطالعاتی که آسایش راحتی را بر اساس پراکنندگی نور روز و آسایش حرارتی را بر مبنای حرارت ناشی از نور روز مورد بررسی قرار می‌دهند. در مرحله شناخت نمونه مورد بررسی نیز از روش تحقیق کیفی استفاده می‌شود که برداشت‌های میدانی صورت می‌پذیرد. مدل‌سازی از طریق نرم افزار مدلینگ راینو (Rhino 5, Release 5, 2017-5-22) و نرم‌افزار الگوریتمیک گرس‌هاپر (Grasshopper, 0.9.0076) انجام می‌شود. تحلیل اطلاعات و داده‌ها از طریق پلاگین‌های هانی‌بی (Honeybee0.0.64 (Dec-2018)) و لیدی‌باگ (Ladybug0.0.67 (Dec-2018)) صورت می‌پذیرد.

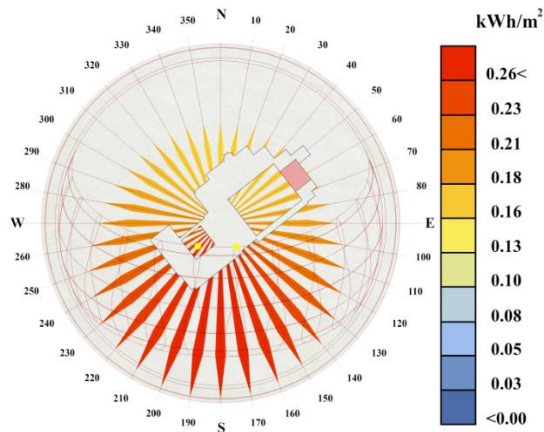
داده‌های اقلیمی از ایستگاه‌های سینوپتیک (Synoptic Station) اصلی کشور دریافت شده است که شامل میانگین دما، حداکثر دما، حداقل

دما، میانگین رطوبت، بارش، فشار سطح دریا، سرعت باد، تابش خورشید، و... است. در این مقاله آمارهای اقلیمی شهر یزد از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۸ در قالب Epw file و Stat file در انجام شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گرفته است (وب سایت جامع هوا و اقلیم شناسی ایران، ۱۳۹۸). بسیاری از محققان داده‌های اقلیمی را در قالب Epw file و Stat file به عنوان مرجع برای انجام شبیه‌سازی مورد استفاده قرار می‌دهند (Fadaee et al. 2019- فرخی و همکاران، ۱۳۹۷).

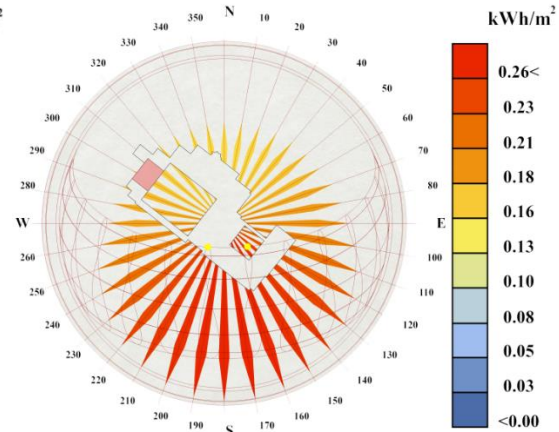
اتاق پنج‌دری در فصول مختلف سال با توجه به نوع فعالیت‌های افراد، کاربری متفاوتی دارد، پس باید نور ورودی به فضا را کنترل کند و شرایط آسایش افراد را فراهم آورد. ابتدا با توجه به اقلیم منطقه و شرایط آب‌وهوایی شهر یزد برداشت‌هایی انجام می‌گیرد، سپس تحلیل‌ها در پنج وضعیت پیشنهادی انجام می‌پذیرد و در نهایت با وضعیت فعلی اتاق پنج‌دری خانه ملک‌زاده مقایسه می‌شود. به منظور جامعیت داشتن بررسی‌ها علاوه بر جهت‌گیری فعلی خانه ملک‌زاده که به صورت رون راسته است، جهت‌گیری بر اساس رون کرمانی و اصفهانی نیز انجام پذیرفته است. همچنین برای تکمیل شدن وضعیت قرارگیری خانه، خانه

در راستای محور شمالی - جنوبی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است. این مقایسه بین رون‌ها و جهت‌ها اگر چه در این اتاق به تنهایی نمی‌تواند انتخاب بهترین رون را نشان دهد ولی می‌تواند مقایسه‌ای بین شرایط همین اتاق با رون‌های مختلف را آشکار کند. در طراحی فضاها با در نظر گرفتن پنجره یا نورگیرهای دیواری، دو پارامتر نسبت گشایش پنجره به کف بنا و نسبت گشایش پنجره به دیوار خارجی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند. نسبت بهینه مساحت پنجره به مساحت دیوار خارجی با توجه به عمق و جهت‌گیری اتاق متفاوت است. توجه به بارهای سرمایشی، گرمایشی و آسایش افراد علاوه بر میزان روشنایی در محیط، از دیدگاه سامانه‌های غیرفعال خورشیدی بر اساس اقلیم و عرض‌های جغرافیایی مختلف تعیین می‌شوند. ارتفاع پنجره تاثیر زیادی در روشنایی داخلی محیط دارد. در وضعیت پنجره با مساحت ثابت؛ اگر پنجره به کف اتاق متصل باشد، میزان روشنایی در نزدیکی پنجره زیاد است و رفته رفته در عمق اتاق کم می‌شود و اگر پنجره به سقف اتاق متصل باشد، توزیع روشنایی روز به صورتی است که مرکز و انتهای اتاق از روشنایی بیشتری برخوردار است (قیابکلو، ۱۳۹۵). در این مطالعه نیز به منظور ارزیابی آسایش راحتی و حرارتی، افزایش و کاهش ارتفاع در، مورد بررسی قرار گرفته است. مقادیر افزایش و کاهش ارتفاع در، ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شده و پنجره‌هایی که

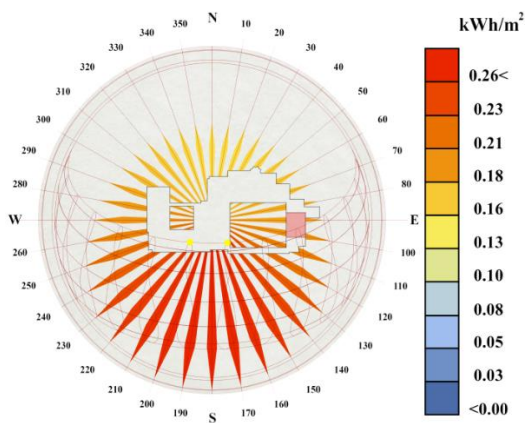
بالای درها قرار دارند نیز متناسب با تغییرات ارتفاع در، جابجا می‌شوند. پنج وضعیت مورد بررسی در تصویر ۷ ارائه شده است. ضخامت شیشه‌های اتاق ۳ میلی‌متر (مطابق با اتاق پنج‌دری خانه ملک‌زاده)، قسمت قوسی پنجره‌ها به صورت مستطیل و شیشه‌ها نیمه شفاف در نظر گرفته شده است. زمستان ژاکت و شلوار گرم (مانند کت و شلوار) در نظر گرفته شده است. مطابق با استاندارد اشری در تابستان سطح پوشش معادل 0.70 و در زمستان معادل 1.30 تنظیم شده است. سطح پوشش بین 0.1 تا 4 متغیر است. در آب و هوای خیلی سرد از سطح 2 تا 4 در نظر گرفته می‌شود (ASHRAE standard, 2017). بنابراین کاربران محیط داخلی از لباس‌های مشابه استفاده می‌کنند و وضعیت فیزیکی آن‌ها در حالت نشسته روی زمین است. این مقادیر با توجه به متابولیسم بدن افراد با گروه‌های سنی مختلف متفاوت است، در این پژوهش نقش یک خانواده در محیط مسکونی در نظر گرفته شده است. میزان توصیه شده آسایش حرارتی در استاندارد اشری برای PMV بین +0.5 و -0.5 است، که میزان نارضایتی افراد در این وضعیت کمتر از 15% است (ASHRAE Standard 55, 2017). در پژوهش حاضر معیار سنجش PMV و PPD نیز منطبق بر زمان‌های مورد بررسی شرایط آسایش راحتی یعنی در روز اول تیر و اول دی ماه، و در سه ساعت 9:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 انجام می‌پذیرد.



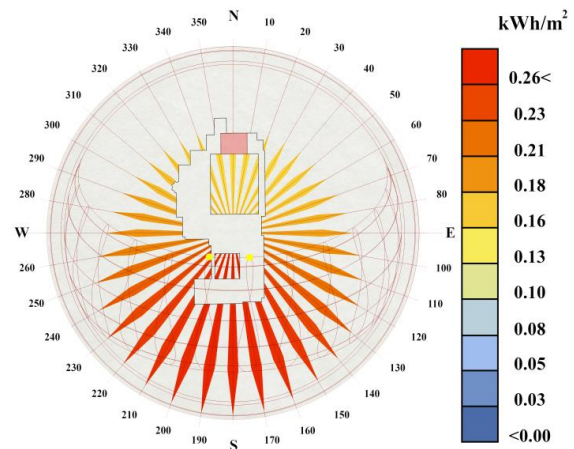
وضعیت فعلی خانه ملک‌زاده - دارای رون راسته



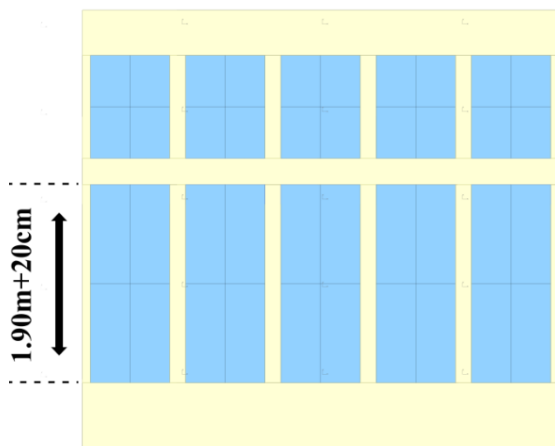
قرارگیری خانه ملک‌زاده به صورت رون اصفهانی



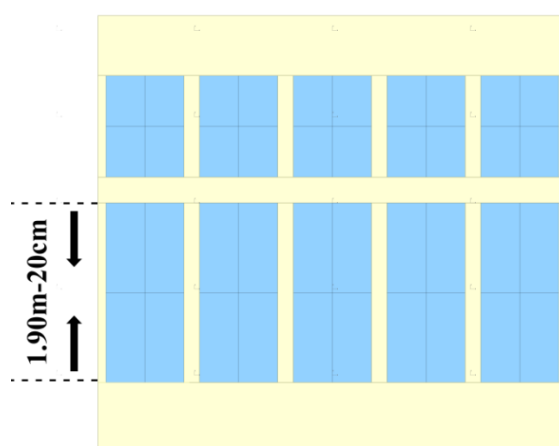
قرارگیری خانه ملک‌زاده به صورت رون کرمانی



قرارگیری خانه ملک‌زاده در راستای محور شمالی-جنوبی



افزایش ارتفاع ۲۰ سانتی متری درب اتاق پنج‌دري



کاهش ارتفاع ۲۰ سانتی متری درب اتاق پنج‌دري

تصویر ۷- وضعیت فعلی و وضعیت‌های پیشنهادی اتاق پنج‌دري خانه ملک‌زاده - شهر یزد (ماخذ: نگارندگان).

در نظر گرفته شده است. مطابق با استاندارد اشری در تابستان سطح پوشش معادل 0.70 و در زمستان معادل 1.30 تنظیم شده است. سطح پوشش بین 0.1 تا 4 متغیر است. در آب و هوای خیلی سرد از سطح 2 تا 4 در نظر گرفته می‌شود (ASHRAE standard, 2017). بنابراین کاربران محیط داخلی از لباس های مشابه استفاده می‌کنند و وضعیت فیزیکی آن ها در حالت نشسته روی زمین است. این مقادیر با توجه به متابولیسم بدن افراد با گروه های سنی مختلف متفاوت است، در این پژوهش نقش یک خانواده در محیط مسکونی در نظر گرفته شده است. میزان توصیه شده آسایش حرارتی در استاندارد اشری برای PMV بین +0.5 و -0.5 است، که میزان نارضایتی افراد در این وضعیت کمتر از 15% است (ASHRAE Standard 55, 2017). در پژوهش حاضر معیار سنجش PMV و PPD نیز منطبق بر زمان‌های مورد بررسی شرایط آسایش راحتی یعنی در روز اول تیر و اول دی ماه، و در سه ساعت 9:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 انجام می‌پذیرد.

۴-۱- مدل سازی خانه ملک زاده و بررسی اتاق پنج‌دردی

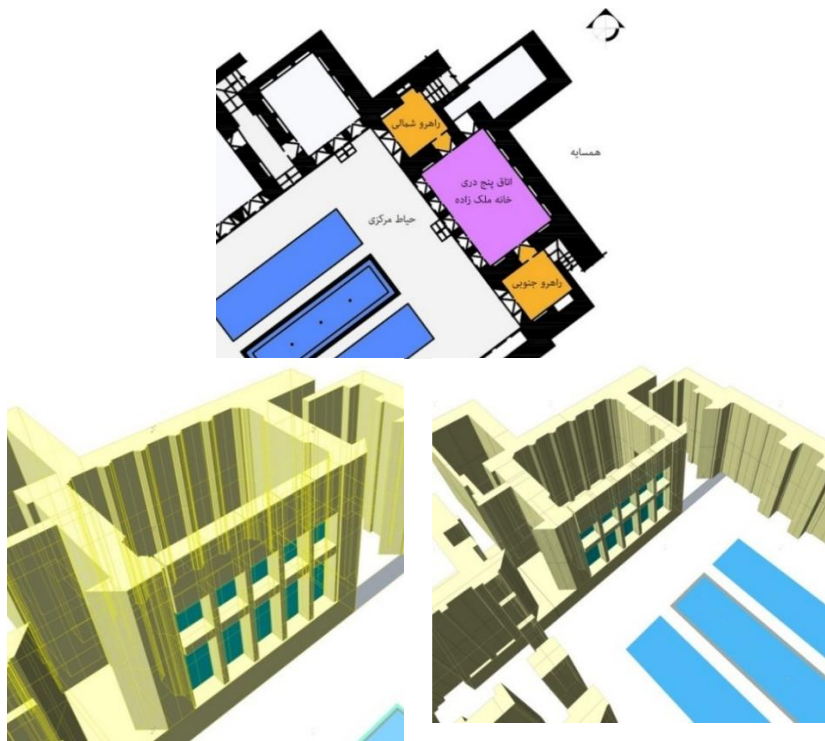
یکی از عناصر سنتی معماری ایرانی اتاق پنج‌دردی است. پنج‌دردی به‌عنوان اتاق مهمانی بوده که در خانه‌های کوچکتر (با نظام خرده پیمون)، عملکرد اتاق نشیمن را داشته است (پیرنیا، ۱۳۹۰). در خانه ملک‌زاده نیز بزرگ‌ترین اتاق، اتاق پنج‌دردی است. این اتاق دارای مساحت نورگیر قابل توجهی است که در طول روز نور را به محیط داخلی انتقال

در دو بخش کلی، بررسی آسایش راحتی افراد و آسایش حرارتی افراد در اتاق پنج‌دردی انجام می‌پذیرد. در بخش پراکندگی نور روز، مطابق با استاندارد اشری ۵۵ (DA)⁴ روشنایی مفید نور روز (درک عمیق‌تر و واقعی‌تر از قابلیت نور روز)، در محیط داخلی را ارائه می‌دهد. DA تعریف جامع-تری از پراکندگی نور روز را نمایش می‌دهد. میزان استاندارد و بهینه DA که شرایط آسایش راحتی و راحتی در محیط مسکونی را فراهم می‌آورد، برابر 300lux و در نمودار معادل 50% است. آنالیزها در دو روز بلندترین و کوتاه‌ترین روز سال یعنی 21June و 21Dec معادل با روز اول تیر و اول دی ماه، بین ساعات 09:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 صورت می‌پذیرد. سطح پراکندگی نور روز در فاصله 40cm از سطح زمین (فاصله استاندارد یک فرد در حالت نشسته بر روی زمین)، در نظر گرفته شده است (ASHRAE Standard 55, 2017).

راحتی حرارتی یکی از مهمترین عوامل مؤثر در بهبود کیفیت محیط داخلی کاربران آن است. همانطور که اشاره شد، از معیار 55 ASHARE نیز برای به دست آوردن شرایط حرارتی مطلوب در فضای داخلی استفاده می‌شود. دو شاخص شناخته شده PMV و PPD به عنوان بررسی آسایش حرارتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. PMV میانگین پیش‌بینی آسایش گرمایی افراد و PPD درصد نارضایتی افراد است. در این مقاله به منظور بررسی شرایط آسایش راحتی و حرارتی افراد، پوشش افراد در تابستان تیشرت و شلوار و در زمستان ژاکت و شلوار گرم (مانند کت و شلوار)

می‌دهد. در پژوهش حاضر بررسی پراکنندگی نور روز در اتاق پنج‌دري انجام می‌پذیرد. در دو طرف این پنج‌دري دو راهرو قرار دارد، ضلع بزرگ اتاق از یک طرف مشرف به حیاط مرکزی و از طرف دیگر دارای همسایه است. تصویر ۸ مدل‌سازی و

مجاورت‌های اتاق پنج‌دري در خانه ملک‌زاده را نشان می‌دهد. جهت بررسی پراکنندگی نور در فضا و کیفیت‌های فضایی خانه‌ی ملک‌زاده، جدول ۳ مشخصات اتاق پنج‌دري خانه ملک‌زاده را بیان می‌کند.



تصویر ۸- مدل‌سازی و بررسی همجواری‌های اتاق پنج‌دري خانه ملک‌زاده (ماخذ: نگارندگان).

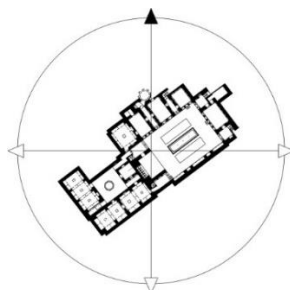
جدول ۳- مشخصات اتاق پنج‌دري خانه ملک‌زاده یزد (ماخذ: سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷).

ارتفاع اتاق	۴/۴ متر	ضخامت دیوار	۰/۷۰ متر
ارتفاع درب	۱/۹۰ متر	طول اتاق با در نظر گرفتن ضخامت دیوار	۶/۱۰ متر
ارتفاع فضای بین درب و پنجره	۰/۳۰ متر	عرض اتاق با در نظر گرفتن ضخامت دیوار	۴/۳۰ متر
عرض تابش‌بند	۰/۷۰ متر	مساحت جدار خارجی مورد بررسی	۲۶/۸۴ مترمربع
ارتفاع پنجره	۱/۰۵ متر	مساحت باز شو جدار خارجی مورد بررسی	۱۰/۳۲۵ مترمربع
عرض درب و پنجره	۰/۷۰ متر		

عملکرد نور را در خانه‌ی ملک‌زاده مورد ارزیابی قرار دهد.

خانه ملک‌زاده شهر یزد دارای رون راسته، یعنی جهت خانه شمال شرقی - جنوب غربی است. تصویر ۹ جهت‌گیری خانه ملک‌زاده شهر یزد را نشان می‌دهد.

در منطقه کمربند خورشید، استان یزد مکانی ایده آل برای بهره‌مندی از مزایای انرژی خورشید و همچنین فن‌آوری‌های مرتبط با آن است. این پژوهش بر آن است تا با ارائه نمودارها چگونگی استفاده از فضای پنج دری با توجه به نور روز را مورد بحث قرار دهد، همچنین نقش کیفی و کمی



تصویر ۹- جهت قرارگیری خانه ملک‌زاده یزد - رون خانه (ماخذ: نگارندگان).

۷.۴۶٪ است. این تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که نتایج این مطالعه از دقت لازم برخوردار است.

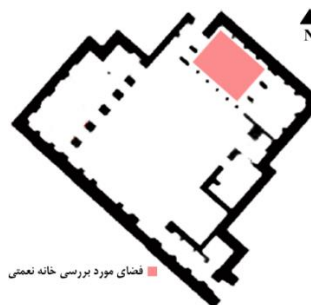
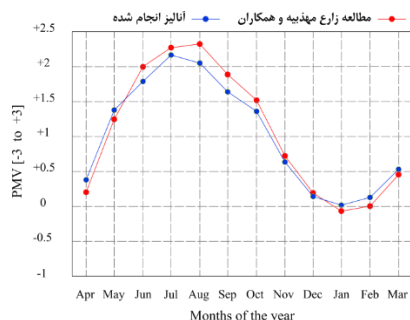
۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- بررسی میزان آسایش راحتی افراد بر مبنای پراکندگی نور روز در اتاق پنج‌دری

در معماری ایرانی نور دارای مفاهیم و بار نمادین است. همچنین در طول تاریخ اهمیت کاربردی نور طبیعی برای سلامت روح و جسم تداوم یافته است. این تداوم حضور نور در خانه‌ها و ابنیه‌های تاریخی به صورت بازشوها و پنجره‌ها، نمایان شده است، که نور روز را به داخل هدایت می‌کنند. یکی از مهم‌ترین خصیصه‌های نور طبیعی، توالی و دگرگونی آن در طول روز است که باعث پویایی فضا در زمان‌های مختلف روز می‌شود.

۴-۲- مقایسه نتایج با پژوهش مشابه (اعتبار سنجی پژوهش)

به منظور اعتبار سنجی مطالعه حاضر و برای تأیید روش مدل‌سازی و شبیه‌سازی، نتایج حاصل از کار حاضر با مطالعه زارع‌مذهبی و همکارانش که مطالعه‌ای مشابه را در خانه نعمتی در شهر شیراز انجام داده‌اند، مقایسه می‌شود (زارع‌مذهبی و همکاران، ۱۳۹۵). شایان ذکر است که برای تأیید نتایج، کلیه شرایط و مشخصات خانه نعمتی در نظر گرفته شده است. معیار آسایش حرارتی PMV به صورت ماهانه با شرایط آب‌وهوایی شهر شیراز مدل‌سازی شده است. با توجه به شکل ۱۰، نتایج این بررسی با نتایجی که در مطالعه زارع‌مذهبی و همکاران ارائه شده است، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. بر اساس این نتایج میانگین و حداکثر مقادیر انحراف نسبی بین نتایج به ترتیب ۱۱.۹٪ و



تصویر ۱۰- شکل سمت راست: مطالعه موردی زارع مذهبی و همکاران- شکل سمت چپ: مقایسه نتایج آنالیز انجام شده با مطالعه زارع مذهبی و همکاران (زارع مذهبی و همکاران، ۱۳۹۵).

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- بررسی میزان آسایش راحتی افراد بر مبنای پراکندگی نور روز در اتاق پنج‌درب

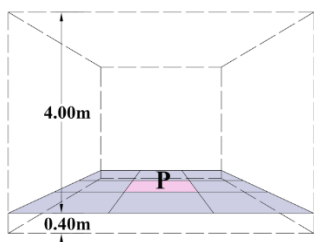
در معماری ایرانی نور دارای مفاهیم و بار نمادین است. همچنین در طول تاریخ اهمیت کاربردی نور طبیعی برای سلامت روح و جسم تداوم یافته است. این تداوم حضور نور در خانه‌ها و ابنیه‌های تاریخی به صورت بازشوها و پنجره‌ها، نمایان شده است، که نور روز را به داخل هدایت می‌کنند. یکی از مهم‌ترین خصیصه‌های نور طبیعی، توالی و دگرگونی آن در طول روز است که باعث پویایی فضا در زمان‌های مختلف روز می‌شود.

در این قسمت از پژوهش به منظور بررسی میزان پراکندگی نور در اتاق پنج‌درب، میزان DA (Daylight Autonomy) یا همان نور مفید روز، مورد سنجش قرار گرفته است. پراکندگی نور در وضعیت فعلی و با در نظر گرفتن پنج وضعیت پیشنهادی، قرارگیری بنا به صورت رون اصفهانی، رون کرمانی و راستای محور شمالی-جنوبی، افزایش ۲۰ سانتی‌متری ارتفاع درب و کاهش ۲۰

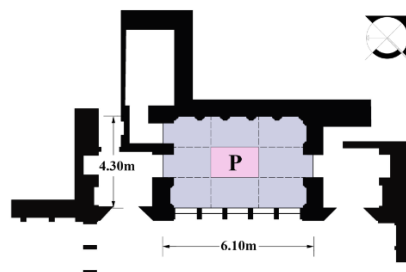
سانتی‌متری ارتفاع درب، در اتاق پنج‌درب برداشت شده است.

DA به‌عنوان یک روش برای ارزیابی عملکرد نور در فضای داخلی به کار گرفته می‌شود. برای ارزیابی میزان DA با تقسیم بندی فضای اتاق به ۹ قسمت مساوی، فضای مورد بررسی بخش میانی اتاق پنج‌درب در نظر گرفته شده است (Lim et al., 2012- Lim & Heng, 2016). بر اساس استاندارد اشرفی در اتاق نشیمن میزان 300 lux نور نیاز است که میزان DA برابر 50% فضایی معادل 300 lux نور را فراهم می‌کند (ASHRAE Standard 55, 2017). به دلیل اینکه در ادوار گذشته فعالیت ساکنان در حالت نشسته صورت می‌پذیرفته است، میانگین بررسی پراکندگی نور 40cm از کف اتاق پنج‌درب در نظر گرفته شده است. مطابق با تصویر ۱۱ در فضای تعیین شده ارزیابی نور روز انجام می‌پذیرد. تحلیل‌ها در دو روز اول تیر (21 June) و اول دی (21 December) و در ساعات 9:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 ارائه شده است. جداول ۴ تا ۹ میزان پراکندگی نور را در وضعیت فعلی و چهار وضعیت پیشنهادی

نشان می‌دهد. میزان شدت و حجم نور بر حسب [%] در هر کدام از نمودارها آورده شده است.



محدوده مورد بررسی P در مقطع اتاق پنج‌دری



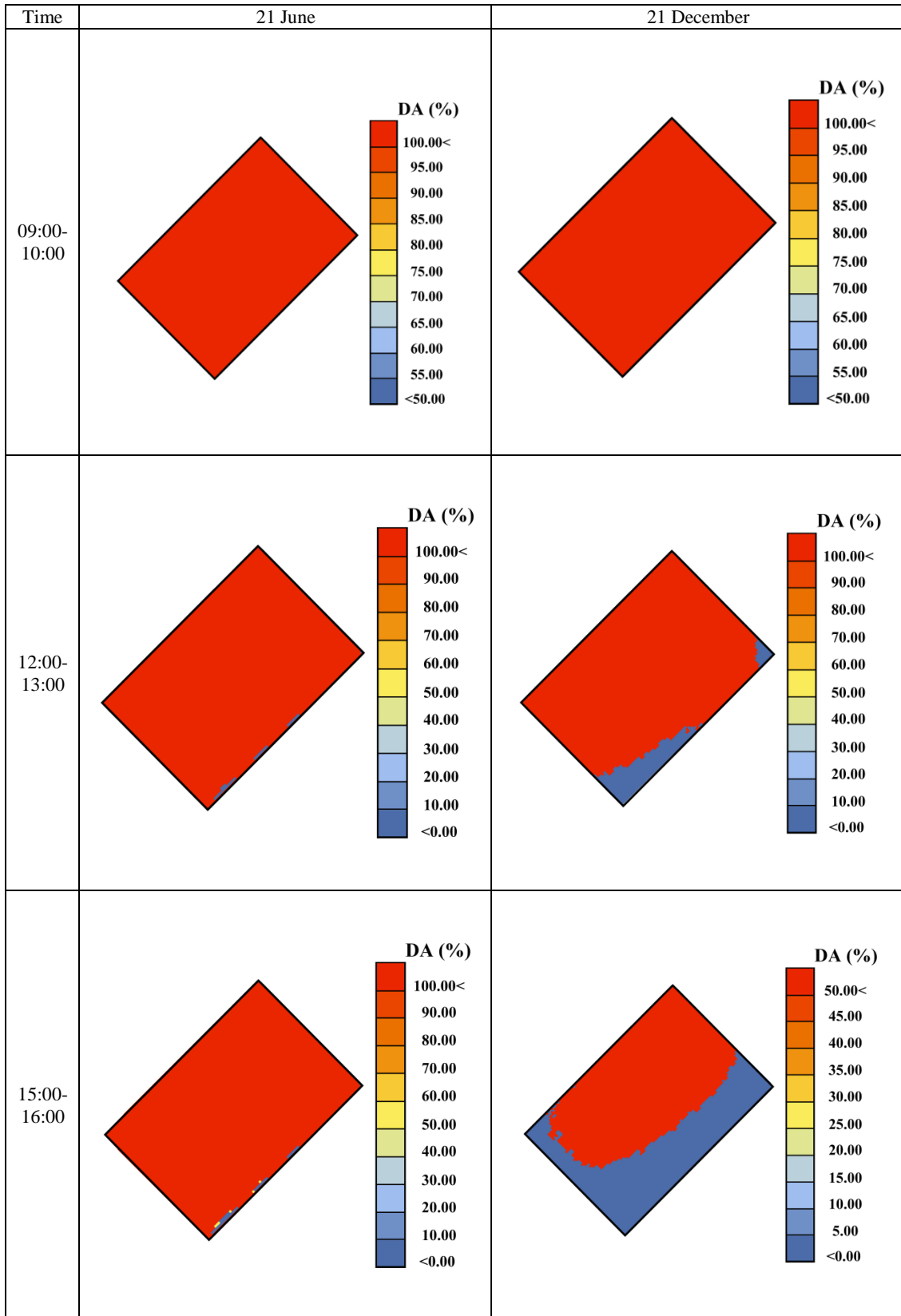
محدوده مورد بررسی P در پلان اتاق پنج‌دری

تصویر ۱۱- محدوده مورد بررسی پراکنندگی نور در اتاق پنج‌دری (ماخذ: نگارندگان).

جدول ۴- بررسی میزان DA در وضعیت فعلی، قرارگیری خانه به صورت رون راسته - [%] (ماخذ: نگارندگان).

Time	21 June	21 December
09:00-10:00		
12:00-13:00		
15:00-16:00		

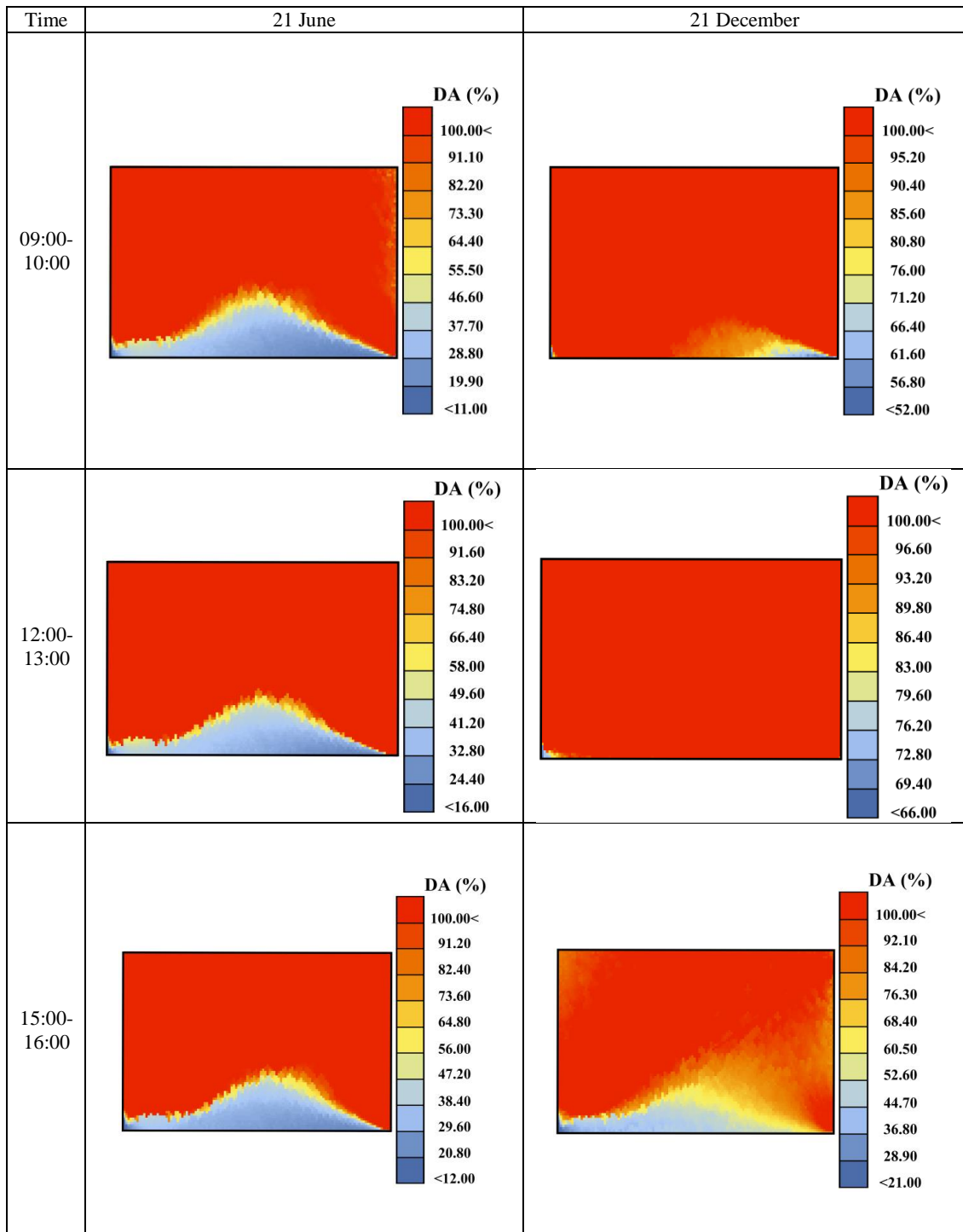
جدول ۵- بررسی میزان DA در قرارگیری خانه به صورت رون اصفهانی - [%(ماخذ: نگارندگان).



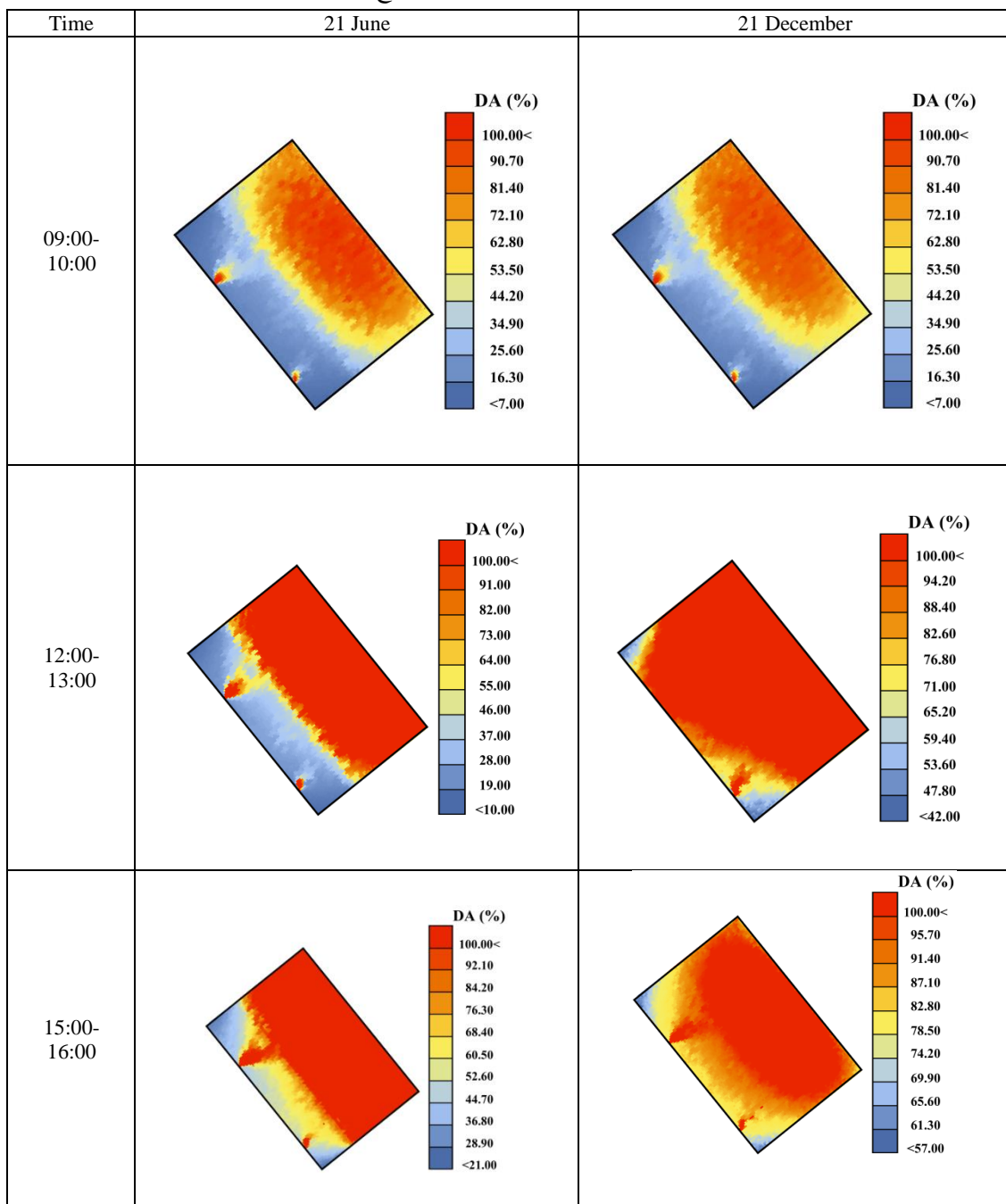
جدول ۶- بررسی میزان DA در وضعیت قرارگیری خانه به صورت رون کرمانی - [%] (ماخذ: نگارندگان).

Time	21 June	21 December
09:00-10:00		
12:00-13:00		
15:00-16:00		

جدول ۷- بررسی میزان DA در وضعیت قرارگیری خانه در راستای محور شمالی-جنوبی - [%] (ماخذ: نگارندگان).



جدول ۸- بررسی میزان DA در وضعیت افزایش ۲۰ سانتی متری ارتفاع درب - [%] (ماخذ: نگارندگان).



جدول ۹- بررسی میزان DA در وضعیت کاهش ۲۰ سانتی‌متری ارتفاع درب - [%] (ماخذ: نگارندگان).

Time	21 June	21 December
09:00-10:00		
12:00-13:00		
15:00-16:00		

پراکندگی نور در محیط تقریباً بین 53.50% - 81.40% است. با توجه به استاندارد DA برابر 50% فضای مورد بررسی P معادل 300lux نور دریافت می‌کند، که شرایط آسایش راحتی در محیط ایده‌آل است. بین ساعات 12:00-13:00 و 15:00-16:00 در ماه June نسبت به ماه Dec، اتاق

با توجه به جداول ۴ تا ۹ در فضای مورد بررسی P؛ تحلیل وضعیت فعلی اتاق پنج‌دردی - قرارگیری خانه ملک‌زاده به صورت رون راسته با توجه به جدول ۴، در وضعیت فعلی اتاق پنج‌دردی و قرارگیری خانه به صورت رون راسته بین ساعات 9:00-10:00 در دو روز مورد بررسی،

آسایش قرار دارد که این میزان در روز 21Dec بیشتر از 21June است.

تحلیل اتاق پنج‌دري در وضعیت قرارگیری خانه ملک‌زاده در راستای محور شمالی - جنوبی با توجه به جدول ۷، در روز 21 June در سه زمان مورد بررسی رفتار نور در محیط تقریباً مشابه است و در فضای مورد بررسی P میانگین نور ورودی به فضا دارای شدت زیادی است که با شرایط بهینه فاصله زیادی دارد. در روز 21 Dec بین ساعات 09:00-10:00 و 12:00-13:00 تمامی محدوده مورد ارزیابی P دارای شدت نور زیاد و فاقد پراکندگی مناسب نور است، در حالیکه در 21 Dec بین ساعات 15:00-16:00 به طور تقریبی محدوده مورد ارزیابی P دارای شرایط نزدیک به بهینه است، اما در 21 June شرایط بهینه ایجاد نمی‌گردد.

تحلیل اتاق پنج‌دري در وضعیت افزایش و کاهش ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع درب

با توجه به اینکه در این بخش از تحلیل، خانه دارای رون راسته است، پس نتایج شبیه‌سازی‌ها تقریباً با وضعیت فعلی اتاق مشابه هستند. با توجه به جداول ۸ و ۹ بین ساعات 09:00-10:00 شرایط آسایش راحتی افراد نزدیک به شرایط بهینه است، زیرا ارتفاع در به میزان ۲۰ سانتی‌متر افزایش و کاهش یافته است. همچنین بین ساعات 12:00-13:00 و 15:00-16:00 در ماه June نسبت به ماه Dec اتاق پنج‌دري نور کمتری را دریافت می‌کند که پراکندگی نور متناسب با فصل تابستان و زمستان دارای کمترین و بیشترین مقدار است.

پنج‌دري شدت نور کمتری را دریافت می‌کند. این امر نشان می‌دهد که در وضعیت فعلی اتاق پنج‌دري، در تابستان نور و حرارت کمتر و در زمستان نور و حرارت بیشتری به محیط وارد می‌شود، که متناسب با نیاز افراد نور در محیط پراکنده شده است.

تحلیل اتاق پنج‌دري در وضعیت قرارگیری خانه ملک‌زاده به صورت رون اصفهانی

با توجه به جدول ۵، اتاق پنج‌دري بین ساعات 09:00-10:00 و 12:00-13:00 حداکثر شدت تابش نور را دریافت می‌کند، از این رو می‌توان گفت که اتاق پنج‌دري بین این ساعات شرایط آسایش راحتی افراد را فراهم نمی‌کند. بین ساعات 15:00-16:00 در اول تیرماه نیز اتاق نور زیادی را دریافت می‌کند، اما در روز اول دی ماه در محدوده مورد بررسی P شرایط آسایش راحتی افراد فراهم می‌شود زیرا DA برابر با 50% است که محیط به میزان 300lux نور دریافت می‌کند و در منطقه آسایش قرار می‌گیرد.

تحلیل اتاق پنج‌دري در وضعیت قرارگیری خانه ملک‌زاده به صورت رون کرمانی

با توجه به جدول ۶، در محدوده مورد بررسی P بین ساعات 12:00-13:00 و 15:00-16:00 در دو روز مورد بررسی، با توجه به شدت و پراکندگی نور ورودی به فضا شرایط آسایش راحتی افراد فراهم نمی‌گردد. زیرا DA بالاتر از 50% است که در این صورت محیط بیشتر از 300lux نور دریافت می‌کند. بین ساعات 09:00-10:00 در دو روز مورد بررسی بخش کمی از محدوده P در شرایط

۲-۵- بررسی شاخصه آسایش حرارتی PMV & PPD متأثر از حرارت ناشی از تابش نور روز در اتاق پنج‌دري

آسایش حرارتی یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر افزایش کیفیت محیط داخلی است. کاربران داخلی همیشه در تلاش هستند محیطی را پیدا کنند که راحتی حرارتی را برای آنها فراهم آورد. با در نظر داشتن معیار برقراری آسایش حرارتی بهینه - $0.5 < PMV < +0.5$ ، درصد نارضایتی افراد از محیط نیز کاهش پیدا می‌کند، به عبارتی هر چه PMV به صفر نزدیک شود PPD نیز کاهش پیدا می‌کند. (ASHRAE standard, 2017).

در این بخش از پژوهش به منظور سنجش میزان آسایش حرارتی و درصد نارضایتی افراد از محیط دو معیار آسایش حرارتی PMV و PPD مورد بررسی قرار می‌گیرند. مقادیر PMV و PPD با توجه به حرارت ناشی از نور خورشید، منطبق بر زمان‌های مورد بررسی در سنجش راحتی افراد (که در بخش قبلی ارائه گردید) در روز اول تیر و اول دی ماه و سه ساعت 9:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 انجام پذیرفت.

در جداول شماره ۱۰ و ۱۱ شرایط آسایش حرارتی در وضعیت فعلی و پنج وضعیت پیشنهادی اتاق پنج‌دري آورده شده است. همانطور که در بخش قبلی مقاله اشاره شد، کاهش ارتفاع در، میزان ورود نور روز به محیط را کاهش می‌دهد و در نتیجه حرارت ناشی از نور در محیط کمتر می‌شود، اما افزایش ارتفاع در، ورود نور به محیط داخلی را افزایش می‌دهد که این امر نیز با افزایش حرارت ناشی از نور همراه است. با توجه به جداول ۱۰ و ۱۱ در روز اول تیر ماه، PMV "وضعیت کاهش ارتفاع در" و "وضعیت رون راسته" به یکدیگر نزدیک هستند، که PPD نیز دارای کمترین مقدار است. همچنین PMV در سایر وضعیت‌های مورد بررسی، خارج از محدوده آسایش می‌باشد که درصد نارضایتی افراد در محیط نیز افزایش می‌یابد. به دلیل اقلیم یزد و آب و هوای گرم این شهر در طول روز، در روز اول دی و اول تیر ماه در تمام وضعیت‌های مورد بررسی PMV در محدوده ایده‌آل و نزدیک به ایده‌آل می‌باشد.

جدول ۱۰- بررسی شرایط آسایش حرارتی - با توجه به موقعیت‌های مورد ارزیابی خانه‌ی ملک‌زاده - ۱ تیر (ماخذ: نگارندگان).

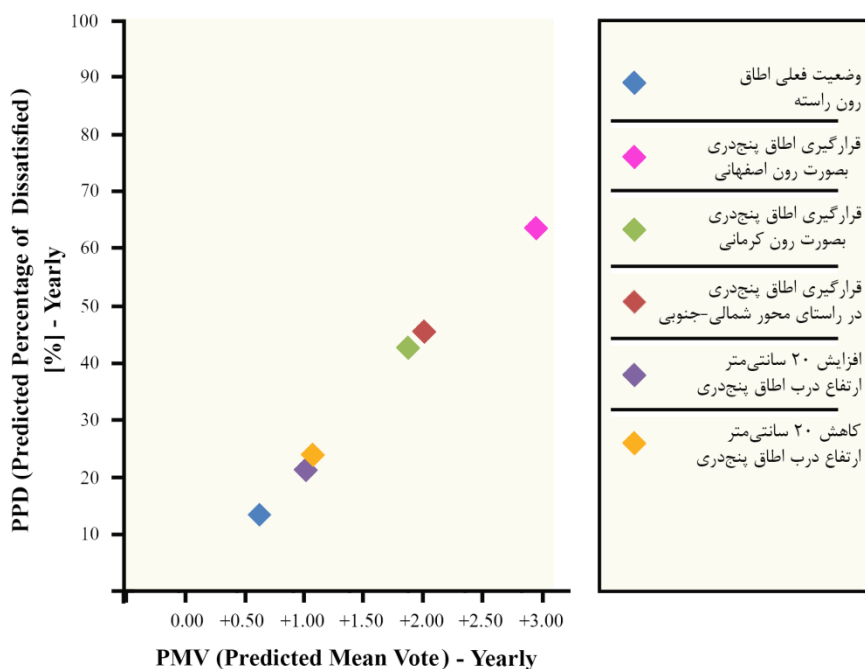
وضعیت قرارگیری اتاق پنج‌دري خانه‌ی ملک‌زاده	PMV [-3 to +3]			PPD [%]		
	9:00-10:00	12:00-13:00	15:00-16:00	9:00-10:00	12:00-13:00	15:00-16:00
وضعیت فعلی - قرارگیری اتاق پنج‌دري به صورت رون راسته	+0.28	+0.45	+0.96	5.93	9.47	21.38
قرارگیری اتاق پنج‌دري به صورت رون اصفهانی	+1.33	+1.27	+1.25	42.03	38.96	38.21
قرارگیری اتاق پنج‌دري به صورت رون کرمانی	+1.02	+1.56	+1.77	26.99	43.18	62.66
قرارگیری اتاق پنج‌دري در راستای محور شمالی - جنوبی	+0.99	+1.25	+1.20	25.71	37.82	35.73
افزایش ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع درب اتاق پنج‌دري	+1.02	+1.40	+1.61	27.10	40.75	57.008
کاهش ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع درب اتاق پنج‌دري	+0.27	+0.45	+0.93	5.85	9.45	21.25

جدول ۱۱- بررسی شرایط آسایش حرارتی - با توجه به موقعیت‌های مورد ارزیابی خانه‌ی ملک‌زاده - ۱ دی (ماخذ: نگارندگان).

وضعیت قرارگیری اتاق پنج‌دري خانه‌ی ملک‌زاده	PMV [-3 to +3]			PPD [%]		
	9:00-10:00	12:00-13:00	15:00-16:00	9:00-10:00	12:00-13:00	15:00-16:00
وضعیت فعلی - قرارگیری اتاق پنج‌دري به صورت رون راسته	-0.80	+0.42	+0.40	18.74	8.74	8.45
قرارگیری اتاق پنج‌دري به صورت رون اصفهانی	+0.16	+0.38	+0.03	5.53	8.07	5.02
قرارگیری اتاق پنج‌دري به صورت رون کرمانی	-1.008	-0.208	+1.14	26.47	5.90	5.41
قرارگیری اتاق پنج‌دري در راستای محور شمالی - جنوبی	+0.08	+0.66	+0.38	5.15	14.30	8.03
افزایش ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع درب اتاق پنج‌دري	-0.78	+0.46	+0.43	18.03	9.53	8.88
کاهش ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع درب اتاق پنج‌دري	-0.85	+0.33	+0.36	20.34	7.30	7.75

نارضایتی افراد از محیط را نشان می‌دهد، وضعیت فعلی با ۱۴.۳۸٪ دارای کمترین درصد نارضایتی است. وضعیت فعلی اتاق پنج‌دري بین پنج فضای پیشنهادی بالاترین شرایط رضایت افراد از محیط را در طول سال به همراه دارد.

همچنین نتایج حاصل از بررسی PMV و PPD در طول سال نیز در تصویر ۱۲ ارائه شده است. با توجه به تصویر ۱۲ در وضعیت‌های مورد بررسی وضعیت فعلی با +0.58 در طول سال بهینه‌ترین شرایط را ایجاد می‌کند. همچنین معیار PPD که درصد



تصویر ۱۲- تغییرات PMV و PPD در وضعیت‌های مورد بررسی (ماخذ: نگارندگان).

۶- نتیجه‌گیری

- اتاق پنج‌دردی دارای رون راسته (وضعیت فعلی) شرایط آسایش حرارتی ایده‌آل را در روز اول تیر ماه در ساعات 9:00-10:00 و 12:00-13:00 و در روز اول دی ماه در ساعات 12:00-13:00 و 15:00-16:00 دارد که مقدار PPD نیز در شرایط ایده‌آل قرار دارد.

- در روز اول تیر و اول دی ماه بیشترین PMV و PPD در وضعیت قرارگیری اتاق به صورت رون کرمانی است.

- در روز اول تیر و اول دی ماه کمترین PMV و PPD در وضعیت رون راسته (وضعیت فعلی خانه ملک‌زاده) و کاهش ۲۰ سانتیمتر ارتفاع در است. کاهش ارتفاع باعث کاهش حضور نور در محیط می‌شود که حرارت ناشی از حضور نور نیز کاهش می‌یابد، به همین دلیل مقادیر PMV و PPD اتاق پنج‌دردی نزدیک به مقادیر وضعیت اتاق با کاهش ۲۰ سانتیمتر ارتفاع در، نزدیک است.

- معیار سنجش PMV اتاق پنج‌دردی در وضعیت فعلی بنا (سالانه) $+0.53$ است و در بازه آسایش حرارتی قرار دارد، که اختلاف چشم‌گیری نسبت به سایر موارد مورد بررسی دارد.

- با توجه به اینکه بازه PMV در محدوده $+3$ تا -3 قرار دارد، میانگین سالانه PMV اتاق پنج‌دردی خانه ملک‌زاده بین $+2.01 < PMV < +0.58$ و در قسمت 0 تا $+3$ است، یعنی آسایش حرارتی افراد کمتر در محدوده 0 تا -3 (معیارهای بازه دمایی

مطالعه حاضر با هدف بررسی آسایش حرارتی بر مبنای حضور نور روز در محیط مسکونی، خانه ملک‌زاده شهر یزد را مورد بررسی قرار داده است. خانه ملک‌زاده دارای رون راسته و متعلق به دوره قاجار است. اتاق پنج‌دردی در فصول مختلف سال کاربردهای متفاوتی برای ساکنان داشته است، به همین دلیل رفتار نور روز در اتاق پنج‌دردی مورد ارزیابی قرار گرفته است. بررسی‌ها در دو قالب کلی آسایش راحتی (بر مبنای پراکندگی نور روز) و آسایش حرارتی (سنجش دو معیار آسایش PMV و PPD بر مبنای حرارت ناشی از نور روز) انجام پذیرفته است. برای رسیدن به اهداف پژوهش ابتدا رفتار نور در وضعیت فعلی اتاق (قرارگیری خانه به صورت رون راسته) انجام گرفته و سپس با در نظر داشتن پنج وضعیت پیشنهادی، قرارگیری خانه به صورت رون اصفهانی، رون کرمانی و راستای محور شمالی-جنوبی، افزایش و کاهش ۲۰ سانتی‌متری ارتفاع درب اتاق پنج‌دردی آنالیزها انجام شده است. برای رسیدن به شرایط راحتی و حرارتی، پراکندگی نور در دو روز 21 June و 21 Dec بین ساعات 09:00-10:00، 12:00-13:00 و 15:00-16:00 برداشت شده، همچنین در قسمت دوم بررسی‌ها بررسی آسایش حرارتی به صورت سالانه نیز انجام شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که:

- رفتار نور ورودی در اتاق پنج‌دردی در وضعیت فعلی (دارای رون راسته) نسبت به سایر وضعیت‌های پیشنهادی مورد بررسی، مطابق با استاندارد دارای 300lux، و DA برابر 50% است.

جهت ساخت بنا به گونه‌ای است که فضاهای اصلی از قبیل اتاق پنج‌دري، حداکثر شرایط آسایش و راحتی انسان را در تمامی فصول سال فراهم می‌آورد. این امر نشان‌دهنده بهینه بودن طراحی اقلیمی خانه ملک‌زاده و معماری مسکونی - بومی شهر یزد در دوران قاجار است.

- معماری سنتی ایران در مناطق گرم‌وخشک مانند شهر یزد نمودی از معماری همساز با اقلیم است که در راستای فراهم آوردن شرایط آسایش افراد شکل گرفته و از شیوه‌هایی منطقی استفاده کرده است.

- تداوم کیفیت فضایی و کیفیت نورگیری اتاق پنج‌دري در خانه ملک‌زاده یزد را می‌توان توانایی درک معمار سنتی به مفهوم پایداری تعبیر کرد، چون با استفاده از منبع پاک و تجدیدپذیر نور خورشید و بدون نوسان در کیفیت آن، فضایی با کیفیت را به وجود می‌آورده است.

معمولی تا خیلی سرد) قرار می‌گیرد و میانگین سالانه آسایش + است.

- معیار سنجش PPD اتاق پنج‌دري در وضعیت فعلی بنا با 14.38% دارای کمترین افراد ناراضی از محیط در طول سال است. در سایر وضعیت‌های مورد بررسی درصد نارضایتی افراد از محیط بیشتر است.

- با توجه به موقعیت خانه ملک‌زاده نسبت به جهت شمال و پنج نمونه مورد بررسی وضعیت فعلی خانه (دارای رون راسته) دارای حداکثر آسایش راحتی و حرارتی است. درحالی‌که در وضعیت پیشنهادی قرارگیری خانه در محور شمالی-جنوبی، شرایط آسایش راحتی و حرارتی دارای کمترین مقدار است.

- درنگی در یافته‌های پژوهش و تحلیل و ارزیابی آن‌ها بیانگر آن است که ملاحظات معمارانه در خانه ملک‌زاده از قواعد دقیقی پیروی می‌کند. نسبت فضاهای باز و بسته و

پی‌نوشت‌ها

1. Predicted Mean Vote.
2. Predicted Percentage of Dissatisfied.
3. Malek Zadeh House.
4. Daylight Autonomy.

منابع

- برزگر، زهرا. حیدری، شاهین. (۱۳۹۶). بررسی نقش عمق و سایه ورودی خانه‌های سنتی در تأمین آسایش حرارتی بیرونی - نمونه موردی: بافت قدیم شهر شیراز. دو فصلنامه معماری اقلیم گرم و خشک، دوره ۲، شماره ۵، صفحه ۲۱-۳۲.
- پوراحمدی، محبوبه. (۱۳۹۲). بررسی الگوهای پایداری در معماری خانه‌های سنتی مهریز. نشریه شهر و معماری بومی، شماره ۳، صفحه ۵۵-۶۴.
- پیرنیا، محمد کریم. سبک شناسی معماری ایرانی، تدوین: غلامحسین معماریان، پژوهنده. تهران، ۱۳۸۲.

- پیرنیا، محمدکریم. آشنایی با معماری اسلامی ایران، تدوین: غلامحسین معماریان، موسسه فرهنگی سروش دانش. تهران، ۱۳۹۰.
- پیوسته گر، یعقوب. حیدری، علی اکبر و اسلامی، مطهره. (۱۳۶۹). بازشناسی اصول پنج‌گانه استاد پیرنیا در معماری خانه‌های سنتی ایران و تحلیل آن با استناد به منابع اعتقادی اسلامی. فصلنامه شهر ایرانی اسلامی، سال ۷، شماره ۲۷، صفحه ۵۱-۶۶.
- حائری مازندرانی، محمدرضا. (۱۳۸۸). نقش فضا در معماری ایران. تهران، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- حمزه‌نژاد، مهدی. ترابی، طاهره و ربانی‌مورخ، مریم. (۱۳۹۳). اصول مکان‌یابی شهرهای سنتی ایران، اولین کنگره بین‌المللی افق‌های جدید در معماری و شهرسازی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس دانشکده هنر و معماری.
- حیدری، شاهین. (۱۳۹۳). سازگاری حرارتی در معماری. نخستین گام در صرفه‌جویی مصرف انرژی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ذوالفقاری، حسن. (۱۳۸۶). تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی PET و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده PMV. مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، صفحه ۱۲۹-۱۴۱.
- رازجویان، محمود. (۱۳۸۸). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم، ویراست دوم، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- زارع مذهبی، آیدا. شاهچراغی، آزاده. حیدری، شاهین. (۱۳۹۵). بررسی کیفیت محیطی فضاهای داخلی با تاکید بر آسایش حرارتی در خانه‌های سنتی، نمونه‌های موردی: دو خانه قجری در شیراز، دوفصلنامه مطالعات معماری ایران، دوره ۱، شماره ۹، صفحه ۸۵-۱۰۰.
- زینلیان، نفسه. اخوت، هانیه. (۱۳۹۶). ساختارشناسی حیاط در خانه‌های قجری اقلیم گرم‌وخشک و گرم‌ومرطوب با تمرکز بر گونه «حیاط مرکزی» مطالعه موردی: خانه‌های یزد و دزفول، نشریه فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، سال ۸، شماره ۳۰، صفحه ۱۵-۲۹.
- سازمان میراث فرهنگی استان یزد، ۱۳۹۷.
- سهیلی‌فرد، مهدی. اختر کاوان، حمید. فلاحی، سلوا. اختر کاوان، مهدی و محمدمردی، اصغر. (۱۳۹۲). بررسی تعامل اصول معماری ایرانی و انرژی خورشیدی از منظر فرم، تقارن و جهت‌گیری، نمونه موردی: خانه‌ی عباسیان کاشان. فصلنامه آرمان‌شهر، دوره ۶، شماره ۱۱، صفحه ۷۵-۹۰.
- طاهباز، منصوره. جلیلیان، شهربانو. موسوی، فاطمه و کاظم زاده، مرضیه. (۱۳۹۲). تاثیر طراحی معماری در بازی نور طبیعی در خانه‌های سنتی ایران. فصلنامه آرمان‌شهر، دوره ۸، شماره ۱۵، صفحه ۷۱-۸۱.
- قیابکلو، زهرا. (۱۳۸۰). روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صفحه ۶۸-۷۴.
- قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۵). مبانی فیزیک ساختمان ۲. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، تهران.
- فرخی، مریم. ایزدی، محمد سعید. کریمی مشاور، مهرداد. (۱۳۹۷). تحلیل کارایی انرژی در مدل‌های بافت شهری اقلیم گرم‌وخشک، نمونه موردی: شهر اصفهان، نشریه دوفصلنامه مطالعات معماری ایران، سال ۷، شماره ۱۳، صفحه ۱۲۷-۱۴۸.
- کاظم‌زاده، مرضیه. طاهباز، منصوره. (۱۳۹۲). اندازه‌گیری و بررسی شرایط نور روز در خانه‌های قدیمی کرمان (نمونه موردی خانه امینیان). نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، صص ۱۷-۲۶.
- مهدوی نژاد، محمدجواد. مطور، سها. (۱۳۹۱). کیفیت نورگیرها در گنبد‌های ایرانی، نقش جهان-مطالعات نظری و فناوری-های نوین معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۲، شماره ۲، صفحه ۳۱-۴۲.
- نجفی، سید محمدعلی. نجفی، نجمه. (۱۳۹۱). بررسی آسایش حرارتی با استفاده از روش‌های PMV و PPD (مطالعه موردی: بازار وکیل شیراز)، نشریه هفت حصار، سال ۱، شماره ۱، صفحه ۶۱-۷۰.

- وب سایت جامع هوا و اقلیم شناسی ایران، ۱۳۹۸، www.climatology.ir
- هاشمی رفسنجانی، لیل السادات. حیدری، شاهین. (۱۳۹۷). ارزیابی آسایش حرارتی تطبیقی در خانه‌های مسکونی اقلیم گرم و خشک، مطالعه موردی: استان کرمان. نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، دوره ۶، شماره ۷، صفحه ۴۳-۶۵.
- هوشیاری، محمدمهدی. پورنادری، حسین. (۱۳۹۴). تحلیل و بررسی نظریه پیرنیا درباره رون اصفهانی در فضای شهری و معماری سنتی اصفهان. نشریه هویت شهر، شماره ۲۷، صفحه ۵۳-۶۴.
- هومانی‌راد، مرضیه. طاهباز، منصوره و پورمند، حسنعلی. (۱۳۹۶). الگوی نورپردازی طبیعی در گنبدخانه‌های مساجد تاریخی اصفهان. فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، سال پنجم، شماره ۱۶، صفحه ۶۶-۸۴.
- Amiriparyan, Peyman. Kiani, Zohreh., (2016). Analyzing the Homogenous Nature of Central Courtyard structure in Formation of Iranian Traditional Houses, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 216, P. 905 – 915.
- Asadi. Somayeh, Fakhari. Maryam, Sendi. Mona., (2016). A study on the thermal behavior of traditional residential buildings: Rasoulilian house case study, *Journal of Building Engineering*, Vol. 7, P. 334-342.
- ASHRAE 55, 2017. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE standard 55-2017. Atlanta, Georgia: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Cheung. Toby, Schiavon. Stefano, Parkinson. Thomas, Li. Peixian, Brager. Gail., (2019). Analysis of the accuracy on PMV – PPD model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II, *Building and Environment*, Vol. 153, P. 205-217.
- Dehghan, A.A., (2011). Status and potentials of renewable energies in Yazd Province-Iran, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15, P. 1491-1496.
- Fadaee. F, Ebrahimi-Moghadam. A, Ildarabadi. P. (2019). The effect of internal light shelf on quality of daylight distribution in space and lighting energy consumption reduction, *Journal of Solar Energy Research (JSER)*, Vol. 4, P. 237-251.
- Hensen. J. L. M., (1990). Literature review on thermal comfort in transient conditions, *Building an Environment*, Vol. 25, P. 309-316.
- Khalili, Mitra. Amindeldar, Sanaz., (2014). Traditional solutions in low energy buildings of hot-arid regions of Iran, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 188, P. 1-11.
- Lim. Yaik-Wah, Kandar. Mohd Zin, Ahmad. Mohd Hamdan, Ossen. Dilshan remaz, Megat Abdullah. Aminatuzuhariah., (2012). Building façade design for daylighting quality in typical government office building, *Building and Environment*, Vol. 57, P. 194-204.
- Lim. Yaik-Wah, Heng. C. Y. S., (2016). Dynamic internal light shelf for tropical daylighting in high-rise office buildings, *building and Environment*, Vol. 106, P. 155-166.
- Matzarakis, A., Blazejczyk, K., Amelung, B., (2007). Climate, Thermal comfort and tourism, *Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany*, P. 140-154.
- Roshan. G, Oji. R, Attia. S. (2019). Projecting the impact of climate change on design recommendations for residential buildings in Iran, *Building and Environment*, Vol. 155, P. 283-297.
- Soflaei, F. Shokouhian, M. Mifidi Shemirani. S. M., (2016). Traditional Iranian courtyards as microclimate modifiers by considering orientation, dimensions, and proportions, *Frontiers of Architectural Research*, Vol. 5, P. 225-238.

فهرست نمادها

C_{rec}	[W/m ²]	تبادل حرارت همرفتی تعرق	W	[W/m ²]	نیروی مکانیکی موثر
E_{rec}	[W/m ²]	تبادل حرارت تبخیری تعریق	e	[W/m ²]	تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست
E_c	[W/m ²]	تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست زمانیکه در حالت حرارتی خنثی قرار دارد	H	[W/m ²]	تلفات حرارت خشک به صورت همرفت - هدایت و تابش
I_{cl}	[W/m ²]	تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن	P_a	[Pa]	رطوبت - فشار بخار جزئی هوا
t_{cl}	[°C]	دمای سطح لباس	T_a	[°C]	دمای هوا
t_{sk}	[°C]	دمای متوسط پوست			
M	[W/m ²]	نرخ سوخت و ساز بدن			

Original Research Article

Evaluation of Comfort and Thermal Comfort (PMV and PPD) According to Daylight and Home Orientation in Yazd Traditional Houses (Case Study: Malekzade Home in Yazd city)**Mehdi Hamze Nejad¹, Faramarz Fadaee², Paria Ildarabadi^{3*}**

1- Assistant Professor, Faculty of Architecture, University of Science and Technology, Tehran

2- Faculty of Architecture, Khorasan Institute of Higher Education, Mashhad

3- Faculty of Architecture, Khorasan Institute of Higher Education, Mashhad

Abstract

Light plays an important role in traditional Iranian architecture, so much that spatial qualities are created by light. In the present study, from the perspective of the problem of people's comfort in the environment, data analysis and data analysis were based on daylight at home in which it is the most used among other functions. The purpose of this study was to determine the comfort conditions and thermal comfort indices of PMV and PPD in Malekzadeh house in Yazd. For this purpose, the panjdari room has been analyzed and evaluated, where modeling was done using Grasshopper algorithmic software, and analyses performed by honeybee and ladybug plugins. The existing condition of panjdari and the five proposed conditions, including Esfahani and Kermani orientations, orientation towards north, and different heights of the panjdari door are presented and analyzed and finally compared. The results show that raaste orientation gives the panjdari space 50% DA (Daylight Autonomy) compared to other proposed conditions and it also receives 300lux of light, providing comfort for residents. Also with PMV of +0.53 and PPD of 14.38%, it has the highest thermal comfort among the proposed conditions. The practical potential of Malekzadeh's panjdari room, due to its location in the building, has provided a space of extreme thermal comfort and convenience throughout the year.

Keywords: Daylight, Orientation or Home Lighting, PMV and PPD, convenience and Thermal Comfort

*Email: paria.ildarabadi@yahoo.com

مقاله پژوهشی

بهینه‌سازی فضاهای نیمه باز خانه‌های آپارتمانی جهت تبدیل به گلخانه خورشیدی با استفاده از الگوریتم ذوب فلزات

وحید بختیاری^{۱*}، ریما فیاض^۲

۱- دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران

۲- دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران

(دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱)

چکیده

بهبود آسایش حرارتی، از جمله مسائل مهمی است که در ساختمان‌های امروزی مورد تأکید است. با توجه به روند رو به رشد مصرف انرژی، تلاش برای صرفه‌جویی در ساختمان‌های کشور یک ضرورت انکارناپذیر است. از طرفی استفاده بهینه از انرژی رایگان خورشیدی، محیطی مطلوب را برای ساکنین ساختمان فراهم می‌آورد و از سوی دیگر، سبب کاهش میزان انرژی مصرفی ساختمان در فصول سرد سال خواهد شد. از آنجا که روند کلی ساخت و سازهای مسکونی در کشور به سمت توسعه واحدهای آپارتمانی سوق پیدا کرده‌است؛ استفاده از راهکارهای اقلیمی که بتواند در چنین بناهایی به عنوان واقعیت موجود شهرسازی کشور مورد استفاده قرار گیرد، نیاز مهمی است که کمتر مورد توجه قرار گرفته‌است. استفاده از فضاهای نیمه باز همچون بالکن، مهتابی و ایوان تحت عنوان «فضای نیمه باز» در واحدهای آپارتمانی مورد تأکید مقررات ملی ساختمان ایران است و در اکثر ساختمان‌های امروزی وجود دارد. در صورت طراحی هوشمندانه، این دسته از فضاها قابلیت تبدیل به یک گلخانه خورشیدی به عنوان یک سامانه ایستا برای جذب و بهره‌برداری از انرژی خورشیدی را فراهم می‌کنند. هدف از این پژوهش، استفاده از هوش مصنوعی و بهینه‌سازی الگوریتمی به منظور یافتن ابعاد، فرم مشخصات فنی بهینه فضاهای نیمه باز آپارتمانی در اقلیم گرم و خشک، در جهت تبدیل آن‌ها به یک گلخانه خورشیدی برای استفاده در مواقع سرد سال است. روش تحقیق در این پژوهش شبیه‌سازی و استدلال منطقی است. از این رو با به خدمت گرفتن روش شبیه‌سازی فضایی مسکونی در شهر شیراز، پارامترهای فضای نیمه‌باز ساختمان (ابعاد فضای نیمه‌باز، ابعاد پنجره متصل به فضای داخل، نوع فضای نیمه باز، جنس شیشه و تهویه) به منظور ایجاد قابلیت تبدیل به گلخانه خورشیدی مورد بررسی قرار گرفت و شرایط بهینه هر یک از این پارامترها برای شهر شیراز تعیین شد. نتایج حاکی از آن است که چنین فضایی در حالت بهینه می‌تواند تا ۵۴ درصد از مصرف انرژی گرمایشی ساختمان را کاهش دهد. در این میان بهترین پاسخ را فضای نیمه باز مهتابی با استفاده از پوشش شیشه دوجداره، از خود نشان داد.

کلید واژه‌ها: بهینه‌سازی چند هدفه، معماری پایدار، الگوریتم ذوب فلزات، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، گلخانه خورشیدی، فضای نیمه باز

۱- مقدمه

تأمین آسایش حرارتی همواره یکی از دغدغه‌های طراحان ساختمان بوده و در سال‌های اخیر با بحرانی شدن موضوع مصرف انرژی در دنیا، بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. در این راستا طراحی بر مبنای عملکرد با هدف کنترل ورود تابش خورشید به درون ساختمان و انتقال حرارت به بیرون، بهترین کارایی را در استفاده از انرژی خورشیدی به همراه دارد (Talaei, Mahdavinejad, Zarkesh, & Motevali Haghghi, 2017). این امر سبب شده است تا راهکارهای متعددی به منظور کاهش مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های نو در صنعت ساختمان عرضه شود. استفاده از سامانه‌های غیرفعال خورشیدی از جمله گلخانه خورشیدی از جمله راهکارهای موثری است که می‌تواند امکان استفاده از انرژی خورشیدی را به صورت پایدار فراهم کند. از سویی محدودیت‌های عمدتاً اقتصادی سبب شده که بیشتر ساخت و سازهای مسکونی در شهرهای بزرگ کشور به سمت تولید واحدهای آپارتمانی پیش رود و این روند در حال گسترش است. این موضوع موجب شده تا بسیاری از گزینه‌هایی که به عنوان راهکارهای کاهش مصرف انرژی یا استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در ساختمان شناخته شده‌اند قابلیت اجرای خود را از دست بدهند. فارغ از درستی یا نادرستی آپارتمان‌سازی، با پذیرش آن به عنوان یک واقعیت، لازم است از تمام امکانات موجود به منظور بهبود شرایط این دسته از ساختمان‌ها استفاده نمود. از جمله این امکانات استفاده از فضای نیمه‌باز به عنوان یک گلخانه

خورشیدی است. این موضوع درمبحث چهارم مقررات ملی ساختمان ایران نیز مجاز شمرده شده و تحت عنوان محفظه آفتابگیر از آن یاد شده است (دفتر مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۲).

هدف از این پژوهش، کاربرد بهینه‌سازی پارامتری با استفاده از الگوریتم ذوب فلزات برای تخمین ابعاد و اندازه، فرم و مشخصات عملکردی فضاهای نیمه باز ساختمان‌های مسکونی آپارتمانی است تا امکان استفاده از آن‌ها به عنوان گلخانه خورشیدی، جهت کاهش مصرف انرژی و افزایش آسایش حرارتی فضای داخلی فراهم شود. به منظور رسیدن به هدف، این پژوهش شامل سه مرحله عمده است: گام اول تجزیه و تحلیل پیشینه موضوع، گام دوم استخراج پارامترها و گام سوم شبیه‌سازی و بهینه‌سازی پارامترها.

۲- پرسش‌های پژوهش

این پژوهش به این پرسش پاسخ می‌دهد که:

۱- پارامترهای موثر در طراحی گلخانه خورشیدی به منظور استفاده از تابش خورشید برای یک آپارتمان مسکونی کدامند؟

۲- با توجه به موقعیت جغرافیایی در شرایط اقلیمی شیراز به چه ترتیب می‌توان از فضاهای نیمه باز ساختمان‌های آپارتمانی به عنوان یک گلخانه خورشیدی استفاده نمود و ابعاد و نوع بهینه این فضا به چه صورت است؟

۳- همبستگی بین پارامترهای موثر در طراحی فضای نیمه باز به عنوان گلخانه خورشیدی چگونه است؟

۲-۱- ضرورت مسئله

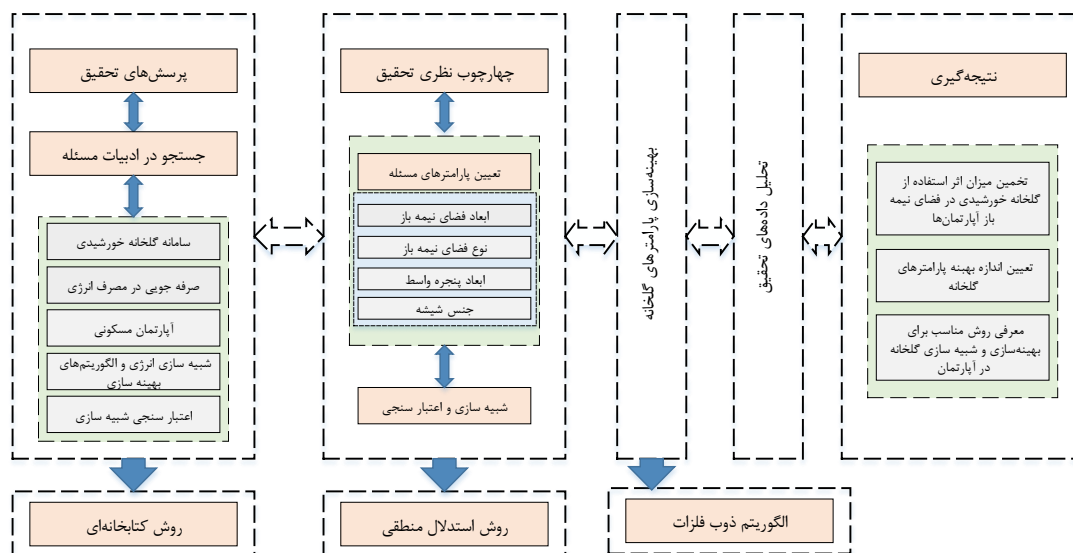
هرچند در مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان ایران موضوع تبدیل فضای نیمه‌باز به محفظه آفتابگیر، مجاز شمرده شده‌است اما بررسی جامع و همه‌جانبه این پارامترها و محدودیت‌ها برای استفاده از چنین امکانی، مسئله‌ای است که تاکنون به آن پرداخته نشده‌است. شایان ذکر است که بررسی این موارد باید متناسب با اقلیم و موقعیت جغرافیایی خاص هر منطقه انجام پذیرد و این موضوع برای آپارتمان‌های مسکونی اقلیم گرم و خشک ایران مسئله بدیعی است که دست‌مایه این تحقیق قرار گرفته‌است.

۲-۲- روش تحقیق

مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد که گلخانه‌های خورشیدی از گستره زیادی برخوردار هستند لذا لازم است طراحی آن بر اساس گونه‌شناسی انواع و مشخصات فنی آن صورت پذیرد. به عبارتی در این تحقیق گونه‌شناسی گلخانه‌های خورشیدی و مشخصات فنی آن‌ها برای تحلیل و طبقه‌بندی مهمترین متغیرهای تأثیرگذار بر آن‌ها بررسی شده‌است. متغیرهای مستقل این مطالعه عبارتند از: ابعاد فضای نیمه باز، مساحت پنجره واسط، نوع فضای نیمه باز، جنس شیشه پوشش دهنده گلخانه و تهویه.

در این تحقیق از روش استدلال منطقی به منظور تحلیل داده‌ها استفاده شده‌است. در روش استدلال منطقی سعی می‌شود یک مسئله کاملاً تعریف شده

به گونه‌ای سازمان‌یافته تدوین شود که توان توضیح و تشریح تمام نمونه‌های آن مسئله را داشته باشد (مهدوی‌نژاد، طاهباز، و دولت‌آبادی، ۱۳۹۵). در کنار این موضوع از نرم‌افزارهای پارامتری و شبیه‌سازی به منظور تحلیل میزان مصرف انرژی، استفاده شده‌است. برای حل مسئله بهینه‌سازی نیز نرم‌افزار شبیه‌سازی انرژی پلاس به نرم‌افزار تحلیلی متلب متصل شد تا با استفاده از الگوریتم ذوب فلزات عملیات بهینه‌سازی انجام پذیرد. برای دستیابی به هدف تحقیق، فرآیند پردازش اطلاعات به چند مرحله تقسیم شده است که در تصویر ۱ نمایش داده شده است. در گام نخست با استفاده از روش کتابخانه‌ای داده‌های مورد نیاز جهت ارزیابی آسایش حرارتی محیط داخلی ساختمان مسکونی، نوع و نقش سیستم‌ها در کاهش مصرف انرژی و روش‌های بهینه‌سازی و شبیه‌سازی استخراج شدند. در گام دوم از روش استدلال منطقی به منظور تدوین چارچوب نظری پژوهش استفاده شد و در نتیجه با توجه به کاربری و ابعاد فضای داخلی، میزان گرمای مورد نیاز در فصول سرد سال به دست آمد. در این پژوهش، اقلیم مورد نظر، شهر شیراز در نظر گرفته شده و همچنین مولفه‌های تأثیرگذار بر بازدهی گلخانه خورشیدی با توجه به محدودیت‌های فضاهای نیمه باز آپارتمانی تعیین شده‌است. در این روش، نتیجه هر مرحله به صورت داده اولیه مرحله بعدی در نظر گرفته می‌شود و سبب پیوستگی و انسجام مطالب در سراسر تحقیق می‌شود.



تصویر ۱- ساختار و روش تحقیق (ماخذ: نگارندگان)

لوپز و همکارانش میزان انرژی دریافتی از گلخانه خورشیدی را در یک پروژه واقعی در آب و هوای مدیترانه‌ای اندازه‌گیری و تأثیر آن را بر مصرف انرژی تأسیسات مکانیکی ساختمان بررسی کردند (Suárez López, Castro, Manso, & Marigorta, 2020). در تحقیق دیگری آلسینا و همکاران میزان اثر تبدیل بالکن یک ساختمان را به گلخانه خورشیدی مورد بررسی قرار دارند و دریافتند این موضوع کمک شایانی به کاهش مصرف انرژی ساختمان می‌کند. آن‌ها تأثیر جنس شیشه و تهویه گلخانه را نیز در تحقیق خود بررسی کردند (Allesina, Ferrari, Muscio, & Pedrazzi, 2019). شیلی و همکاران او در پژوهش خود امکان ترکیب استفاده از گلخانه خورشیدی و سامانه گرمایش از کف را مورد بررسی قرار دادند و همچنین نشان دادند که در کنار ترکیب این دو، استفاده از مواد تغییر حالت دهنده به عنوان ذخیره کننده حرارتی، موجب افزایش بازدهی مجموعه

با توجه به اینکه نمونه مورد استفاده در این تحقیق در شرایط واقعی منطبق با استاندارد اشری شبیه‌سازی شده‌است، این نتایج قابل تعمیم به سایر ساختمان‌های آپارتمانی مشابه است. بر طبق آنچه در استاندارد اشری آمده، ابزارهای مورد استفاده در این تحقیق از روایی و اعتبار^۱ لازم جهت پاسخ به سوالات آن برخوردار است (Judkoff & Neymark, 2004). نتایج این پژوهش در آزمون مجدد^۲ تأیید شد و با در نظر گرفتن تأیید نتایج در مرحله باز آزمایی^۳، پایایی^۴ پژوهش قابل اثبات است و از این رو می‌تواند در موارد مشابه مورد استناد قرار گیرد.

۳- پیشینه تحقیق

در رابطه با گلخانه‌های خورشیدی تاکنون مطالعات زیادی انجام گرفته‌است که به پاره‌ای از آن‌ها اشاره می‌شود:

وجود گلخانه خورشیدی نتیجه بهتری را نشان داد (Meroni, Scamoni, Tirloni, Pollastro, & Lacci, 1991).

در ایران نیز پژوهش‌های متعددی در رابطه با گلخانه‌های خورشیدی انجام شده‌است. به عنوان نمونه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود:

گیلانی و محمد کاری در پژوهش خود عملکرد گلخانه خورشیدی را در ساختمان‌های مسکونی شهر اردبیل بررسی نموده‌اند. این پژوهش با کمک نرم‌افزارهای شبیه‌سازی و مطالعه میدانی انجام پذیرفته و مشخص شده که برای دریافت بیشترین انرژی خورشیدی، بهترین جهت گیری در فصول سرد سال جهت جنوب غربی و غربی است. همچنین برای دوری از برافروختگی در مواقع گرم سال بهترین جهت، جنوب غربی است (گیلانی و کاری، ۱۳۹۰).

مقدسی و همکاران در مقاله‌ای به ارزیابی مدل بهینه گلخانه خورشیدی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم معتدل و سرد کشور (کرمانشاه) پرداختند. آن‌ها دریافتند که برای استفاده از گلخانه در ماه‌های سرد سال بهترین جهت گیری، زاویه ۱۰ درجه از سمت جنوب به سمت غرب است و همچنین بهترین زاویه شیب، ۵۰ درجه نسبت به سطح افق گلخانه و عمق بهینه آن ۶ متر است (مقدسی و همکاران، ۱۳۹۶).

۴- روش‌های محاسباتی مربوط به ذخیره سازی حرارت

در مجموع سه شیوه برای ذخیره‌سازی انرژی گرمایی وجود دارد: ذخیره انرژی با گرمای

خواهد شد (Lu, Tong, & Pang, 2018). اسامه اسعد و همکارانش در مقاله خود میزان بازدهی کلی گلخانه خورشیدی الحاقی به ساختمان را با استفاده از نرم‌افزار ترنسیس و همچنین برداشت میدانی اندازه‌گیری کردند آن‌ها نشان دادند که جریان هوای عبوری از بستر سنگی گلخانه به همراه ضریب U مصالح تشکیل دهنده جدار گلخانه بیشترین اثر را بر دمای داخلی آن دارد (Asa'd, Ugursal, & Ben-Abdallah, 2019). آلیانی و همکارانش در یک محیط کنترل شده آزمایشگاهی تأثیر بازیافت حرارت به وسیله تأسیسات مکانیکی را در یک گلخانه خورشیدی الحاقی به یک فضای عایق بندی شده مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها نشان دادند جنس مصالح اطراف گلخانه تأثیر بسیار چشمگیری بر دمای داخلی آن دارد (Ulpiani, Summa, & di Perna, 2019). وانگ و همکارانش تأثیر استفاده از گلخانه سقفی را در خانه‌های روستایی شمال چین بررسی کردند؛ آن‌ها به نتیجه رسیدند که بهترین زاویه سقف در این حالت ۲۸ درجه است. همچنین استفاده از چنین گلخانه‌ای تأثیر به‌سزایی بر افزایش عمق نفوذ نور در ساختمان دارد (Wang, Yuan, Li, & Li, 2019). مهالا کاکو و فیسوره مدلی را برای شیوه جذب انرژی تابشی در گلخانه ارائه کردند. با کمک این مدل می‌توان دمای هوای داخل گلخانه را حساب کرد (Mihalakakou & Ferrante, 2000). مرونی و همکاران از یک نمونه واقعی برای بررسی عملکرد گلخانه خورشیدی استفاده کردند. آن‌ها تأثیر استفاده از پنجره جنوبی و قرارگیری گلخانه الحاقی در ضلع جنوبی ساختمان را با یکدیگر مقایسه کردند. در این مقایسه

معادله ۲

$$Q = \int_{T_i}^{T_m} m C_p dT + m a_m \Delta h_m + \int_{T_m}^{T_f} m C_p dT$$

$$Q = m [C_{ap}(T_m - T_i) + a_m \Delta h_m + C_{ip}(T_f - T_m)]$$

که در آن:

T_m : دمای ذوب ($^{\circ}\text{C}$)

a_m : کسری از جرم ماده که ذوب شده

Δh_m : گرمای ذوب در واحد جرم (J/Kg)

C_{ap} : گرمای ویژه متوسط در فاز جامد (J/Kg $^{\circ}\text{C}$)

C_{ip} : گرمای ویژه متوسط در فاز مایع (J/Kg $^{\circ}\text{C}$)

۳-۴- گرمای ترموشیمیایی

انرژی ترموشیمیایی حرارت منتقل شده در زمان انجام واکنش‌های گرماگیر و گرمازا است. میزان ذخیره انرژی به مقدار ماده ذخیره کننده، گرمای واکنش و میزان تبدیل وابسته است. حرارت ذخیره شده در این روش از معادله ۴ محاسبه می‌شود:

$$Q = a_r m \Delta h_r$$

که در آن:

a_r : کسری از جرم ماده که در واکنش شرکت کرده است

Δh_r : گرمای واکنش گرماگیر (J/Kg)

۵- شرایط اقلیمی شیراز

شهر شیراز در جنوب ایران در عرض ۲۹/۳۲ شمالی و طول ۵۲/۳۶ شرقی قرار گرفته است. ارتفاع ایستگاه هواشناسی فرودگاه شیراز از سطح دریا ۱۴۸۱ متر بوده و بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی کسمایی در گروه اقلیمی ۵ و زیرگروه ۴ قرار گرفته است از

محسوس؛ ذخیره انرژی گرمایی نهان، و ذخیره انرژی به شیوه ترموشیمیایی.

۱-۴- گرمای محسوس

در این روش، ذخیره انرژی با افزایش دمای یک جسم صورت می‌گیرد. انرژی ذخیره شده در این حالت، به ظرفیت گرمایی ذخیره کننده انرژی، تغییر دمای ایجاد شده و جرم ماده ذخیره کننده وابسته است.

گرمای ذخیره شده از این روش طبق معادله ۱ محاسبه می‌شود:

معادله ۱

$$Q = \int_{T_i}^{T_f} m C_p dT = m C_{ap} (T_f - T_i)$$

که در آن:

Q : حرارت ذخیره شده (J)

T_f : دمای ثانویه ($^{\circ}\text{C}$)

T_i : دمای اولیه ($^{\circ}\text{C}$)

m : جرم ماده (m)

C_p : گرمای ویژه (J/Kg $^{\circ}\text{C}$)

C_{ap} : گرمای ویژه متوسط (J/Kg $^{\circ}\text{C}$)

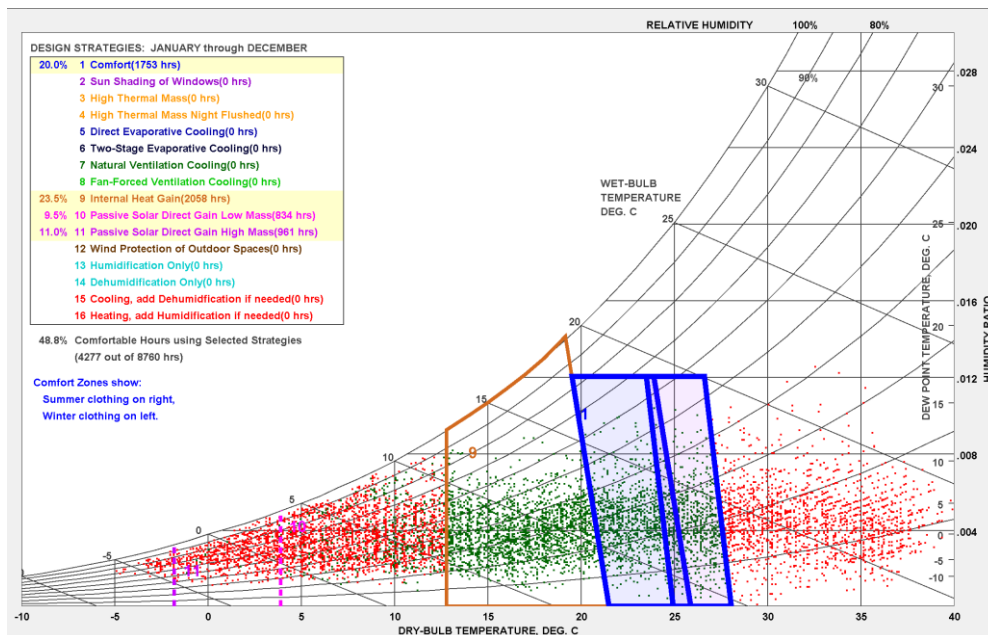
۲-۴- گرمای نهان

در حالت ذخیره سازی به وسیله گرمای نهان، از انرژی جذب شده در خلال تغییر فاز ماده استفاده می‌شود. معادله حرارت ذخیره شده در این شرایط

از معادله ۲ معادله ۳ محاسبه می‌شود:

این شهر نیاز گرمایشی قابل ملاحظه‌ای دارند. بخشی از نمودار زیست اقلیمی تصویر ۲ که با عدد ۱۰ و ۱۱ نمایش داده شده است بازه‌ای را از سال نشان می‌دهد که در آن می‌توان با استفاده از سامانه‌های خورشیدی غیرفعال همچون گلخانه خورشیدی، آسایش حرارتی را تأمین نمود. با توجه به اطلاعات نمودار مذکور، آسایش حرارتی در حدود ۲۰ درصد اوقات سال با استفاده از سامانه‌های غیرفعال خورشیدی قابل حصول است. این میزان تقریباً برابر با ۵۰ درصد کل مصرف انرژی گرمایشی ساختمان است.

این رو دارای زمستان‌های نسبتاً سرد و تابستان‌های گرم و خشک است (کسمایی، ۱۳۷۱). برای این اساس با توجه به تحلیل داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک هواشناسی شیراز در حدود ۶ ماه از سال نیاز به گرمایش فضای داخلی ساختمان وجود دارد. همچنین با توجه به تحلیل نمودار زیست اقلیمی شهر شیراز (با توجه به داده‌های آب و هوایی ساعتی در بازه زمانی سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۸) با وجود آنکه اقلیم شیراز در دسته بندی اقلیمی کسمایی به عنوان منطقه‌ای گرم و خشک معرفی می‌شود، دما در بخش عمده سال زیر دامنه آسایش حرارتی قرار دارد (تصویر ۲). از این رو ساختمان‌های واقع در

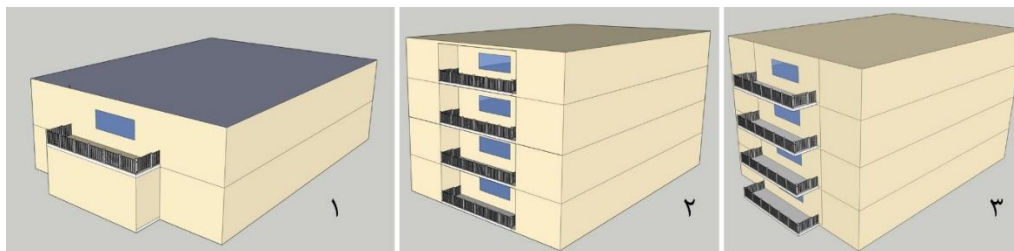


تصویر ۲- نمودار زیست اقلیمی شهر شیراز (ماخذ: نگارندگان)

بالکن، مهتابی و ایوان هستند و به عنوان یک فضای ضروری برای تأمین نیازهای یک واحد مسکونی برای دسترسی به محیط بیرون تلقی می‌شوند. اشکال شماتیک این فضاها در تصویر ۳ دیده می‌شود.

۶- فضای نیمه باز ساختمان به عنوان گلخانه خورشیدی

فضاهای نیمه باز در آپارتمان‌ها مطابق تعریف مبحث چهارم مقررات ملی ساختمان ایران شامل



تصویر ۳- شماتیک سه نوع فضای نیمه باز مرسوم. ۱- مهتابی یا تراس، ۲- ایوان، ۳- باکن (ماخذ: نگارندگان)

با نگاهی به پژوهش‌های پیشین روشن می‌شود که استفاده از سامانه گلخانه خورشیدی به عنوان یکی از راهکارهای غیرفعال مشهور امکان استفاده از گرمای تابشی خورشید را در فصول سرد سال فراهم می‌آورد. پارامترهای موثر در طراحی گلخانه خورشیدی، ابعاد، جهت‌گیری، جنس شیشه، ابعاد پنجره مابین گلخانه و فضای مجاور، سایه‌انداز، تهویه و جرم حرارتی است. از سوی دیگر استفاده از این سامانه در فضای نیمه‌باز واحدهای آپارتمانی واجد محدودیت‌هایی است از جمله: نوع فضای نیمه باز (بالکن، مهتابی و ایوان)، محدودیت در جرم حرارتی کف و وجود جدارهای سایه‌انداز در اطراف فضای نیمه باز. با توجه به اینکه در تحقیقات پیشین نشان داده شده است که جهت جنوبی بهترین بازده را برای گلخانه خورشیدی در نیم کره شمالی زمین و اقلیم مدیترانه‌ای ایجاد می‌کند (Deshpande, 2019)، در تحقیق حاضر با توجه به روشن بودن پاسخ بهینه در این متغیر، از مطالعه مجدد جهت‌گیری گلخانه صرف نظر و محاسبات بر مبنای گلخانه رو به جنوب انجام شده است. بنابراین متغیرها و بازه تغییر هر یک مطابق جدول ۱ در نظر گرفته شده است.

از دیدگاه مصرف انرژی، کنترل انتقال حرارت از فضاهای نیمه‌باز می‌تواند کار دشوار و پرهزینه‌ای باشد. علت این امر وجود پل حرارتی ایجاد شده در محل دال کف آن‌ها است که معمولاً از میان عایق حرارتی جدار ساختمان عبور می‌کند. حذف این پل حرارتی عملیات پیچیده‌ای را طلب می‌کند که حتی در کشورهای اروپایی با توجه به واقعی بودن قیمت انرژی در آن‌ها مقرون به صرفه نیست (Evola, Margani, & Marletta, 2011). اما در کنار این نقطه ضعف وجود چنین فضای نیمه‌بازی مخصوصاً اگر در جهت مناسبی از ساختمان قرار گرفته باشد (جهت جنوبی) این امکان را فراهم می‌آورد تا با پوشش این فضا به وسیله یک جدار شیشه‌ای قابل تهویه از آن به عنوان یک گلخانه خورشیدی استفاده نمود. این موضوع نه تنها مشکل پل حرارتی را در مواقع سرد سال حل می‌کند بلکه موجب جذب انرژی خورشید و کاهش نیاز به مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر برای گرمایش ساختمان‌های امروزی می‌شود (Sansaniwal, Sharma, & Mathur, 2018).

۷- پارامترهای موثر بر جذب انرژی به وسیله گلخانه خورشیدی

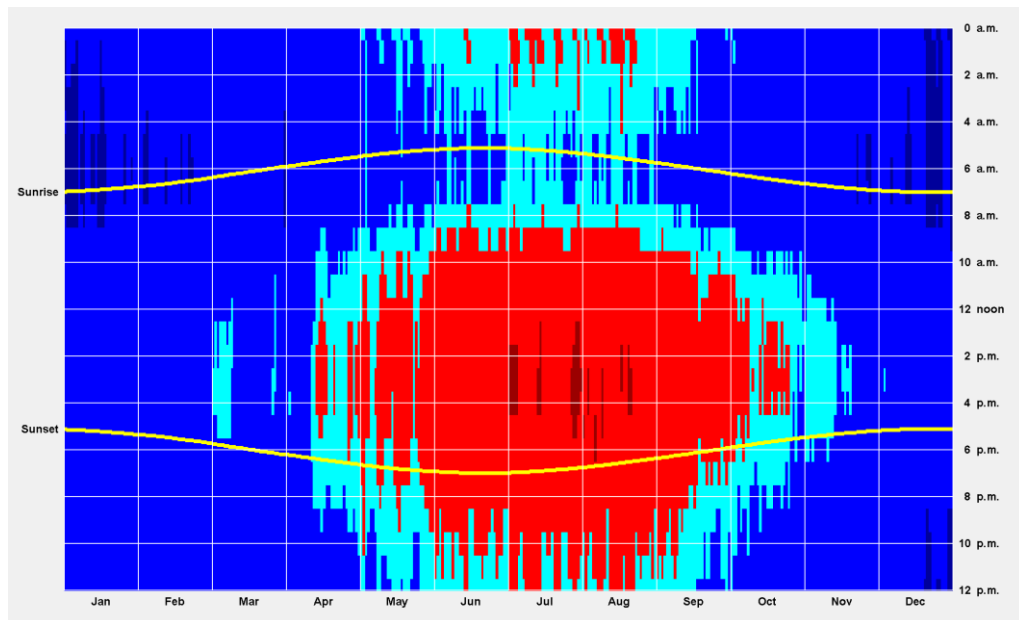
جدول ۱- متغیرهایی که در این پژوهش بهینه‌سازی شده‌اند

متغیر	حداقل	حداکثر	گام تغییر
طول گلخانه	۰ (m)	۷ (m)	۰/۰۵ (m)
عمق گلخانه	۰ (m)	۷ (m)	۰/۰۵ (m)
مساحت پنجره واسط	۰ (m ²)	۲۱ (m ²)	۰/۱ (m ²)
تهویه	۰ (m ³ /s)	۱ (m ³ /s)	۰/۰۰۱ (m ³ /s)

۸- شبیه‌سازی

با توجه به نمودار همدمایی مبتنی بر اطلاعات آب و هوایی ساعتی شیراز، مواقع سرد در بازه زمانی اواخر اکتبر تا اواسط آوریل (مه‌تا فروردین) است (تصویر ۴). بنابراین کلیه شبیه‌سازی‌ها در این بازه انجام شده‌است. معیار آسایش حرارتی در این تحقیق، مدل معرفی شده در استاندارد اشری ۵۵

بوده و بنابراین چنین در نظر گرفته شده‌است که افراد در اوقات سرد سال لباس زمستانه و با ضریب Clo معادل ۱ پوشیده‌اند و فعالیت عمده آن‌ها در حد نشستن و مطالعه کردن است (Met برابر ۱/۱). در این شرایط حد پایین دمای آسایش ۲۰/۳ و حد بالای آن ۲۴/۳ لحاظ شده‌است (ASHRAE, 2010).



تصویر ۴- نمودار همدمایی شهر شیراز (ماخذ: نگارندگان)

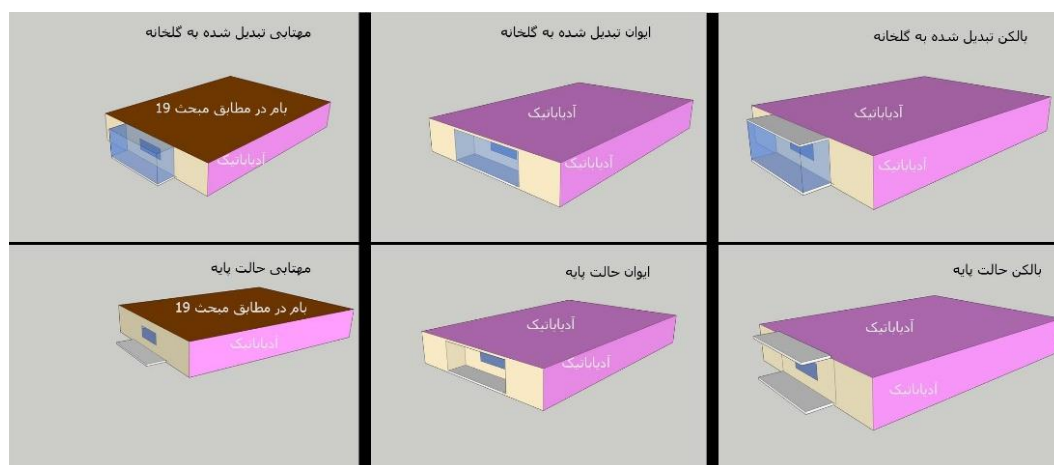
۷-۱- مشخصات فضای شبیه‌سازی شده

مدل‌سازی برای انجام شبیه‌سازی انرژی در نرم‌افزار اسکچ‌آپ نسخه ۲۰۱۷ انجام گرفت؛ سپس با استفاده از افزونه این استودیو نسخه ۲/۹ به منظور

انجام شبیه‌سازی وارد نرم‌افزار انرژی پلاس، نسخه ۹/۲ شد. در این نرم‌افزار فضایی مسکونی (مدل پایه) با ابعاد ۸ × ۱۰ متر و ارتفاع ۲۷۰ سانتیمتر و پنجره‌ای با ابعاد قابل تغییر بر روی دیوار جنوبی

ساختمان باشد. در حالت محاسبه فضای نیمه باز، مهابتی فرض شده است؛ آپارتمان در طبقه فوقانی است و سقف غیر آدیباتیک و دارای عایق حرارتی مطابق با مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است (تصویر ۵).

ساختمان در نظر گرفته شد. به منظور بررسی دقیق تر مسئله تحقیق، به ازای هریک از فضاهای نیمه باز یک مدل پایه مجزا در نظر گرفته شد. برای محاسبه بالکن و ایوان سقف و کف و دیوار شرق و غرب این فضا به صورت آدیباتیک فرض شده است تا مشابه یک واحد آپارتمانی عمومی در طبقات میانی



تصویر ۵- تصاویر حالات پایه و تبدیل فضای نیمه باز به گلخانه خورشیدی (ماخذ: نگارندگان)

می شود و در ماه های گرم لازم است جدار شیشه ای گلخانه باز شود (وجود گلخانه در فصول گرم سال موجب برافروختگی و افزایش مصرف انرژی سرمایه شی خواهد شد)؛ بنابراین در فصول گرم سال ۸۰ درصد جدار خارجی گلخانه باز می شود. پنجره واسط میان گلخانه و فضای داخلی در تمام حالات از نوع دوجداره در نظر گرفته شده و همچنین انتقال حرارت از گلخانه به وسیله تهویه مکانیکی انجام و مقدار بهینه آن محاسبه شده است. در تصویر ۶ مشخصات گزینه های مختلفی که مورد آزمایش قرار گرفته اند آمده است

همچنین با توجه به اینکه در این تحقیق اطلاعات تفکیکی مصرف انرژی فضاهای داخلی ساختمان بررسی نمی شود کل آپارتمان به عنوان یک زون حرارتی در نظر گرفته شده و تأثیر مصرف انرژی بر کل مصرف انرژی ساختمان مورد مطالعه قرار می گیرد. ضلع شمالی ساختمان دارای پنجره ای دوجداره و به اندازه ۳۰ درصد مساحت دیوار شمالی است. دیگر پارامترهای ثابت فضای مورد مطالعه بر اساس جدول ۲ در نظر گرفته شده اند.

جنس جدار شیشه ای گلخانه در دو حالت تک جداره و دوجداره مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه تنها در مواقع سرد سال از گلخانه استفاده

جدول ۲- پارامترهای ثابت مسئله

ارتفاع گلخانه	۲/۷ (m)	مقدار مصرف انرژی تجهیزات داخلی ساختمان	۰/۷ (W/m ²)
ضخامت دال کف گلخانه	۰/۳ (m)	نرخ نشست و نفوذ هوا	۰/۰۱۸(m ³ /s)
ضریب انتقال تابش از شیشه	۰/۹	میزان مصرف انرژی تجهیزات روشنایی	۰/۱ (W/m ²)
ضریب جذب تابش سطوح کدر	۰/۵	ضریب انتقال حرارت جدار ساختمان	۰/۴(W/m ² °C)
ضریب انتقال حرارت شیشه تک جداره	۴(W/m ² °C)	تعداد ساکنین ساختمان	۴
ضریب انتقال حرارت شیشه دو جداره	۱/۵(W/m ² °C)	ضریب انتقال حرارت بام ساختمان در حالت محاسبه مهتابی	۰/۳۶(W/m ² °C)
ضریب گرمای خورشیدی (SHGC) شیشه تک جداره	۰/۸۶	ضریب گرمای خورشیدی (SHGC) شیشه دو جداره	۰/۷۳

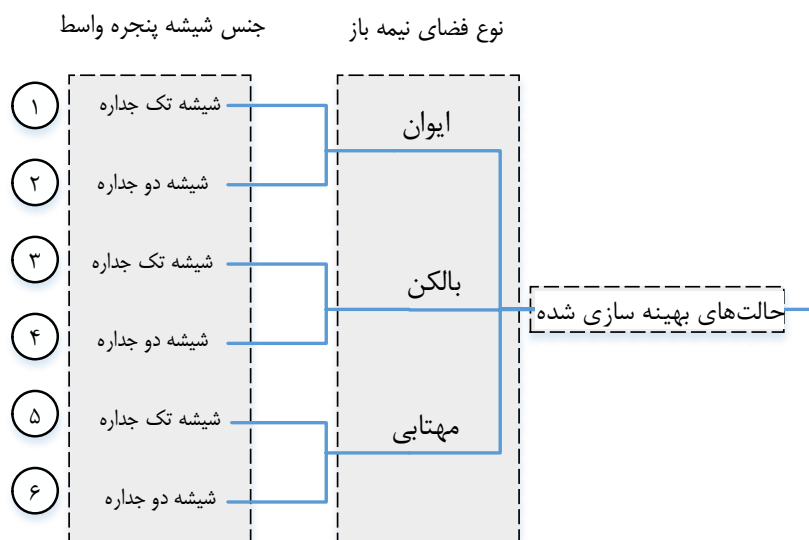
۲-۷- بهینه‌سازی به وسیله الگوریتم ذوب فلزات

الگوریتم ذوب فلزات این قابلیت را دارد که شبیه‌سازی‌ها را در یک فضای مطالعاتی چندبعدی و با هدف تعیین ارتباط مابین پارامترها کنترل نماید. الگوریتم ذوب فلزات در واقع فرایند فیزیکی سرد شدن فلزات با دمای بالا را شبیه‌سازی می‌کند. این الگوریتم با نام‌های الگوریتم تبرید، الگوریتم تدریجی سرد شدن فلزات، الگوریتم بازپخت فلزات، شبیه‌سازی گداخت و شبیه‌سازی حرارت شناخته می‌شود. در زمان سرد شدن فلزات که در دمای بالایی قرار دارند، اتم‌های آن‌ها می‌توانند به ساختارهای بلوری متفاوتی که دارای سطوح انرژی مختلفی هستند برسند. این ساختار بلوری به نرخ سرد شدن فلزات بستگی دارد روند الگوریتم به این ترتیب است که در یک دمای معین، الگوریتم

جنس جدار شیشه‌ای گلخانه در دو حالت تک جداره و دو جداره مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه تنها در مواقع سرد سال از گلخانه استفاده می‌شود و در ماه‌های گرم لازم است جدار شیشه‌ای گلخانه باز شود (وجود گلخانه در فصول گرم سال موجب برافروختگی و افزایش مصرف انرژی سرمایشی خواهد شد)؛ بنابراین در فصول گرم سال ۸۰ درصد جدار خارجی گلخانه باز می‌شود. پنجره واسط میان گلخانه و فضای داخلی در تمام حالات از نوع دو جداره در نظر گرفته شده و همچنین انتقال حرارت از گلخانه به وسیله تهویه مکانیکی انجام و مقدار بهینه آن محاسبه شده است. در تصویر ۶ مشخصات گزینه‌های مختلفی که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند آمده است.

انرژی بیشتر باشد، بر اساس یک تصمیم احتمالی ممکن است این ساختار رد یا تأیید شود (Huang & Niu, 2016).

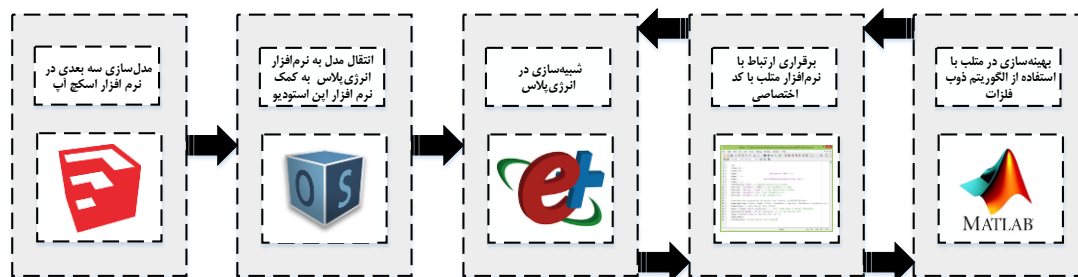
جایگاه یک اتم را به صورت اتفاقی تغییر می‌دهد و میزان تغییر در انرژی سیستم را محاسبه می‌کند؛ اگر مقدار انرژی جدید سیستم از شرایط اولیه کمتر بود ساختار جدید تأیید و پذیرفته می‌شود اما اگر مقدار



تصویر ۶- حالات مختلفی که متغیرهای آن‌ها در این پژوهش بهینه‌سازی شده‌اند (ماخذ: نگارندگان).

در این تحقیق برای انجام شبیه‌سازی از الگوریتم ذوب فلزات موجود در جعبه ابزار نرم‌افزار متلب نسخه ۲۰۱۸ استفاده شد. برای برقراری ارتباط میان نرم‌افزار انرژی پلاس به عنوان موتور شبیه‌سازی با نرم‌افزار متلب به عنوان کنترل‌کننده عملیات بهینه‌سازی، اقدام به نوشتن یک کد اختصاصی در نرم‌افزار متلب شد تا الگوریتم ذوب فلزات در جعبه‌ابزار متلب بتواند پارامترهای مورد نیاز در نرم‌افزار انرژی پلاس را به صورت خودکار کنترل و خروجی‌های آن را دریافت نماید. کد نوشته شده برای این منظور در پیوست ۱ مقاله آمده‌است. سازوکار ارتباط میان نرم‌افزارها در تصویر ۷ نشان داده شده‌است.

در پژوهشی به وسیله ورتمان و همکارانش نشان داده شده این الگوریتم یکی از بهترین انتخاب‌ها برای حل مسائل بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان است. این الگوریتم از نظر کیفیت پاسخ‌های به دست آمده و همچنین سرعت همگرایی، نتایج بهتری را نسبت به الگوریتم ژنتیک از خود نشان داده‌است (Wortmann et al., 2017). برتری الگوریتم ذوب فلزات در تحقیق دیگری توسط وایبل و همکارانش به اثبات رسیده است (Waibel, Wortmann, Evins, & Carmeliet, 2019). این رو می‌تواند انتخاب مناسب‌تری برای مطالعات پارامتری و بهینه‌سازی در رابطه با شبیه‌سازی انرژی در ساختمان باشد.

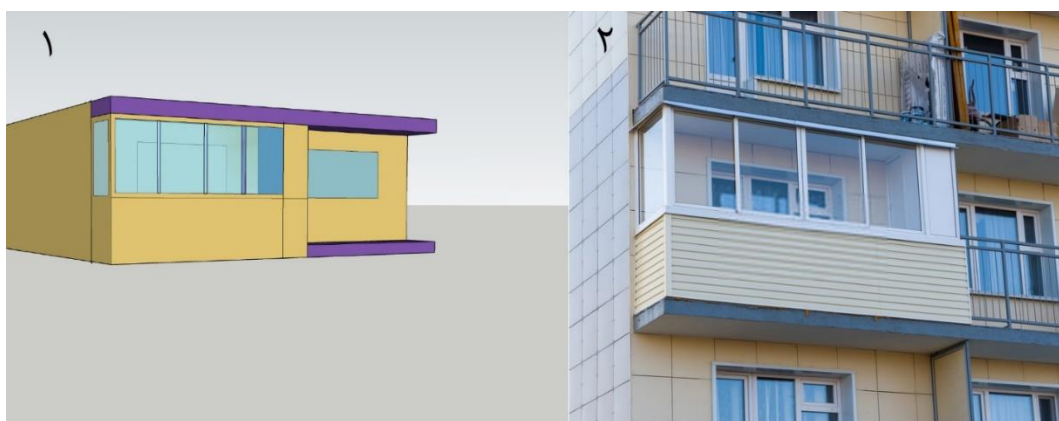


تصویر ۷- سازوکار استفاده از ابزارهای مختلف جهت بهینه‌سازی و شبیه‌سازی (ماخذ: نگارندگان)

۳-۷- اعتبار سنجی مدل

به منظور اعتبار سنجی شبیه‌سازی بر اساس روش "انطباق با یک مدل دیگر" یا (Sargent, COM (2013 ابتدا یک واحد آپارتمانی با ابعاد مشخص و نزدیک به مدل پایه مورد استفاده در این پژوهش شبیه‌سازی شد (تصویر ۸). این واحد آپارتمانی در ضلع جنوبی خود دارای یک بالکن به طول ۴/۴ متر و عمق ۰/۹ متر است. این بالکن با استفاده از شیشه تک جداره و قاب آلومینیومی پوشش داده شد. در قسمت شرقی بالکن بخشی از فضا به طول ۰/۶ متر و

عمق ۰/۹ متر به عنوان کمد از این بالکن کسر شده و به عنوان گلخانه خورشیدی لحاظ نشد. همچنین به ارتفاع ۱/۲ متر از کف بالکن به عنوان جان‌پناه ساندویچ پنل (دولایه ورق فایبرگلاس و یک لایه عایق پلی یورتان در میان این دو، در مجموع به ضخامت ۱۰ سانتی متر و ضریب انتقال حرارت $0.18 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) قرار گرفت. پنجره میان بالکن و آپارتمان از جنس شیشه دوجداره با قاب یوپی وی سی و به ارتفاع ۱/۴ متر و طول ۲ متر است (تصویر ۸ سمت راست).



تصویر ۸- ۱- مدل شبیه‌سازی شده. ۲- تصویر گلخانه واقعی (ماخذ: نگارندگان)

نرم‌افزار اسکچ‌آپ مدل‌سازی و در نرم‌افزار انرژی‌پلاس شبیه‌سازی گردید. دمای داخلی مدل

به مدت ۱۰۰ ساعت (از ۱۷ تا ۲۵ مهر ۱۳۹۸) تغییرات دمای بالکن اندازه‌گیری و ثبت شد. همین مدل نیز در نرم‌افزار این استودیو و با استفاده از

شبهه‌سازی شده و مدل واقعی در تصویر ۹ مقایسه شده‌است. در راهنمای ۱۴ اشری به منظور اعتبارسنجی مدل شبهه‌سازی شده دو معیار با عناوین NMBE و

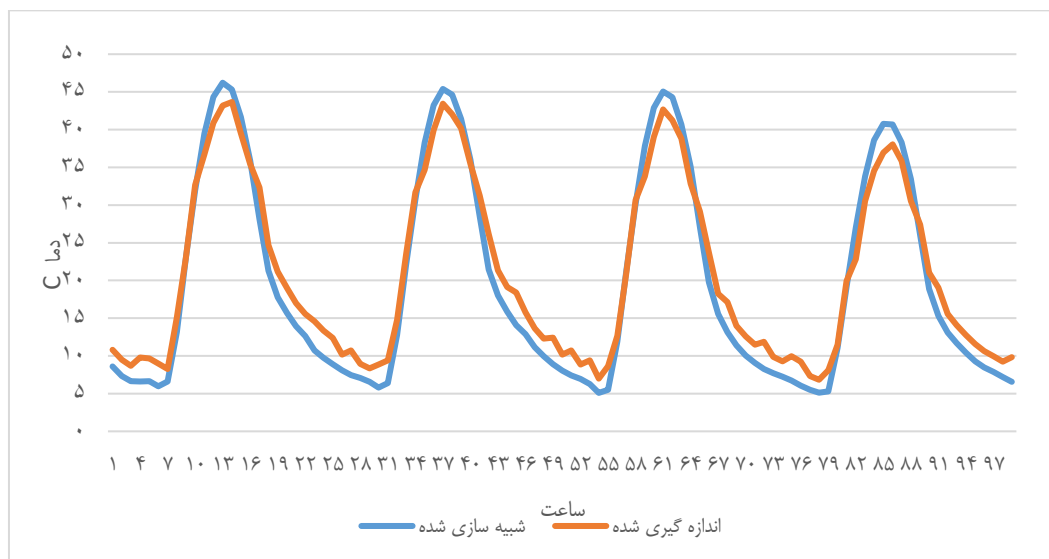
شبهه‌سازی شده و مدل واقعی در تصویر ۹ مقایسه شده‌است. در راهنمای ۱۴ اشری به منظور اعتبارسنجی مدل شبهه‌سازی شده دو معیار با عناوین NMBE و

$$NMBE = \frac{1}{\bar{m}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (m_i - s_i)}{n-p} \times 100 (\%) \quad \text{معادله ۴}$$

$$CV(RMSE) = \frac{1}{\bar{m}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - s_i)^2}{n-p}} \times 100 (\%) \quad \text{معادله ۵}$$

داده‌های ساعتی به ترتیب برابر با ± 10 و 30 است، اعتبار نتایج شبهه‌سازی در این پژوهش تأیید می‌شود. در گام بعد، مدل شبهه‌سازی شده مطابق با مشخصات بخش ۷-۱ تنظیم شد. با توجه به اینکه این تغییر نباید دقت پاسخ نهایی را دچار خدشه نماید، کلیه ساده‌سازی‌ها و تغییرات بر مبنای روش SEM انجام شد تا کمترین تأثیر را بر کیفیت نتایج شبهه‌سازی داشته باشد (Baker et al., 2018).

که در آن‌ها m مقدار اندازه‌گیری شده، s مقدار شبهه‌سازی شده، n تعداد اطلاعات اندازه‌گیری شده و مقدار p با توجه به پیشنهاد راهنمای اشری عدد یک در نظر گرفته شده‌است. عدد بدست آمده از معیار NMBE برابر با $5/8$ و مقدار یافت شده برای معیار $CV(RMSE)$ برابر با $13/34$ است. با توجه به اینکه بر اساس راهنمای ۱۴ اشری حداکثر مقدار NMBE و $CV(RMSE)$ در



تصویر ۹- نمودار مقایسه دمای گلخانه در حالت واقعی و شبهه‌سازی شده (ماخذ: نگارندگان)

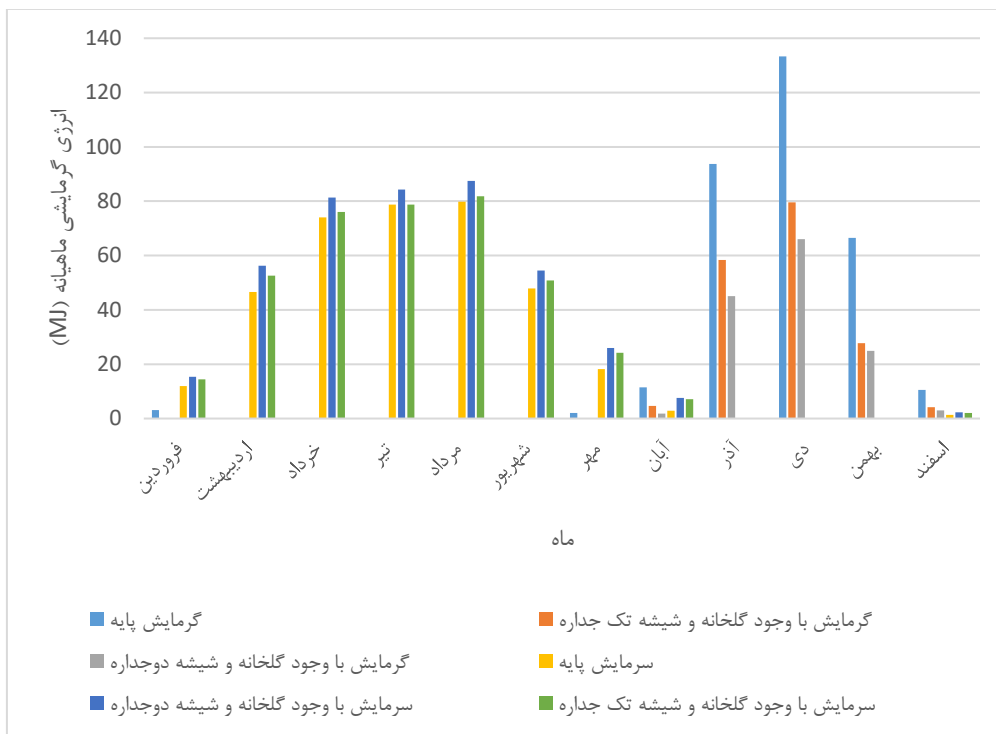
۸- یافته‌های پژوهش

هدف این پژوهش بهینه‌سازی پارامترهای سامانه گلخانه خورشیدی در فضای نیمه‌باز در خانه‌های آپارتمانی با استفاده از الگوریتم ذوب فلزات بوده است. برای نیل به این هدف پارامترهای مجزایی تحت الگوریتم ذوب فلزات به طور همزمان تغییر کرده و نتایج این تغییرات با هدف کاهش مصرف انرژی ساختمان بهینه شدند. با توجه به اینکه مدت زمان بهینه‌سازی نامحدود است و می‌تواند تا بینهایت ادامه پیدا کند، پایان بهینه‌سازی پس از تحقق این دو شرط تنظیم شد: ۱- تغییرات میان ۲۰ شبیه‌سازی پی در پی کمتر از ۰/۰۱ ژول باشد. ۲- حداقل تعداد

شبیه‌سازی ۵۰۰ مرتبه باشد. برای اطمینان از پاسخ بدست آمده برای هر حالت عملیات بهینه‌سازی ۲ بار تکرار شد. در تصویر ۱۰ نمودار مصرف انرژی ماهیانه مربوط به تبدیل ایوان به گلخانه خورشیدی نشان داده شده است. در این نمودار مصرف انرژی مدل پایه با حالتی که ایوان به گلخانه تبدیل شده، دیده می‌شود. تبدیل گلخانه در دو حالت با شیشه تک جداره و دوجداره با یکدیگر مقایسه شده است. در تصاویر تصویر ۱۱ و تصویر ۱۲، این مقایسه برای فضاهای نیمه باز مهتابی و بالکن نمایش داده شده است.



تصویر ۱۰- مقایسه میزان میزان مصرف انرژی ماهیانه در مدل پایه ایوان و تبدیل آن به گلخانه در دو حالت استفاده از شیشه تک جداره و دوجداره (ماخذ: نگارندگان)



تصویر ۱۱- مقایسه میزان مصرف انرژی ماهیانه در مدل پایه مهتابی و تبدیل آن به گلخانه در دو حالت استفاده از شیشه تک جداره و دوجداره (ماخذ: نگارندگان)



تصویر ۱۲- مقایسه میزان مصرف انرژی ماهیانه در مدل پایه بالکن و تبدیل آن به گلخانه در دو حالت استفاده از شیشه تک جداره و دوجداره (ماخذ: نگارندگان)

گلخانه بوده و نمودار سایر نمونه‌های مطالعه شده در پیوست ۲ مقاله آمده است. همبستگی بدست آمده در این تحقیق با استفاده از آزمون کندل تاو ایجاد شده است.

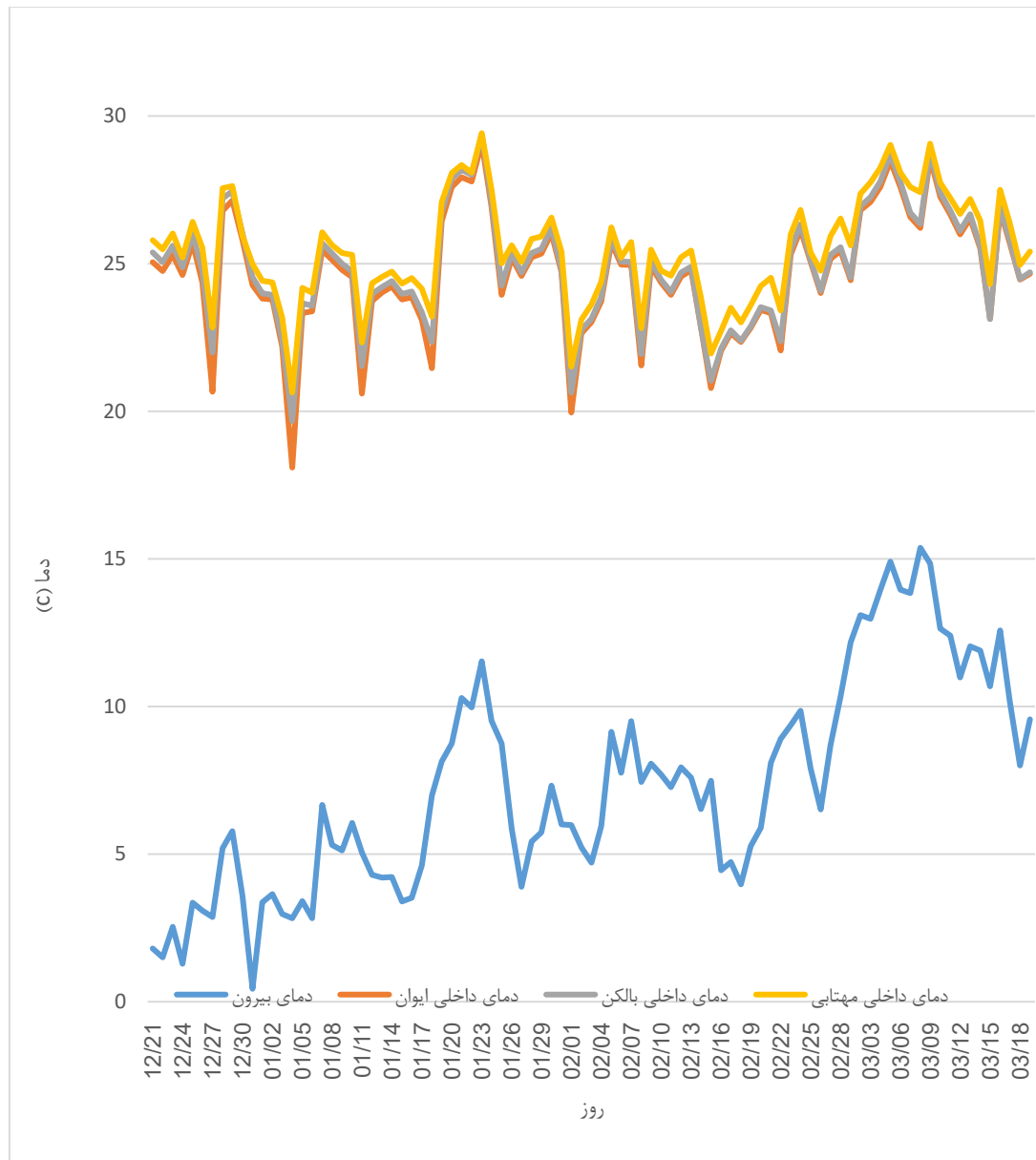
در تصویر ۱۳ نمودار همبستگی پارامترهای بهینه‌سازی شده، شرایطی را نشان می‌دهند که گلخانه خورشیدی با شیشه تک جداره پوشش داده شده است. این نمودار مربوط به تبدیل بالکن به



تصویر ۱۳- نمودار همبستگی پارامترهای تبدیل بالکن به گلخانه (ماخذ: نگارندگان)

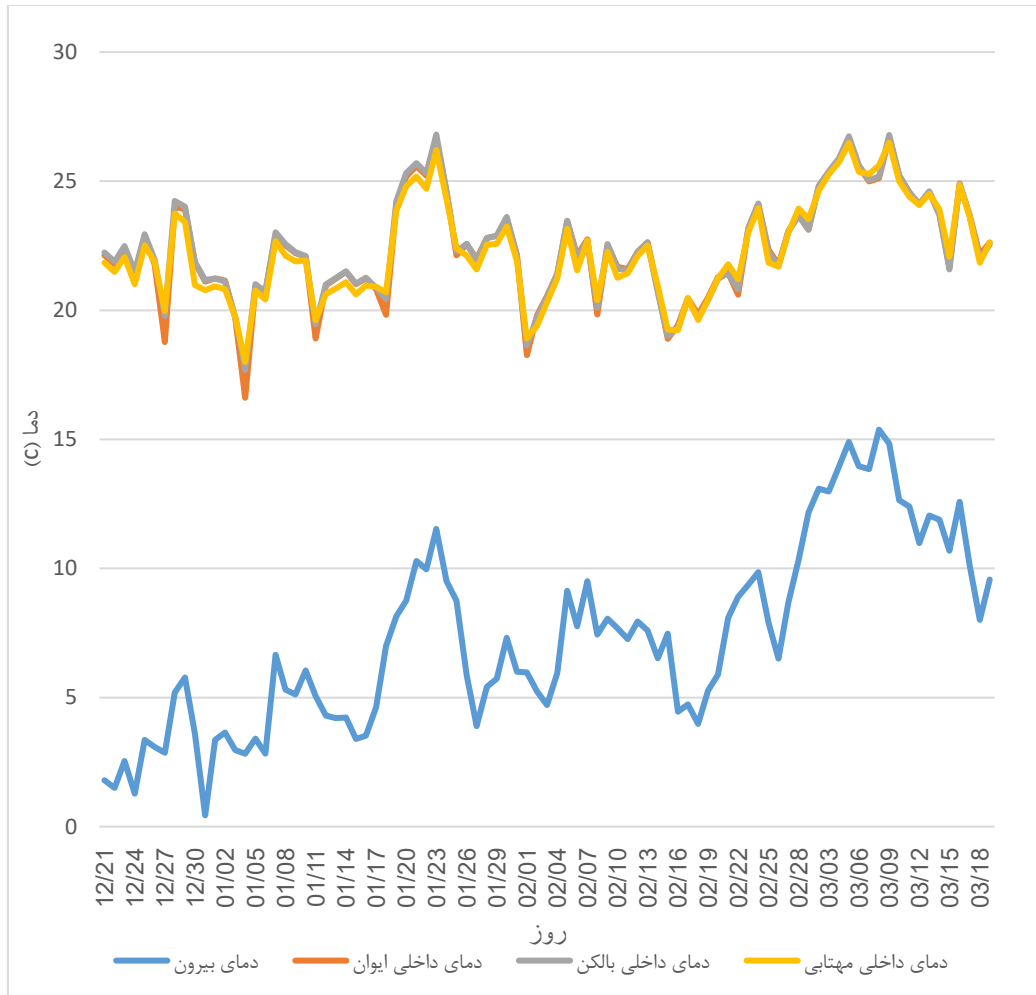
حرارت گلخانه شده و دمای داخلی آن‌ها افزایش یافته است. بدیهی است که با توجه به اینکه فرض شده است پوشش شیشه‌ای گلخانه‌ها در روزهای گرم سال تا ۸۰ درصد برچیده می‌شود، دمای داخلی گلخانه‌ها در آن مواقع با اختلاف کمی نزدیک به دمای بیرون خواهد بود.

در تصاویر ۱۵ و ۱۶ نمودار همبستگی دمایی داخل گلخانه‌ها و محیط بیرون نمایش داده شده و اختلاف دمای داخلی و خارجی در دو حالت استفاده از شیشه دوجداره و تک جداره نمایش داده شده است. همانطور که در تصاویر دیده می‌شود، وجود شیشه دوجداره موجب کاهش اتلاف



تصویر ۱۴- نمودار همبستگی دمایی فضای داخلی گلخانه‌ها و محیط بیرون در زمستان و با پوشش شیشه تک جداره (ماخذ:

نگارندگان)



تصویر ۱۵- نمودار همبستگی دمایی فضای داخلی گلخانه‌ها و محیط بیرون در زمستان و با پوشش شیشه دو جداره (ماخذ: نگارندگان)

بحث در نتایج و یافته‌ها

همانگونه که در نمودارهای مصرف انرژی گرمایشی ملاحظه می‌شود، بیشترین صرفه‌جویی در شرایطی است که پوشش این فضا با استفاده از شیشه دوجداره انجام شده باشد. در این شرایط میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی گرمایشی ساختمان عبارتند از: ۵۴ درصد برای مهتابی، ۴۸ درصد برای بالکن و ۳۱ درصد برای ایوان. با توجه به گشودگی ۸۰ درصدی جدار خارجی گلخانه در مواقع گرم

سال، تأثیر آن بر افزایش مصرف انرژی گرمایشی کمتر از ۱۰ درصد بوده و چندان چشمگیر نیست. مشخصات بهینه به دست آمده برای این شش حالت در جدول ۳ نشان داده شده‌است. همانطور که مشاهده می‌شود با توجه به اینکه در این پژوهش بهینه‌سازی با هدف کاهش مصرف انرژی گرمایشی انجام شده‌است، طول بهینه گلخانه خورشیدی در حداکثر میزان خود بدست آمده‌است؛ به عبارتی از نظر اتلاف حرارت ساختمان، بهتر است کل نمای آن به فضای گلخانه افزوده شود. چراکه این پوشش

علاوه بر جذب حرارت خورشیدی، لایه دیگری بر جدار اصلی ساختمان اضافه می‌کند و از اتلاف انرژی گرمایی ساختمان جلوگیری می‌نماید. بدیهی است که در صورت ورود متغیرهای دیگر همچون هزینه تمام شده، زیربنای مفید و وضعیت حرارتی تابستانی، پاسخ به دست آمده متفاوت خواهد بود.

جدول ۳- وضعیت متغیرها در حالت بهینه

نرخ بهینه تهویه میانگین (m^3/s)	مساحت بهینه پنجره (m^2)	عمق بهینه گلخانه (m)	طول بهینه گلخانه (m)	نوع فضای نیمه باز و جنس شیشه پوشش دهنده
۰/۱۶۸	۴/۸	۱/۸۵	۷	مهتابی با پوشش شیشه تک جداره
۰/۱۱۳	۴/۱	۱/۱۵	۷	ایوان با پوشش شیشه تک جداره
۰/۰۸۹	۴/۴	۱/۵۰	۷	بالکن با پوشش شیشه تک جداره
۰/۲۳	۵/۲	۲/۲۵	۷	مهتابی با پوشش شیشه دو جداره
۰/۱۷۵	۴/۷	۱/۶۰	۷	ایوان با پوشش شیشه دو جداره
۰/۱۴۳	۴/۹	۱/۹۵	۷	بالکن با پوشش شیشه دو جداره

گلخانه و تهویه با ضریب اطمینان ۰/۹۹ همبستگی ۰/۳ دارند.

در رابطه با میزان همبستگی متغیرهای مستقل و متغیر وابسته، تصویر ۱۳ نشان می‌دهد که میان متغیر میزان مصرف انرژی گرمایشی آپارتمان (متغیر وابسته) با طول گلخانه ضریب همبستگی غیر مستقیم ۰/۵، با متغیر عمق گلخانه همبستگی غیر مستقیم ۰/۱، با متغیر مساحت پنجره همبستگی مستقیم ۰/۲۱ و با متغیر تهویه همبستگی غیر مستقیم ۰/۶۳ وجود دارد.

نتیجه گیری

با توجه به مطالعات انجام شده، در اقلیم گرم و خشک به دلیل وجود زمستان‌های سرد بخش زیادی

همچنین در زمینه رابطه میان متغیرها، نتایج یافته‌ها در مورد فضای نیمه باز بالکن نشان می‌دهد که بیشترین میزان همبستگی مربوط به دو متغیر مستقل طول و عمق گلخانه است که با ضریب اطمینان ۰/۹۹ و ضریب همبستگی مستقیم ۰/۷۲ است. بین دو متغیر مستقل تهویه و مساحت پنجره با ضریب اطمینان ۰/۹۹ ضریب همبستگی غیرمستقیم ۰/۲۴ ثبت شده است. بین دو متغیر مستقل طول گلخانه و تهویه با ضریب اطمینان ۰/۹۹ همبستگی مستقیم ۰/۴۹ به چشم می‌خورد. دو متغیر مستقل عمق

به دست آمده است. با توجه به روابط همبستگی به - دست آمده، متغیر طول گلخانه و تهویه بیشترین اثر را در مصرف انرژی گرمایشی ساختمان دارد. از آنجا که افزایش طول گلخانه موجب افزایش دریافت انرژی خورشیدی می‌شود، با گسترش طول گلخانه (در تناسب با سایر متغیرهای وابسته همچون عمق و مساحت پنجره) می‌توان به صرفه‌جویی بیشتری در مصرف انرژی ساختمان رسید. این موضوع در طراحی آپارتمان‌های مسکونی به معنی افزایش هرچه بیشتر عرض بالکن و سایر فضاهای نیمه باز است. همچنین میزان تهویه (انتقال هوای گرم گلخانه به داخل ساختمان) اثر چشمگیری بر مصرف انرژی گرمایشی دارد. هرچند مقدار تهویه، دارای حد بهینه‌ای است که وابستگی بیشتری به سایر متغیرها دارد؛ به گونه‌ای که افزایش بیش از حد تهویه می‌تواند مصرف انرژی گرمایشی را افزایش دهد. از این رو لازم است بسته به شرایط ساختمان مقدار آن بهینه شود.

از انرژی مصرفی ساختمان مربوط به تأمین گرمایش است. از این رو استفاده از سامانه‌های خورشیدی همچون گلخانه خورشیدی می‌تواند به کاهش مصرف انرژی در این اقلیم کمک شایانی نماید. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد که تبدیل فضای نیمه باز جنوبی در ساختمان‌های آپارتمانی امروزی به گلخانه خورشیدی می‌تواند بخش قابل توجهی از مصرف انرژی گرمایشی ساختمان را در شهر شیراز، کاهش دهد. دستاوردهای این پژوهش نشان می‌دهد که تبدیل فضای نیمه‌باز به گلخانه خورشیدی در صورتی که از شیشه دوجداره به عنوان پوشش استفاده شود، می‌تواند کاهش بین ۳۱ تا ۵۴ درصد (بسته به نوع فضای نیمه باز) در مصرف انرژی سرمایشی ساختمان مورد مطالعه ایجاد نماید. همچنین در این پژوهش رابطه همبستگی میان چهار متغیر: طول گلخانه، عمق گلخانه، مساحت پنجره و تهویه، در کاهش مصرف انرژی گرمایشی ساختمان

پی نوشت

- 1- Validity
- 2- Validation
- 3- test-retest
- 4- Reliability

منابع

- دفتر مقررات ملی ساختمان. (۱۳۹۲). *مقررات ملی ساختمان ایران مبحث چهارم الزامات عمومی ساختمان* (ویراست دوم). تهران: توسعه ایران.
- گیلانی، ارا و محمد کاری، هر روز. (۱۳۹۰). *بررسی عملکرد گرمایشی گلخانه‌های خورشیدی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم سرد نمونه موردی: شهر اردبیل*. مهندسی مکانیک مدرس (فنی و مهندسی مدرس).
- کسمایی، رضی. (۱۳۷۱). *بهینه‌بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی*. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. مقدسی حمد مهدی؛ حیدری، شاهین؛ شاهچراغی، آزاده و دانشجو، خسرو. (۱۳۹۶). *ارزیابی مدل بهینه گلخانه خورشیدی در ساختمان‌های مسکونی اقلیم معتدل و سرد کشور (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)*. مدیریت شهری، ۴۵، ۴۸۹-۵۰۶. مهدوی‌نژاد، محمدجواد؛ طاهباز، منصوره و دولت‌آبادی، مهناز. (۲۰۱۶). *بهینه‌سازی تناسبات و نحوه استفاده از رف نور در معماری کلاس‌های آموزشی*. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، ۲۱(۲)، ۸۱-۹۲.

- Allesina, G., Ferrari, C., Muscio, A., & Pedrazzi, S. (2019). Easy to implement ventilated sunspace for energy retrofit of condominium buildings with balconies. *Renewable Energy*, *141*, 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.037>
- Asa'd, O., Ugursal, V. I., & Ben-Abdallah, N. (2019, December 1). Investigation of the energetic performance of an attached solar greenhouse through monitoring and simulation. *Energy for Sustainable Development*, Vol. 53, pp. 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2019.09.001>
- ASHRAE. (2010). *Standard 55-2010: Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta: Ashrae.
- ASHRAE. (2014). Guideline 14-2014. In *Measurement of energy, demand, and water savings*.
- Baker, C., Goel, S., Wang, N., Rosenberg, M., Wolf, D., & Henderson, and P. (2018). A SIMPLIFIED ENERGY MODELING APPROACH FOR BUILDINGS. *Building Performance Analysis Conference and SimBuild*. Chicago, IL.
- Deshpande, J. (2019). Improving Building Technologies With a Sustainable Strategy. In *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11310-4>
- Evola, G., Margani, G., & Marletta, L. (2011). Energy and cost evaluation of thermal bridge correction in Mediterranean climate. *Energy and Buildings*, *43*(9), 2385–2393. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.05.028>
- Huang, Y., & Niu, J. L. (2016). Optimal building envelope design based on simulated performance: History, current status and new potentials. *Energy and Buildings*, *117*, 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.025>
- Judkoff, R. D., & Neymark, J. (2004). Standard method of test for the evaluation of building energy analysis computer programs. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.*
- Lu, S., Tong, H., & Pang, B. (2018). Study on the coupling heating system of floor radiation and sunspace based on energy storage technology. *Energy and Buildings*, *159*, 441–453. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.027>
- Meroni, I., Scamoni, F., Tirloni, P., Pollastro, C., & Lacci, R. (1991). Experimental analysis of the energy performance of a passive attached sunspace. *Solar Energy*, *47*(5), 329–332. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(91\)90025-R](https://doi.org/10.1016/0038-092X(91)90025-R)
- Mihalakakou, G., & Ferrante, A. (2000). Energy conservation and potential of a sunspace: Sensitivity analysis. *Energy Conversion and Management*, *41*(12), 1247–1264. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(99\)00178-8](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(99)00178-8)
- Sansaniwal, S. K., Sharma, V., & Mathur, J. (2018, February 1). Energy and exergy analyses of various typical solar energy applications: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 82, pp. 1576–1601. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.003>
- Sargent, R. G. (2013). Verification and validation of simulation models. *Journal of Simulation*, *7*(1), 12–24. <https://doi.org/10.1057/jos.2012.20>
- Suárez López, M. J., Castro, S. S., Manso, A. N., & Marigorta, E. B. (2020). Heat collection in an attached sunspace. *Renewable Energy*, *145*, 2144–2150. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.07.137>
- Talaei, M., Mahdavinjad, M., Zarkesh, A., & Motevali Haghghi, H. (2017). A Review on Interaction of Innovative Building Envelope Technologies and Solar Energy Gain. *Energy Procedia*, *141*, 24–28. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.006>
- Ulpiani, G., Summa, S., & di Perna, C. (2019). Sunspace coupling with hyper-insulated buildings: Investigation of the benefits of heat recovery via controlled mechanical ventilation. *Solar Energy*, *181*, 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.01.084>
- Waibel, C., Wortmann, T., Evins, R., & Carmeliet, J. (2019). Building energy optimization: An extensive benchmark of global search algorithms. *Energy and Buildings*, *187*, 218–240. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.01.048>
- Wang, W., Yuan, M., Li, Y. Z., & Li, C. (2019). Numerical investigation on the impact of an on-top sunspace passive heating approach for typical rural buildings in northern China. *Solar Energy*, *186*, 300–310. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.05.013>
- Wortmann, T., Waibel, C., Nannicini, G., Evins, R., Schroeffer, T., & Carmeliet, J. (2017). Are genetic algorithms really the best choice for building energy optimization? *Simulation Series*, *49*(11), 41–48. <https://doi.org/10.22360/simaud.2017.simaud.006>

پیوست ۱

کد نوشته شده در نرم‌افزار متلب جهت اتصال آن به نرم‌افزار انرژی پلاس:

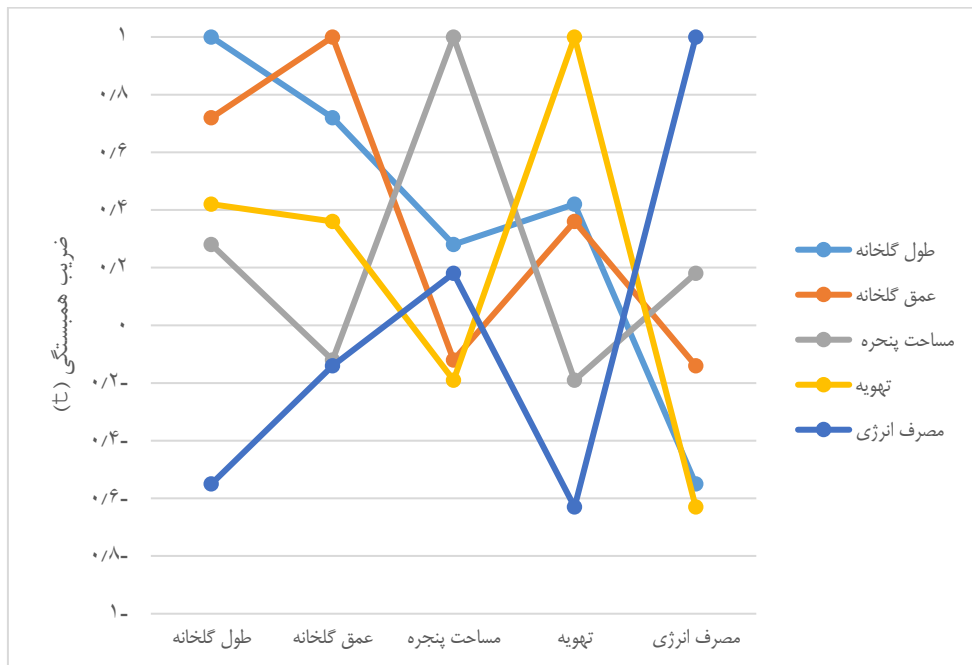
```

clear;
clc;
close all;
% Generating random number between 0 to 1
a=0;
b=1;
r = a + (b-a).*rand(100,1);
rand=r(1,1);
fidInFile = fopen('test2.idf','r');      %# Open input file for reading
fidOutFile = fopen('test3.idf','w');     %# Open output file for writing
nextLine = fgets(fidInFile);            %# Get the first line of input
while nextLine >= 0                      %# Loop until getting -1 (end of file)
    if (strfind(nextLine,'Material,') ~= 0
        fprintf(fidOutFile,'%s',nextLine);
        nextLine = fgets(fidInFile);     %# Get the first line of input
        if strfind(nextLine,'Wall Insulation [40],') ~= 0
            fprintf(fidOutFile,'%s',nextLine);    %# Write the line to the output file
            nextLine = fgets(fidInFile);         %# Get the next line of input
            fprintf(fidOutFile,'%s',nextLine);    %# Write the line to the output file
            fgets(fidInFile);                    %# Get the next line of input
            aaa = sprintf(' %f,    !- Thickness {m}\r\n', rand) ;
            fprintf(fidOutFile,'%s',aaa);        %# Write the line to the output file
            nextLine = fgets(fidInFile);        %# Get the next line of input
        else
            fprintf(fidOutFile,'%s',nextLine);    %# Write the line to the output file
            nextLine = fgets(fidInFile);        %# Get the next line of input
        end
    end
else
    fprintf(fidOutFile,'%s',nextLine);    %# Write the line to the output file
    nextLine = fgets(fidInFile);        %# Get the next line of input
end
end
fclose(fidInFile);                      %# Close the input file
fclose(fidOutFile);
%delete sample.txt file(original text file)
delete('test2.idf');
%rename newsample.txt to sample.txt
file = dir('test3.idf');
[~, f,ext] = fileparts(file.name);
rename = strcat('test2',ext) ;
movefile(file.name, rename);
% Add Eplus path
system('C:\EnergyPlusV9-2-0\energyplus.exe -w IRN_Shiraz_Airport.Intl.AP.407540_ITMY.epw
Model.idf');
%copy and rename .eso file
copyfile eplusout.eso eplusout2.eso;
%change extension (eso to csv)
files=dir('eplusout2.eso');
for i=1:length(files)
    filename=files(i).name;
    [pathstr, name, ext] = fileparts(filename);
    movefile(filename, fullfile(pathstr, [name '.csv']))
end
%rename eplusout2.csv to eplusout.csv
file = dir('eplusout2.csv');

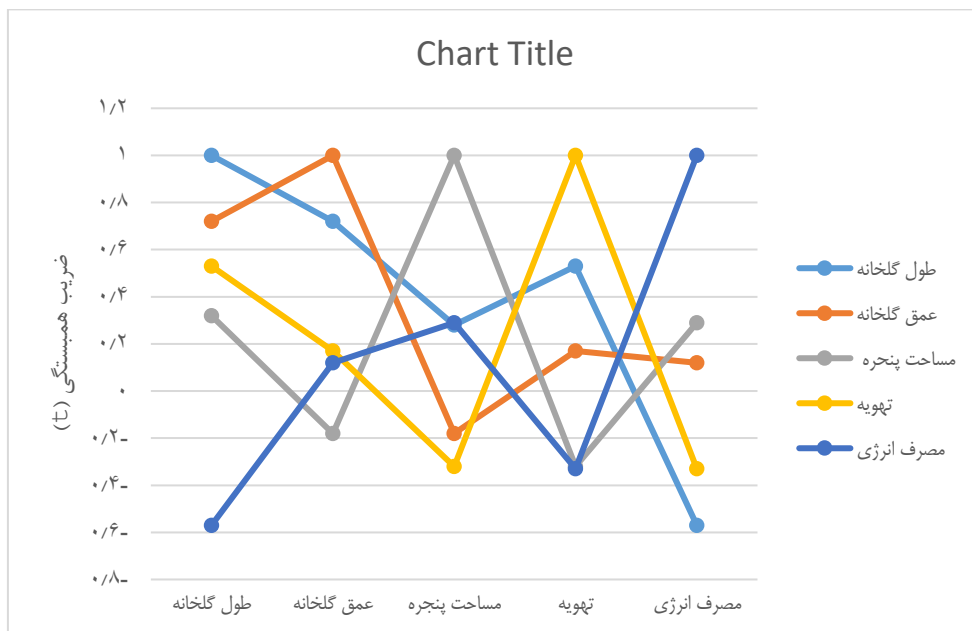
```

```
[~, f, ext] = fileparts(file.name);
rename = strcat('eplusout', ext) ;
movefile(file.name, rename);
Dataset = datenum(xlsread('eplusout.csv'));% open file in matlab
selectedData=Dataset(:,(1:2));%select first 2 columns
%select rows with 155 and sum them
new=[];
s = size(selectedData,1);
n=1;
for m=1:s
    if selectedData(m,1)==155
        new(n,:)=selectedData(m,:);
        n=n+1;
    end
end
sum=sum(new(:,2));
clearvars -except rand sum; %clear workspace except rand and sum
clc; %clear Command Window
%Print the results in Command Window
fprintf('The value of Rand is: %f',rand);
fprintf('\n');
fprintf('The value of Sum is: %f',sum);
fprintf('\n');
%delete energyplus files
delete('eplusout.audit');
delete('eplusout.bnd');
delete('eplusout.csv');
delete('eplusout.eio');
delete('eplusout.end');
delete('eplusout.err');
delete('eplusout.eso');
delete('eplusout.mdd');
delete('eplusout.mtd');
delete('eplusout.mtr');
delete('eplusout.rdd');
delete('eplusout.shd');
delete('eplusout.sql');
delete('eplustbl.htm');
delete('sqlite.err');
```

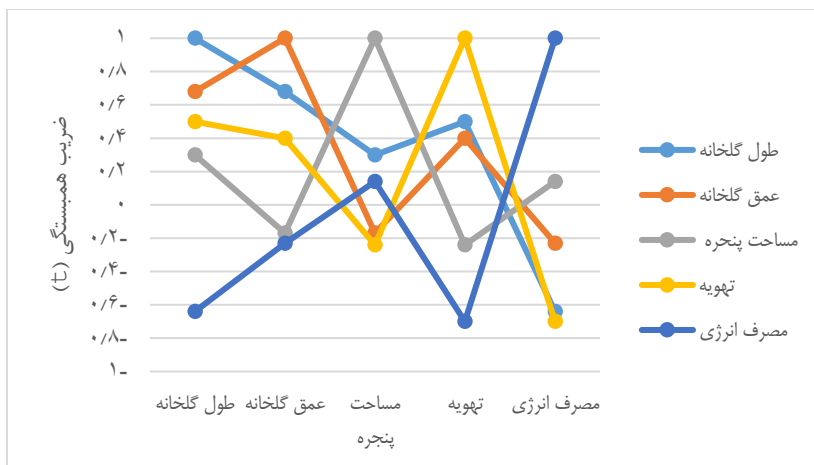
سایر نمودارهای همبستگی میان متغیرها



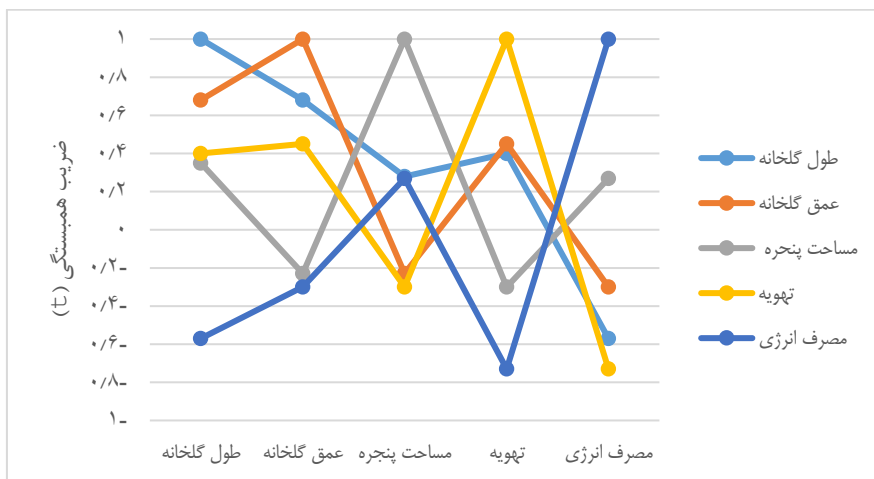
تصویر ۱۶- نمودار همبستگی پارامترهای تبدیل مهتابی به گلخانه با پوشش شیشه تک جداره (ماخذ: نگارندگان)



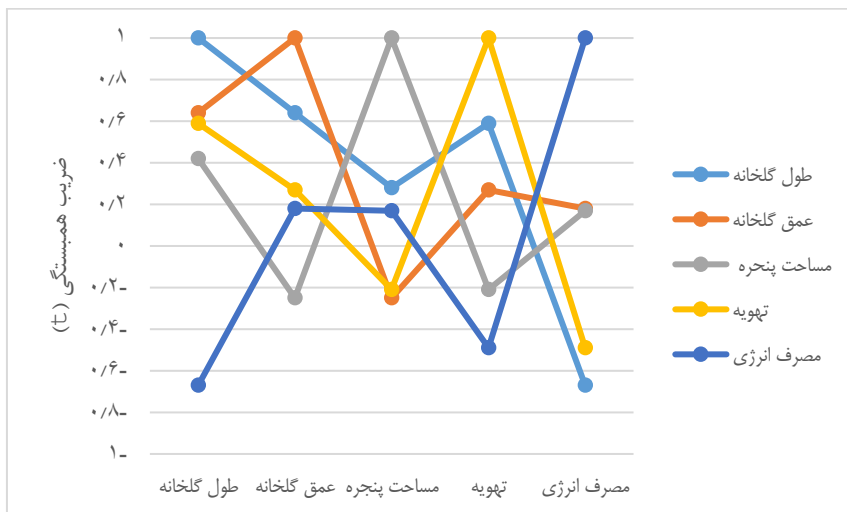
تصویر ۱۷- نمودار همبستگی پارامترهای تبدیل ایوان به گلخانه با پوشش شیشه تک جداره (ماخذ: نگارندگان)



تصویر ۱۸- نمودار همبستگی پارامترهای تبدیل مهبتابی به گلخانه با پوشش شیشه دو جداره (ماخذ: نگارندگان)



تصویر ۱۹- نمودار همبستگی پارامترهای تبدیل بالکن به گلخانه با پوشش شیشه دو جداره (ماخذ: نگارندگان)



تصویر ۲۰- نمودار همبستگی پارامترهای تبدیل ایوان به گلخانه با پوشش شیشه دو جداره (ماخذ: نگارندگان)

Original Research Article

Optimization of Semi-Open Spaces of Apartment Houses to Become a Sunspace Using Simulated Annealing AlgorithmVahid Bakhtyari^{1*}, Rima Fayaz²

1- PhD Student, Faculty of Architecture and Urbanism, University of Art, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Faculty of Architecture and Urbanism, University of Art, Tehran, Iran

Abstract

Improving thermal comfort in buildings is one of the important issues that is emphasized in today's buildings. Given the growth in energy consumption, saving resources in buildings is an indispensable necessity. Optimal use of free solar energy on the one hand provides a favourable environment for the occupants of the building and on the other hand reduces the building energy consumption in cold months of the year. Since the overall trend of residential construction in Iran has led to the development of apartment units, Applying climate solutions that can be used in such buildings is an important need that is getting less attention these days. The use of semi-open spaces such as balconies, terraces and porchs in apartment units is emphasized by the National Building Regulations of Iran and is widely used in contemporary buildings. When cleverly designed, these spaces can be converted to a sunspace to be used as a passive system for the absorption and utilization of solar energy. The purpose of this study is to use artificial intelligence and algorithmic optimization to find the optimal dimensions, form and properties of semi-open spaces in warm and dry climates in Iran, to transform them into a sunspace to be used in cold months of the year. The research method in this study is simulation and logical reasoning. To reach this goal, a residential space in Shiraz was simulated, and then the parameters of the semi-open space (dimensions, indoor window area, semi-open space type, glass type and ventilation) were investigated in order to convert it into a sunspace. Then the optimal conditions of each of these parameters for the city of Shiraz were determined. The results show that such a space can optimally reduce up to 54% of the building's heating energy consumption and the best results came from terraces using double glazing cover.

Keywords: Multi-objective Optimization, Sustainable Architecture, simulated annealing algorithm, Energy Saving, sunspace, Semi-open Space

*Email: Vahid.bakhtyari@gmail.com

مقاله پژوهشی

کارایی ادراکی نور روز: یک مطالعه مروری ساختاریافته از نقش الگوهای انتشار نور روز بر ادراکات ساکنان در فضاهای داخلی

سهراب رضایی^۱، علی شرقی^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، تهران، ایران

۲- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران، تهران، ایران

(دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۷، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱)

چکیده

کارایی ادراکی نور روز معطوف به ارزیابی نور روز در سطح چشم انسان و رابطه آن با نیازهای روان‌شناختی (حالات و روحیات) و به تبع آن تجربه فضایی ساکنان است که خود از معیارهای معمارانه جداره‌های نور گذر و یا نمای ساختمان که الگوهای متفاوتی از انتشار نور در فضای داخلی را شکل می‌دهند، تأثیر می‌پذیرد؛ علی‌رغم این تأثیرپذیری، به نظر می‌رسد معماران از اثرات ادراکی این الگوها در فضای داخلی ساختمان‌ها به شکل نظام‌مند، روشن و دقیق مطلع نیستند. این تحقیق با مرور ساختاریافته پژوهش‌های پیشین؛ به دنبال تبیین رابطه بین الگوهای متفاوت انتشار نور روز برآمده از مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر (متغیر مستقل) و ادراکات ساکنان (متغیر وابسته) در فضاهای داخلی و شناسایی روش‌ها و ابزارهای قابل اتکا برای سنجش، کمی‌سازی و پیش‌بینی رابطه بین این دو و در نهایت تبیین خلاءهای پژوهشی مرتبط با موضوع تحقیق است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ادراکات افراد از طریق دو بعد خوشایندی و برانگیختگی احساسات قابل تبیین است که محققان جهت ارزیابی این دو بعد از روش‌های متفاوت ارزیابی ذهنی مبتنی بر استخراج داده‌های خودگزارشی از طریق ابزار پرسش‌نامه و ارزیابی عینی بر پایه استخراج داده‌های فیزیولوژیکی و مشاهده‌ای برآمده از شبکه‌های حسگر بدن انسان (BSN) در محیط واقعیت مجازی (VR) بهره برده‌اند. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهند که شاخص تضاد فضایی اصلاح‌شده (mSC) برای سنجش تضاد تیرگی و روشنی، شاخص حجم تصویر فشرده‌سازی شده در قالب JPEG و شاخص تشخیص میزان لبه PNG-PERIM8 جهت سنجش سطح پیچیدگی تصاویر، قابل اتکاترین شاخص‌های کمی تصویر مبنای پیش‌بینی اثرات ادراکی نور روز و شاخص طیف دامنه فوریه دو بعدی (FFT2) در پیش‌بینی اثرات ادراکی سایر محرک‌های بصری هستند. در مجموع می‌توان بیان داشت که دستاورد این تحقیق می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری طیف گسترده‌ای از مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش در آینده شود.

کلید واژه‌ها: نور روز، ادراک، واقعیت مجازی، ارزیابی ذهنی، ارزیابی عینی

*- نویسنده مسئول: Email: sharghi@sru.ac.ir

این مقاله در راستای پایان‌نامه دکتری نویسنده اول با عنوان "تبیین رابطه هندسه الگوهای انتشار نور روز و ادراکات حسی ساکنان در ساختمان‌های مسکونی" است که با راهنمایی نویسنده دوم در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی در حال انجام است.

پرسش‌های پژوهش

- ۱- چه رابطه‌ای بین الگوهای متفاوت انتشار نور روز و ادراکات ساکنان وجود دارد؟
- ۲- روش‌ها و ابزارهای قابل اتکا جهت سنجش، کمی‌سازی و پیش‌بینی رابطه بین این دو کدامند؟
- ۳- خلاءهای پژوهشی مرتبط با موضوع تحقیق چیست؟

۱- مقدمه

نور روز ماهیتی پویا و متغیر دارد که می‌تواند بر مبنای معیارهای طراحی جداره‌های نور گذر (نمای ساختمان) به‌ویژه هندسه آن، الگوها و ریتم سایه و روشن متفاوتی را در فضای داخلی شکل دهد و بر مبنای موقعیت جغرافیایی ساختمان، زمان، نوع فعالیت‌های فضا، موقعیت و زاویه دید ناظر در فضا و شرایط آسمان ابری یا صاف، ادراکات و یا حس و حال متفاوتی را در ساکنان ترغیب و در کل تجربه فضایی متفاوتی را برای آن‌ها ایجاد نماید (Abboushi et al, 2019; Andersen, 2015, Chamilothori et al, 2019; Moscoso et al, 2017b; rockastle et al, 2020). با این حال، به نظر می‌رسد که ساختمان‌های امروزی تا سطح مطلوبی ساکنان را از تأثیرات ادراکی نور روز در فضاهای داخلی بهره‌مند نمی‌سازند که این امر می‌تواند ریشه در سه رویکرد اصلی مشهود و چالش-برانگیز پیش‌گرفته شده از جانب معماران در طراحی جداره‌های نور گذر ساختمان‌های امروزی داشته باشد.

در رویکرد اول، جداره‌های نورگذر ساختمان‌ها فاقد طراحی به‌خصوصی بوده و بازشوها تماماً در معرض نور مستقیم هستند که این امر سبب می‌شود

ساکنان آن‌ها عمدتاً جهت جلوگیری از ورود گرمای بیش از حد، پرهیز از خیرگی و حفظ حریم با کشیدن سایبان‌های داخلی (پرده‌ها) مانع نفوذ نور روز به فضای داخل شوند و دغدغه‌ای هم برای ورود نور روز به فضای داخل نداشته باشند. در رویکرد دوم، تمرکز طراحان صرفاً بر حیطه بهره‌وری انرژی و شاخص‌های کمی نور روز چون تعیین حد مطلوب روشنایی و پرهیز از خیرگی به‌منظور انجام فعالیتی خاص (سطح کار) و یافته‌های پژوهش‌های مرتبط با آن‌ها که عمدتاً حضور انسان در فضا را نادیده گرفته و به‌شکل دو بعدی (صفحه‌ای) ارزیابی می‌شوند، معطوف است؛ از این رو به‌تبع اغلب راهکارهای برآمده از این پژوهش‌ها، طراحی جداره‌ها به‌گونه‌ای است که به شکل قابل ملاحظه‌ای، نفوذ مستقیم نور روز به فضای داخلی را به‌ویژه به جهت پرهیز از خیرگی و گرمای بیش از حد محدود می‌سازد. آنچه که از پیامد این دو رویکرد برمی‌آید، به مغفول ماندن طراحان از قابلیت‌های بالقوه نور روز در ایجاد تنوع و جذابیت بصری و بهبود حس و حال فضای داخلی و به‌تبع آن بهبود تجربه فضایی ساکنان و یا به بیانی دیگر کارایی ادراکی نور روز منتج می‌شود که می‌تواند یک‌نواختی و کسل‌کننده شدن فضای داخلی را به‌همراه داشته باشد. در رویکرد سوم، معماران می‌کوشند که در طراحی جداره‌ها به نیازهای روان‌شناختی ساکنان چون تأثیرات ادراکی نور روز (کیفی)، دید و منظر و حریم در فضای داخلی و مسائل زیباشناختی از نمای بیرونی ساختمان توأمان با نیازهای جسمانی و شاخص‌های کمی نور روز بپردازند؛ از این رو، به بهره‌گیری از

این تحقیق با مرور ساختاریافته پیشینه موضوع و توصیف و تحلیل محتوای آن؛ به دنبال تبیین رابطه بین شرایط (الگوهای) متفاوت انتشار نور روز برآمده از مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر (متغیر مستقل) و ادراکات بصری افراد (متغیر وابسته) در فضاهای داخلی و شناسایی و تشریح روش‌ها و ابزارهای قابل اتکا برای سنجش، کمی سازی و پیش‌بینی رابطه بین این دو و در نهایت تبیین خلاءهای پژوهشی مرتبط با موضوع تحقیق است.

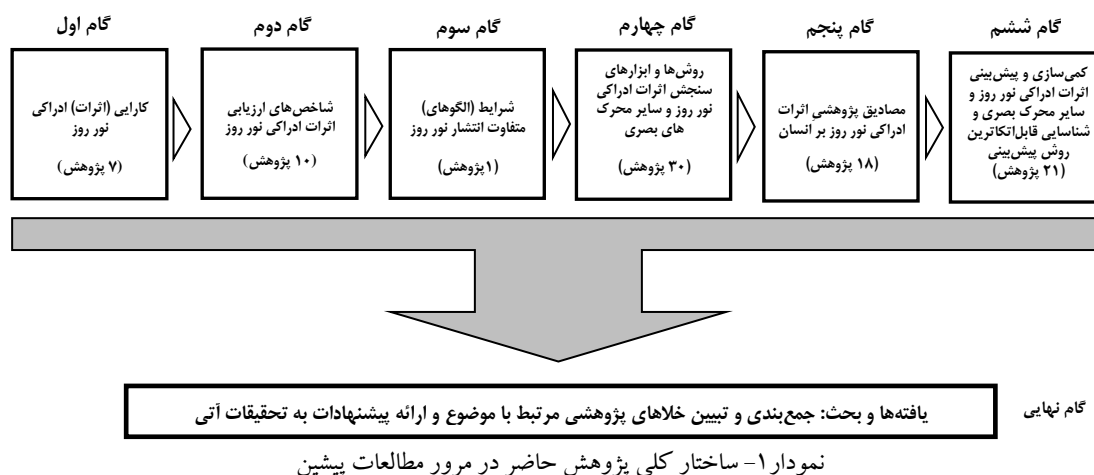
۲- روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مروری ساختاریافته است که جهت دستیابی به اهداف مطروحه، به توصیف و تحلیل محتوای پژوهش‌های پیشین پرداخته است. برای این منظور سه پایگاه داده (Google Scholar, Scopus, scienceDirect) و شبکه اجتماعی- پژوهشی (ResearchGate) با کلید واژه‌های "daylight" or "daylight patterns" or "sunlight patterns" and "perception" or "visual perception" or "perceptual effects" or "Perceptual impressions" or "experience of space" or "spatial experience" بر اساس عنوان، واژگان کلیدی و چکیده پژوهش‌های منتشر شده از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ جستجو شدند و با مذاقه در آنها، محققان و مطالعات بدوی و اصلی در این زمینه شناسایی شده و با جستار همکاران و ارجاعات قبل و بعد آنها تعداد ۸۷ پژوهش معتبر با استفاده از چک لیست تحلیل کیفی مطالعات^۲ (CASP) استخراج شدند.

هندس و الگوهای متفاوت در جداره‌های نور گذر ساختمان‌ها (پوسته‌های متخلخل و یا نماهای چندلایه) گرایش یافته‌اند؛ ولی ارزیابی آن‌ها عمدتاً شخصی، شهودی و یا تجربی است و از تأثیرات ادراکی الگوهای انتشار نور روز منتج از آن‌ها بر ساکنان و به تبع آن چگونگی تجربه فضایی که از طریق واکنش‌های ذهنی (خودگزارشی) و واکنش‌های عینی (فیزیولوژیکی) آن‌ها بروز می‌یابد به شکل نظام‌مند، روشن و دقیق مطلع نیستند. بنابراین، به نظر می‌رسد یکی از راهکارهای برون رفت از وضعیت کنونی و بهره‌مندی مطلوب از قابلیت بالقوه نور روز در بهبود حس و حال فضای داخلی و سلامتی جسمانی ساکنان تمرکز بر راهکارهای طراحی نور روز مبتنی بر بهبود ادراکات حسی ساکنان از طریق تدوین پژوهش‌های تجربی توأمان با توجه به شاخص‌های کمی نور روز است. دستاورد این تحقیقات، شواهدی را برای معماران فراهم می‌آورد که با بهره‌گیری از آن در فرآیند طراحی (مرحله ایده‌پردازی و ارزیابی راه‌حل‌های پیشنهادی و توسعه آن‌ها) می‌توانند ساکنان را به بهره‌گیری هر چه بیشتر نور روز در فضای داخلی ترغیب و حالات و روحيات و تجربه فضایی آنان را بهبود بخشیده و در کل موجبات بهبود سلامت روان و به‌زیستی آنان را فراهم آورند که این امر به طراحی شواهد مبنای (EBD) و یا طراحی از راه علم که در آن روش‌های علمی با طراحی معماری پیوند می‌یابند، دلالت دارد.

روز در طول زمان (به صورت کرونولوژیک) تشریح شده‌اند؛ در گام ششم نیز با تأکید بر اهمیت کمی‌سازی و پیش‌بینی رابطه الگوهای متفاوت انتشار نور روز و ادراکات انسان، روش‌های پیش بین‌کاری ادراکی نور روز (کیفی) و سایر محرک‌های بصری از طریق شاخص‌های کمی (به ویژه شاخص‌های تصویر مبنای) با بیان مصادیق پژوهشی و روند توسعه و پیشرفت آن‌ها در طول زمان، تبیین شده‌اند؛ در آخر نیز بر اساس نتایج مباحث پیشین به جمع‌بندی، معرفی خلاهای پژوهشی مرتبط با موضوع و ارائه پیشنهادات به مطالعات آتی پرداخته شده است.

همان‌طور که نمودار ۱ ساختار مرور پژوهش‌های پیشین را واضح می‌سازد، در پژوهش حاضر در ابتدا (گام اول و دوم) کارایی (اثرات) ادراکی نور روز که یکی از مؤلفه‌های انسان‌محور نور روز به شمار می‌رود، تبیین و شاخص‌های ارزیابی آن شناسایی و تشریح گردیده است. در گام سوم و چهارم الگوهای متفاوت انتشار نور روز در فضای داخلی بر مبنای مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر توصیف و روش‌ها (ارزیابی ذهنی و عینی) و ابزارهای سنجش اثرات ادراکی نور روز و سایر محرک‌های بصری تحلیل شده‌اند؛ در گام پنجم مصادیق پژوهشی مرتبط با اثرات ادراکی نور



سایر محرک‌های بصری و روش‌های کمی‌سازی و پیش‌بینی اثرات آن‌ها به دلیل قرابت و نزدیکی این محرک‌ها (برای مثال نور مصنوعی) با نور روز، شکل‌گیری بینش عمیق‌تر و ارائه پیشنهادات به پژوهش‌های آینده انجام شده است.

نمودار ۲ شمای کلی از پژوهش‌های شناسایی و استخراج شده از پیشینه موضوع و ارتباط آن‌ها با مباحث اصلی مطروحه در پژوهش حاضر^۳ را روشن می‌سازد. لازم به توضیح است که مرور و تبیین روش‌های و ابزارهای سنجش اثرات ادراکی

پژوهش‌های مرتبط با سایر محرک‌های بصری (۳۷ پژوهش)	پژوهش‌های مرتبط با نور روز (۵۰ پژوهش)	
متغیرهای مورد مطالعه	متغیرهای مورد مطالعه	
<ul style="list-style-type: none"> - نور مصنوعی - فرم فضای داخلی - الگوها و تصاویر محیط انسان ساخت و طبیعی - نوع و ارتفاع سقف - هندسه نمای بیرونی ساختمان (برای مثال هندسه منحنی و یا شکسته) - اتصال و ارتباط با طبیعت - چیدمان فضا - بافت/ مصالح ... 	<p>سایر متغیرهای مرتبط با ناظر، شرایط بستر مورد مطالعه و محیط پیرامون آن که همزمان با متغیرهای مرتبط با طراحی جدار نور گذر می‌توانند بر ادراکات افراد تأثیرگذار باشند:</p> <ul style="list-style-type: none"> - موقعیت و زاویه دید ناظر در فضا - ارتفاع سطح چشم ناظر در فضا - کاربری یا فعالیت‌های فضا برای مثال دو نوع فعالیت اجتماعی و کاری (انفرادی) - ابعاد و وسعت فضا - میلان و سطوح (مصالح) - دید و منظر - موقعیت جغرافیایی ساختمان - شرایط آسمان (صاف یا ابری) - مقطع زمانی (ساعت، روز، فصل) 	<p>متغیرهای معماری جداره نور گذر (نمای ساختمان):</p> <ul style="list-style-type: none"> - هندسه و سطح نظم و پیچیدگی (شکل و توزیع فضایی) - جهت گیری جغرافیایی بازو - ابعاد بازو - درصد سطح نفوذ نور (سطح نورگیر)
<p>روش‌ها و ابزارهای سنجش اثرات ادراکی سایر محرک‌های بصری شامل روش‌ها و ابزارهای شبیه‌سازی و نمایش محرک‌های بصری و ارزیابی ذهنی و ارزیابی عینی (فیزیولوژیکی) آزمودنی‌ها (۲۶ پژوهش):</p>	<p>تیین کارایی (اثرات) ادراکی نور روز (۷ پژوهش): Ching, 2007; Corrodi and Spechtenhauser, 2008; Holl, 2011; Krier, 1983; Pallasmaa, 2012; Steane, 2012; Zumthor, 2006</p>	
<p>روش‌ها و ابزارهای شبیه‌سازی و نمایش محرک‌های بصری و ارزیابی ذهنی آزمودنی‌ها (۱۴ پژوهش): Abd-alhamid et al, 2019; Boyce, 2014; Bülow-Hüb, 1995; Cha et al, 2019; Chen et al, 2019; Heydarian et al, 2015; Heydarian et al, 2017; Higuera-Trujillo et al, 2017; Houser and Tiller, 2003; Kuliga et al, 2015; Mahdavi and Eissa, 2002; Newsham et al, 2010; Newsham, 2005; Stokkermans et al, 2018</p>	<p>شاخص‌های ارزیابی اثرات ادراکی نور روز (۱۰ پژوهش): Ekman et al, 1994; Lang, 1995; Lang, 1993; Plutchik, 1980; Russell, 1980; Russell et al, 1981; Spehar et al, 2015; Van Erp, 2008; Veitch, 2001; Vogels, 2008</p>	
<p>ارزیابی عینی (فیزیولوژیکی) آزمودنی‌ها (۱۲ پژوهش): Banaei et al, 2017; Bernat et al, 2006; Dan -Glauser and Scherer, 2011; Ergan et al, 2018; Erkan, 2018; Figner, and Murphy, 2010; Leite et al, 2019; Norwood et al, 2019; Shin et al, 2015; Yin et al, 2020; Zou et al, 2019a; Zou et al, 2019b</p>	<p>شرایط (الگوهای) متفاوت انتشار نور روز (۱ پژوهش): Rockcastle and Andersen, 2014</p>	
<p>کم‌سازی و پیش‌بینی اثرات ادراکی سایر محرک‌های بصری (۱۱ پژوهش): Baker et al, 2009; Field, 1987; Friedenber, and Liby, 2016; Geisler, 2008; Le et al, 2017; Párraga, 1998; Penacchio and Wilkins, 2015; Penacchio et al, 2015; Rizzi et al, 2004; Ruta et al, 2019; Wilkins et al, 2018</p>	<p>روش‌ها و ابزارهای سنجش اثرات ادراکی نور روز (۴ پژوهش): Cauwerts, 2013; Cauwerts and Piderit, 2018; Chamilothori et al, 2018a; Moscoso et al, 2015b</p> <p>مصادیق پژوهشی اثرات ادراکی نور روز (۱۸ پژوهش): Abboushi et al, 2018; Abboushi and Elzevadi, 2018; Abboushi et al, 2019; Andersen, 2015; Baehr-Bruyère, et al, 2019; Boubekri et al, 1991; Chamilothori et al, 2019; Chamilothori et al, 2016; Chamilothori et al, 2018b; Kleindiens et al, 2008; Moscoso et al, 2020; Moscoso et al, 2015a; Omidfar and Chamilothori, 2019; Omidfar et al, 2015; Rockcastle, 2017; Van Den Wymelenberg, 2012; Wang and Boubekri, 2010a; Wang and Boubekri, 2010b. (Chamilothori et al, 2019) پژوهش در بین ۱۸ مطالعه مرتبط با ارزیابی اثرات ادراکی نور روز، صرفاً یک پژوهش (Chamilothori et al, 2019) به ارزیابی تومان واکنش‌های ذهنی و عینی آزمودنی‌ها پرداخته‌اند.</p> <p>کم‌سازی و پیش‌بینی اثرات ادراکی نور روز (۱۰ پژوهش): Amundadottir et al, 2017b; Cetegen et al, 2008; Chamilothori, 2019; Parpairi et al, 2002; Rockcastle et al, 2017c; Rockcastle et al, 2017a; Rockcastle et al, 2017b; Rockcastle et al, 2018; Tiller and Veitch, 1995; Wymelenberg and Inanici, 2009</p>	

نمودار ۲- شمای کلی از پژوهش‌های استخراج شده از پیشینه موضوع و ارتباط آن‌ها با مباحث اصلی مطرحه در پژوهش حاضر

۳- کارایی (اثرات) ادراکی نور روز

قابلیت‌های بالقوه نور روز در ایجاد پویایی و جذابیت بصری و بهبود حس و حال فضای داخلی و به تبع آن بهبود تجربه فضایی ساکنان است. به بیانی دیگر، کارایی ادراکی نور روز معطوف به ارزیابی نور روز در سطح چشم انسان و رابطه آن با نیازهای روان‌شناختی (حالات و روحیات) و به تبع آن تجربه فضایی ساکنان است که خود از معیارهای

نور روز منبعی پویا و متغیر برای روشنایی است که مشخصه‌های بصری آن چون پویایی درخشندگی و تضاد سایه و روشن، می‌تواند تأثیرات متفاوتی را بر حس و حال افراد (حالات و روحیات)، ادراکات و نهایتاً تجربه فضایی آنان داشته باشد. کارایی ادراکی نور روز به معنای میزان بهره‌مندی از

استین (2010) به تفاوت اساسی بین نور روز و نور مصنوعی در طراحی نورپردازی تأکید می‌کند. از نظر وی اگرچه منابع نور مصنوعی می‌توانند با ادغام با یکدیگر ترکیب‌بندی مطلوبی را شکل دهند؛ ولی تأثیرات ثابت و ایستایی دارند و نمی‌توانند حالت‌های ویژه‌ای که نور روز به واسطه ماهیت پویا و متغیر آن ایجاد می‌کند را القا کنند.

هال (2011) معتقد است که معماری دانش تجربه فضا است که در این بین نور روز نه تنها عاملی محدود شده در این فضا نیست بلکه خود عاملی جهت نمایان‌سازی و انتقال تجربه فضا است. هال نور روز را به قطرات آبی که روی کاغذی ریخته می‌شود و با حرکت بروی آن تغییر رنگ را نمایان می‌سازد تشبیه می‌نماید. از نظر وی، نور نه تنها عمق فضا و بافت مصالح را نمایان می‌سازد بلکه ماهیت متغیر آن می‌تواند تأثیرات به‌سزایی در تجربه فضا داشته باشد.

از نظر پلاسما (2011) نور روز با شمای بصری هر فضا در تعامل است و مطلوبیت آن را متأثر می‌سازد. پلاسما به تعامل دوجانبه نور و سایه تأکید می‌کند و سایه و نور را به تنفس تشبیه می‌کند و بیان می‌دارد که سایه دم و روشنایی بازدم نور است. از نظر وی، امروزه صرفاً به وجه کمی نور توجه می‌شود و بازشوها و فرم و الگوی طراحی آن‌ها نقش میانجی خود را در تعامل بین فضای درون و بیرون، خصوصی و عمومی شدن فضا و ایجاد تیرگی و روشنی از دست داده‌اند؛ در حقیقت، این موضوع به نقش فعال فرم و مشخصه های طراحی بازشوها (جدارهای نور گذر) بر

طراحی جدارهای نور گذر و یا نمای ساختمان که الگوهای متفاوتی از انتشار نور در فضای داخلی را شکل می‌دهند، تأثیر می‌پذیرد (Abboushi et al, 2019; Ámundadóttir et al, 2017b; Baehr-Bruyère, et al, 2019; rockastle et al; 2017a; 2017b; 2017c; Chamilothoni et al, 2019; Chamilothoni, 2019). معماران و طراحان داخلی نیز همواره به نقش نور روز بر ادراک فضایی انسان اذعان داشته‌اند و از آن برای مجسم-سازی و تعریف فضای داخلی بهره برده‌اند (Ching, 2007; Corrodi, and) Spechtenhauser, 2008; Holl et al, 2011; Krier, 1983; Pallasmaa 2012; Steane, 2012, Zumthor, 2006).

کریر (1983) اذعان می‌دارد که با تابش نور روز بر دیواری سفید و یا ایجاد انعکاس‌هایی در برخی نقاط اتاق، می‌توان فضایی دل‌نشینی را شکل داد. بازی نور و سایه که مناطق تاریک و روشن را در اتاق ایجاد می‌نماید، احساسات ما را نسبت به فضا برمی‌انگیزد.

چینگ (2007) بیان می‌دارد که نور روز با تفاوت و تغییر سایه و روشنی که ایجاد می‌کند به فضای اتاق روح می‌بخشد و فرم‌های درون آن را تفکیک می‌نماید، با متمرکز یا پخش بودن نور روز در درون اتاق، فرم فضا می‌تواند بیان شود یا متفاوت جلوه کند که با آن می‌توان یک حس و حال (جو) شاد و یا حالتی تاریک و دل‌تنگ کننده در فضا ایجاد نمود.

کرودی و اسپچتن‌هازر (2008) بیان می‌دارند که هویت فضا از طریق مقیاس، ماهیت بازشوها و انتشار نور، بویژه ریتم نور و سایه آن تعیین می‌شود.

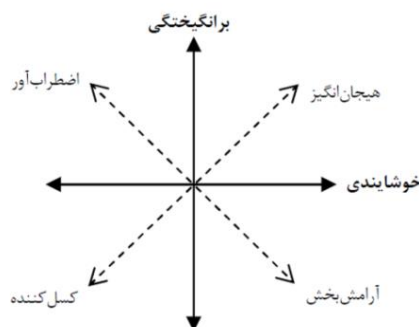
شامل عشق، خوش‌بینی، پرخاشگری، تواضع، حقارت، هیبت، پشیمانی و مذمت می‌شوند. نظریه اکمان^۵ (1994) نیز مدل گسسته‌ای از شش احساس پایه ترس، غم، شادی، شگفتی، تحقیر و خشم را ارائه می‌دهد. راسل^۶ (1980) و راسل و همکاران (1981) بر خلاف مدل‌های گسسته مطروحه از احساسات، مدل پیوسته دایره‌ای خوشایندی-برانگیختگی را ارائه دادند (تصویر ۱). طبق این مدل، واکنش‌های احساسی فرد نسبت به محیط از طریق دو بعد خوشایندی که تمایز و یا جهت‌گیری مثبت یا منفی احساسات نسبت به محیط را بیان نموده (برای مثال آرامش‌بخش یا اضطراب‌آور) و برانگیختگی که شدت آن احساسات (میزان و شدت آرامش‌بخش بودن و یا اضطراب‌آور بودن) را مشخص می‌کند، در یک فضای دو بعدی دایره‌ای شکل قابل تبیین است. از نظر وگلز^۷ (2008)، راحتی و سرزندگی در فضا عواملی هستند که می‌توانند حس‌وحال آن را نمایان سازند که به نظر می‌رسد این دو عامل با دو بعد خوشایندی و برانگیختگی مطروحه توسط راسل (1980) منطبق است.

ادراکات افراد و به تبع آن تجربه فضایی پویا اشاره دارد.

۳-۱- شاخص‌های ارزیابی ادراکات ساکنان

پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که ارزیابی تأثیر نور طبیعی و مصنوعی بر ادراکات ساکنان با واکنش‌های احساسی افراد پیوند می‌یابد (Boubekri, 2001; Van Erp, 2008; Veitch, 2001). محققان همواره به نقش محرک‌های بصری جهت ارزیابی واکنش‌های متفاوت احساسی آزمودنی‌ها اذعان داشته‌اند (Ergan et al, 2019; Chamilothoni et al, 2019; Lang et al, 1993; lang,) 1995, Leite et al, 2019; Zou and Ergan, 2019).

طبق پیشینه، نظریات متفاوتی جهت مقوله‌بندی احساسات در حوزه روان‌شناسی و روان‌شناسی محیطی ارائه شده‌اند. برای مثال، در نظریه مطروحه توسط پلاتچینگ^۴ (1980)، احساسات به دو دسته اصلی (اولیه) و فرعی (ثانویه) تقسیم‌بندی می‌شوند. احساسات پایه شامل انتظار، شادی، اعتماد، غم، ترس، شگفتی، عصبانیت، نفرت و احساسات فرعی که با ترکیب احساسات اصلی شکل می‌گیرند



تصویر ۱- مدل دایره‌ای احساسات راسل (Russell, 1980 بر گرفته از Chamilothoni et al, 2019)

سایبان‌های داخلی و خارجی) چون هندسه و ترکیب بندی آن‌ها در فضای داخل تأثیر می‌پذیرد. تحقیقات اندکی به گونه‌شناسی انواع متفاوت شرایط انتشار نور روز در فضای داخلی پرداخته‌اند. اغلب مطالعات صرفاً به بررسی تعداد محدودی از الگوهای انتشار نور روز و ادراکات ساکنان معطوف گشته و دغدغه‌ای جهت گونه‌بندی شرایط متفاوت انتشار نور روز در فضای داخلی نداشته‌اند. در این بین، روکاسل و اندرسن^۸ (2014) با بررسی نمونه‌های متعددی از معماری معاصر، الگوهای متفاوت انتشار نور روز در آن‌ها را به‌طور شهودی و بر مبنای تضاد درخشندگی فضایی (تیرگی و روشنی) و تنوع درخشندگی به ده گونه کلی مقوله بندی نمودند. همان‌طور که تصویر ۲ نمایش می‌دهد این الگوها به ترتیب شامل الگوی انتشار مستقیم و اغراق آمیز (انتشار کاملاً متغیر نور روز از سقف)، انتشار مستقیم و دراماتیک (انتشار تکه‌های وسیع نور مستقیم از جدارها در فضا)، انتشار مستقیم و فیلتر شده (انتشار فیلتر شده نور مستقیم از جداره و سقف در فضا)، انتشار نسبتاً مستقیم (ترکیب انتشار مستقیم بدون فیلتر و فیلتر شده نور)، انتشار مستقیم (انتشار نور بدون فیلتر و با کم‌ترین موانع ورود)، انتشار مستقیم انتخابی (انتشار نور مستقیم به شکل انتخابی، مجزا و هدفمند در فضا)، انتشار مستقیم و غیرمستقیم (انتشار نور از بازشوهایی با عمق زیاد در جداره‌ها که منجر به انتشار مستقیم و غیرمستقیم نور در فضای داخلی می‌شود)، انتشار فضایی غیرمستقیم (انتشار غیرمستقیم نور در جهت‌های متفاوت از جداره و

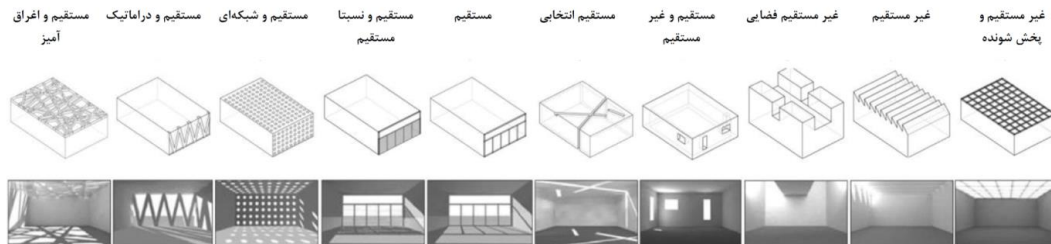
طبق آنچه که از پیشینه تحقیق برمی‌آید، اغلب تحقیقات در حوزه ارزیابی نقش الگوهای متفاوت انتشار نور روز بر ادراکات ساکنان از مدل دایره‌ای احساسات راسل (1980) جهت ارزیابی واکنش‌های احساسی افراد نسبت به فضاهای بهره‌مند از نور روز بهره برده‌اند (Abboushi et al, 2019; Boubekri, 1991; Chamilothoni et al, 2019). درک جذابیت و پیچیدگی فضا مشخصه‌های دیگری هستند که در پیشینه تحقیق مرتبط با موضوع، جهت ارزیابی ادراکات افراد از شرایط نور روز استفاده شده‌اند (Abboushi et al, 2019; Boyce, 2014; Chamilothoni et al, 2019; Rockcastle et al, 2017c) که به نظر می‌رسد این دو مؤلفه نیز با بعد برانگیختگی مطروحه توسط راسل (1980) و بعد سرزندگی شناسایی شده توسط وگلس (2008) هم‌پوشانی دارد. ارزیابی ذهنی آسایش بصری که در برخی از مطالعات ترجیحات بصری نیز بیان شده است (Abboushi et al, 2019) شاخصه دیگری است که در پیشینه تحقیق جهت ارزیابی کارایی ادراکی نور روز (Abboushi et al, 2018b; 2015; Van den Wymelenberg, 2012) و سایر محرک‌های بصری (Spehar et al, 2015) از آن بهره گرفته شده است.

۳-۲- شرایط (الگوهای، لکه‌های) متفاوت انتشار نور روز

الگوهای متفاوت انتشار نور روز از مشخصه‌های معمارانه جداره‌های نور گذر (بازشوها و

پخش کننده نور که تضاد نور و سایه را در فضا کاهش دهد) می شوند.

سقف در فضای داخل)، انتشار غیرمستقیم (انتشار نور غیرمستقیم صرفاً از جبهه شمالی) و انتشار غیرمستقیم و پخش شونده (بهره گیری از صفحات



تصویر ۲- گونه‌های (الگوهای؛ شرایط) متفاوت انتشار نور روز در فضای داخل بر مبنای تضاد درخشندگی فضایی و تنوع درخشندگی (Rockcastle and Andersen, 2014).

۳-۳-۱- روش‌های تهیه و نحوه نمایش تصاویر شبیه‌سازی شده از شرایط متفاوت انتشار نور روز

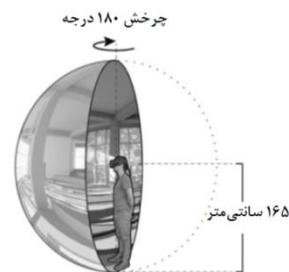
طبق پیشینه، چگونگی تهیه تصاویر از فضای بهره مند از نور طبیعی و یا مصنوعی و نحوه نمایش آن-ها به آزمودنی‌ها موضوع مهم و چالش برانگیز در حیطه روش‌شناسی موضوع تحقیق است. تعدادی از مطالعات هردوی تصویربرداری از محیط واقعی (Cauwerts, 2013; Moscoso et al, 2015b;) (Newsham et al, 2010) و تصاویر شبیه‌سازی-شده (Newsham et al, 2005; Mahdavi and) (cauwert, 2013; Eissa, 2002) را پیشنهاد داده-اند. این تصاویر می‌توانند با محدوده پویایی بالا (تصاویر HDR) که دامنه درخشندگی بالاتری را در محدوده دید ساکنان فراهم می‌آورند، شکل بگیرند (Cauwerts and Piderit, 2018;) (Rockcastle et al, 2017b)؛ برای مثال، تعدادی از پژوهش‌ها از نرم‌افزار رادیانس^۹ که قابلیت ایجاد

۳-۳-۲- روش‌ها و ابزارهای سنجش کارایی ادراکی نور روز

پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که محققان عمدتاً از دو روش سنجش تجربی در محیط واقعی و محیط مجازی (شبیه‌سازی) برای ارزیابی نقش نور روز بر ادراکات ساکنان بهره برده‌اند. روش سنجش تجربی در محیط واقعی به دلیل ماهیت متغیر نور روز و مسئله دست‌کاری و کنترل شرایط متفاوت نور روز و لزوم ارزیابی تعداد قابل ملاحظه‌ای از آزمودنی‌ها جهت اعتبار و قابلیت تعمیم نتایج، محققان را با چالش‌های فراوانی روبرو می‌سازد (Bülow-Hübe, 1995; Newsham et al, 2010)؛ از این رو، اغلب پژوهش‌گران به شبیه‌سازی در محیط مجازی که امکان دست‌کاری و کنترل متغیرها را به آسانی فراهم می‌آورد، گرایش یافته‌اند (Ámundadóttir et al, 2017b; Rockcastle et al, 2017a; Abboushi et al, 2019; Chamilotori et al, 2019).

و انتشار نور در فضای واقعی باشد که این امر بر اهمیت تعامل و غوطه‌وری آزمودنی‌ها در محیط مجازی (فضا پویا و محدوده دید قابل تغییر با حرکت سر و محدود شدن محرک‌های مداخله‌گر در محدوده دید) جهت ارزیابی ادراک بصری آن‌ها تأکید دارد (Cauwerts, 2013; Heydariyan et al, 2017؛ از این رو، محققان بهره‌گیری از محیط مجازی غوطه‌ور کننده^{۱۲} (IVR) از طریق شبیه‌سازی در نرم رادیانس و وارد نمودن تصاویر شبیه‌سازی شده به موتور بازی‌سازی یونیتی^{۱۳} جهت شکل‌گیری محیط ۱۸۰ و یا ۳۶۰ درجه‌ای و نمایش آن از طریق هدست‌های واقعیت مجازی^{۱۴} (تصویر ۳) را به‌عنوان ابزاری جهت افزایش تعامل آزمودنی‌ها با محیط شبیه‌سازی شده بر مبنای قوانین فیزیکی^{۱۵} (PBR) که داده‌های نورسنجی دقیقی را فراهم می‌آورند و به تبع آن صحت ارزیابی ادراکات آزمودنی‌ها پیشنهاد داده‌اند (Chamilothori et al, 2019; Moscoso et al, 2020; Kuliga et al, 2015; Rockcastle et al, 2017b).

تصاویر شبیه‌سازی با محدوده پویایی بالا را دارد بهره برده‌اند. علی‌رغم بهره‌مندی محققان از این نوع تصاویر و نمایش آن در نمایشگرهای دوبعدی (LDR و HDR) و سه‌بعدی استروسکوپ^{۱۰} در مطالعات متعدد، یافته‌های برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین ادراک بصری آزمودنی‌ها به هنگام نمایش تصاویر دوبعدی و ایستای فضا به آن‌ها نسبت به فضای واقعی وجود دارد (Cauwerts, 2013; Chamilothori et al, 2019). همچنین، منطبق‌سازی سطح درخشندگی تصاویر با دامنه درخشندگی ابزارهای نمایش، چالش دیگر پیش‌روی محققان در پیشینه تحقیق بوده است که پژوهش‌گران جهت برون رفت از این مسأله بهره‌گیری از الگوریتم‌های نگاشت تن (tone mapping) متناسب با ادراکات ساکنان از فضا را توصیه نموده‌اند^{۱۱}. تحقیقات نشان می‌دهند که نمایش دوبعدی و پانارومای فضا که محدوده دید وسیع‌تری را فراهم می‌آورد و افراد قابلیت تغییر محدوده دید را دارند، می‌تواند جایگزین مناسبی برای ادراک خوشایندی



تصویر ۳- فضای مجازی غوطه‌ور کننده با بهره‌گیری از هدست‌های واقعیت مجازی از نوع (Oculus Rift CV1) Chamilothori et al, 2017b).
al, 2016; Rockcastle et al, 2017b).

طبق پیشینه، محققان با نمایش محیط واقعی و یا مجازی از سه گونه روش پیمایشی جهت استخراج داده‌های خود گزارشی (ارزیابی ذهنی از طریق ابزار پرسش‌نامه)، روش آزمایشگاهی جهت استخراج داده‌های فیزیولوژیکی (ارزیابی عینی از طریق حسگرهای شبکه‌ای بدن انسان) و روش مشاهده‌ای برای استخراج داده‌های مشاهده‌ای (ارزیابی عینی از طریق حسگرهای حرکت سر و چشم) به منظور ارزیابی ادراکات آزمودنی‌ها بهره برده‌اند؛ از این رو، پیشنهاد می‌شود جهت نیل به رویایی مطلوب در سنجش ادراکات ساکنان این سه روش گردآوری داده‌ها با یکدیگر پیوند یافته و همزمان سنجیده، تحلیل و تفسیر شوند.

۳-۳-۱- روش پیمایشی (واکنش‌های ذهنی)

تعداد فراوانی از مطالعات صرفاً از روش پیمایشی و ابزار پرسش‌نامه خود گزارشی (مقیاس درجه‌بندی) جهت ارزیابی ادراکات و تجربه فضایی آزمودنی‌ها متأثر از نور روز (Abboushi et al, 2019; Moscoso et al, 2020; Rockcastle et al, 2017a; 2017b; 2017c) و یا سایر محرک‌های بصری (Cha et al, 2019; Ruta et al, 2019) بهره گرفته‌اند. این پرسش‌نامه‌ها عمدتاً به سه دسته پرسش‌نامه تک قطبی جهت ارزیابی احساسات مثبت، دو قطبی (افتراق معنایی) برای ارزیابی احساسات مثبت و منفی و رتبه‌ای به منظور رتبه‌بندی تصاویر و یا فضای مورد نظر توسط آزمودنی‌ها مقوله‌بندی می‌شوند. علی‌رغم بهره‌گیری اغلب محققان از مقیاس درجه‌بندی؛ ولی

تعدادی از محققان به ارزیابی کفایت جایگزینی^{۱۶} واقعیت مجازی غوطه‌ور کننده نسبت به محیط واقعی پرداخته‌اند. یافته‌های این پژوهش‌ها حاکی از آن است که تفاوت معناداری بین کاربرد تصاویر شبیه‌سازی شده در محیط مجازی غوطه‌ور کننده و محیط واقعی بهره‌مند از نور روز (Chamilothori et al, 2018a) و سایر محرک‌های بصری (Abd-Alhamid et al, 2019; Chen et al, 2019; Heydarian et al, 2015; Higuera-Trujillo et al, 2017) در مواردی چون کارایی آزمودنی‌ها در انجام کار، ارزیابی ذهنی و احساس حضور آن‌ها وجود ندارد که این امر بر کفایت استفاده از این ابزار جهت ارزیابی کارایی ادراکی نور روز تأکید دارد. به علاوه، بهره‌گیری از واقعیت مجازی امکان استخراج داده‌های مشاهده‌ای مرتبط با حرکت سر و حرکت چشم و داده‌های فیزیولوژیکی (عینی) چون فعالیت‌های مغزی، حالت چهره، ضربان قلب، هدایت پوستی که ادامه تشریح داده شده‌اند را برای محققان فراهم می‌آورد که خود منجر به شکل‌گیری بینش جدیدی از چگونگی ادراک افراد از فضای مجازی و به تبع آن تبیین رابطه بین محرک‌های بصری محیط کالبدی و تجربه افراد از فضا از طریق واکنش‌های روان‌شناختی و فیزیولوژیکی آن‌ها شده است (Chamilothori et al, 2019; Leite et al, 2019; Rockcastle et al, 2017c; Zou and Ergan 2019).

۳-۳-۲- روش‌های گردآوری داده‌های مرتبط با ادراکات ساکنان

گزارشی از طریق پرسش‌نامه شکل بگیرد را جهت ارزیابی حالات فیزیولوژیکی، احساسی و شناختی که با چگونگی تجربه انسان از فضا پیوند می‌یابد، فراهم می‌آورند (Ergan et al, 2018). مطابق با آنچه از پیشینه موضوع برمی‌آید، محققان جهت ارزیابی تأثیرات محرک‌های بصری از طریق دو شاخص خوشایندی و برانگیختگی ادراک حسی انسان، از ابزارهای بیومتریک متعددی چون حسگر الکتروانسفالوگرام یا نوار مغزی (EEG) برای سنجش فعالیت‌های الکتریکی در مغز انسان، حسگر پاسخ گالوانیکی پوست (GSR) برای سنجش هدایت الکتریکی پوست، حسگر فوتوپلیتیسموگرام (PPG) جهت ارزیابی میزان ضربان قلب، حسگر الکترومیوگراف چهره (f-EMG) جهت ارزیابی تغییرات حالت (عضلات) صورت (تصاویر ۴ و ۵) در پژوهش‌های مرتبط با نور روز (chamilothori et al, 2019) و سایر محرک‌های بصری بهره برده‌اند (Banaei et al, 2017; Bernat et al, 2006; Dan-Glauser and Scherer, 2011; Ergan et al, 2019; Erkan, 2018; Figner, and, Murphy, 2010 Leite et al, 2019; Norwood et al, 2019; Yin et al, 2020; Zou and Ergan 2019a).

جدول ۱ شمای کلی از حسگرهای بیومتریک رایج مورد استفاده و برگرفته از علوم عصب شناختی در تحقیقات مرتبط با معماری را نمایش می‌دهد.

فعالیت‌های مغزی افراد از طریق حسگر الکتروانسفالوگرام (EEG) با قرارگیری تعدادی الکتروود در نیمکره‌های متفاوت سر انسان شامل لوب پیشانی، لوب گیجگاهی، لوب آهیانه و لوب پس سری سنجیده می‌شود (تصویر ۴). نوسانات این

روایی آن توسط تعدادی از پژوهش‌ها به چالش کشیده شده است (2003; Stokkermans, 2017; Houser and Tiller, 2003) و توصیه شده است که روش پیمایشی و داده‌های خود گزارشی برآمده از آن با روش آزمایشگاهی و داده‌های برآمده از آن چون فعالیت‌های مغزی (EEG) حالت چهره (EMG)، ضربان قلب (HR)، هدایت پوستی (GSR) و روش مشاهده‌ای و داده‌های برآمده از آن چون ردیابی حرکت سر و چشم (Head and Eye-tracking) آزمودنی‌ها پیوند یافته و این سه همزمان سنجیده، مقایسه، تحلیل و تفسیر شوند (Banaei et al, 2017; Chamilothoni et al, 2019; Ergan et al, Erkan, 2018; Leite et al, 2019; Rockcastle et al, 2017c; Zou and Ergan 2019).

۳-۲-۳-۲ روش آزمایشگاهی (واکنش‌های عینی)

طبق پیشینه، محرک‌های محیط کالبدی می‌توانند تجربه متفاوت انسان از فضا را شکل دهند که در این بین روان‌شناسان محیط تجربه افراد از محیط مد نظر را تبیین می‌کنند و متخصصین علوم اعصاب با بهره‌مندی از روش‌ها و ابزارهای ملزوم توسعه داده شده توسط علوم مهندسی پزشکی چگونگی شکل‌گیری این تجربه را تبیین می‌کنند (پیوند بین روان‌شناسی محیط، علوم اعصاب و مهندسی پزشکی جهت تبیین تجربه فضایی انسان). شبکه‌های حسگر بدن انسان (BSN) در محیط واقعیت مجازی (VR) امکان استخراج داده‌های فیزیولوژیکی بی‌طرفانه و فارق از سوگیری خاصی که ممکن است در روش استخراج داده‌های خود

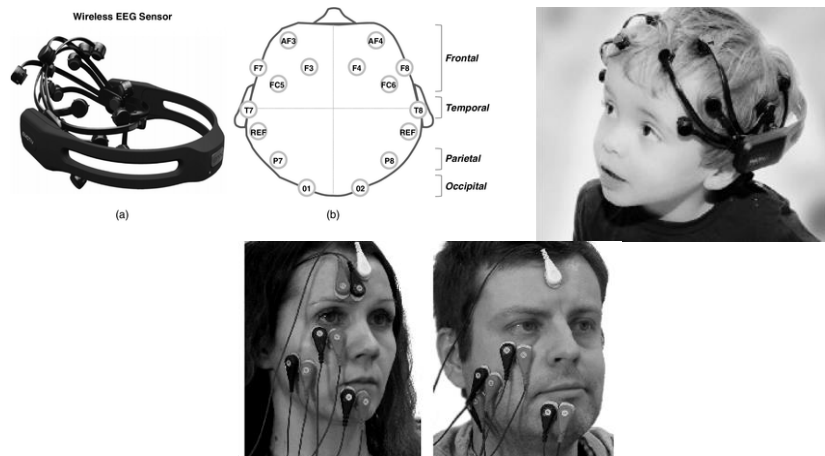
می‌شود (Cocioppo et al, 2007; Shin et al, 2015). همچنین، یافته‌های تحقیق شین و همکاران (2015) که جهت ارزیابی تأثیر نور مصنوعی مستقیم و غیرمستقیم و بر احساسات ساکنان در محیط مسکونی انجام شده است، نشان می‌دهد که زمانی که آزمودنی‌ها در معرض نور ترکیبی مستقیم و غیرمستقیم قرار می‌گیرند، نوسانات موج تتا (۴-۸ هرتز) در قسمت راست لوب پیشانی و گیجگاهی و قسمت چپ لوب گیجگاهی و آهیانه افزایش یافته (تصویر ۶) و آزمودنی احساس خوشایندی بیشتری دارند.

حسگر بر اساس محدوده‌های فرکانسی به پنج موج دلتا (۰-۴ هرتز)، تتا (۴-۸ هرتز)، آلفا (۸-۱۴ هرتز)، بتا (۱۴-۴۰ هرتز) و گاما (۴۰ و ۴۰ به بالا هرتز) مقوله‌بندی می‌شوند. این حسگر به دلیل ارزیابی هر دو بعد خوشایندی و برانگیختگی احساسات همواره نقش به‌سزایی در ارزیابی تجربه افراد از محیط کالبدی و طبیعی در پیشینه تحقیقات مرتبط با تأثیر محیط بر انسان داشته است. برای مثال، پژوهش‌ها نشان می‌دهند نوسان موج آلفا در لوب پیشانی متأثر از محرک‌های محیطی سبب شکل‌گیری حس آرامش و هوشیاری در انسان

جدول ۱- شمای کلی از حسگرهای بیومتریک مورد استفاده علم عصب شناختی برای معماری در پیشینه تحقیق (Ergan et al, 2019)

2019

حسگر	نوع داده‌های استخراجی	خوشایندی یا برانگیختگی	میزان سختی در تجزیه و تحلیل داده‌ها	تمرکز	سطح تهاجم و میزان سختی و آسانی در کاربرد حسگر
EEG	فعالیت‌های مغزی	خوشایندی و برانگیختگی	بالا	فعالیت الکتریکی مغز	غیر تهاجمی / آسان
GSR	سطح رسانایی پوست (هدایت پوست)	برانگیختگی	متوسط	واکنش‌های رسانایی پوست	غیر تهاجمی / آسان
PPG	فعالیت قلب	برانگیختگی	متوسط	تغییر در میزان ضربان قلب	غیر تهاجمی / آسان
f-EMG	واکنش‌های عضلات صورت	خوشایندی و برانگیختگی	بالا	واکنش‌های صورت	غیر تهاجمی / آسان
Eye-tracking	حرکت چشم	خوشایندی و برانگیختگی	بالا	نواحی مورد تمرکز، نقاط با جذابیت بالا	غیر تهاجمی / آسان
FMRI	فعالیت مغز	خوشایندی و برانگیختگی	بالا	جریان خون فعالیت عصبی	غیر تهاجمی / سخت
ECG or EKG	فعالیت قلب	برانگیختگی	بالا	تغییرات ضربان قلب و ضربان قلب	غیر تهاجمی / سخت
MEG	فعالیت مغز	خوشایندی و برانگیختگی	بالا	فعالیت عصبی مغناطیسی	غیر تهاجمی / سخت
PET	فعالیت مغز	خوشایندی و برانگیختگی	بالا	تصویربرداری هسته ای از مغز	تهاجمی / سخت



تصویر ۴- به ترتیب: حسگر موبایل EEG از نوع Emotivet با شانزده کانال (www.emotive.com)، قرارگیری الکترودها در قسمت‌های مغز (لوب پیشانی، لوب گیجگاهی، لوب آهیانه، لوب پس سری)، حسگر EMG جهت سنجش تغییرات حالت (عضلات) صورت (Rantanen et al; 2016)



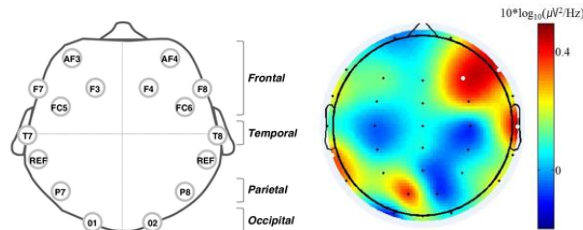
تصویر ۵- سمت راست؛ هدست واقعیت مجازی Tobii Pro VR Integration که قابلیت ردیابی حرکت سر و چشم (Head and Eye tracking) را دارد (www.tobii.com). سمت چپ؛ ابزار Empatica E4 wristband که سطح هدایت پوستی (Skin Conductance) و ضربان قلب را ارزیابی می‌نماید (www.empatica.com).

افراد از محیط کالبدی و طبیعی در پیشینه تحقیقات مرتبط با تأثیر محیط بر انسان داشته است. برای مثال، پژوهش‌ها نشان می‌دهند نوسان موج آلفا در لوب پیشانی متأثر از محرک‌های محیطی سبب شکل‌گیری حس آرامش و هوشیاری در انسان می‌شود (Cocioppo et al, 2007; Shin et al, 2015). همچنین، یافته‌های تحقیق شین و همکاران (2015) که جهت ارزیابی تأثیر نور مصنوعی مستقیم و غیرمستقیم و بر احساسات ساکنان در محیط مسکونی انجام شده است، نشان می‌دهد که زمانی که آزمودنی‌ها در معرض نور ترکیبی مستقیم

فعالیت‌های مغزی افراد از طریق حسگر الکتروانسفالوگرام (EEG) با قرارگیری تعدادی الکترودها در نیمکره‌های متفاوت سر انسان شامل لوب پیشانی، لوب گیجگاهی، لوب آهیانه و لوب پس سری سنجیده می‌شود (تصویر ۴). نوسانات این حسگر بر اساس محدوده‌های فرکانسی به پنج موج دلتا (۰-۴ هرتز)، تتا (۴-۸ هرتز)، آلفا (۸-۱۴ هرتز)، بتا (۱۴-۴۰ هرتز) و گاما (۴۰ و ۴۰ به بالا هرتز) مقوله‌بندی می‌شوند. این حسگر به دلیل ارزیابی هر دو بعد خوشایندی و برانگیختگی احساسات همواره نقش به‌سزایی در ارزیابی تجربه

یافته (تصویر ۶) و آزمودنی احساس خوشایندی بیشتری دارند.

و غیرمستقیم قرار می‌گیرند، نوسانات موج تتا (۴-۸ هرتز) در قسمت راست لوب پیشانی و گیجگاهی و قسمت چپ لوب گیجگاهی و آهیانه افزایش



تصویر ۶- سمت راست: میانگین بالای توزیع نوسان موج تتا در نیم کره‌های متفاوت سر، نیم کره‌های (لوب پیشانی، لوب گیجگاهی، لوب آهیانه، لوب پس سری) سر (Shin et al, 2015). سمت چپ: محل قرارگیری الکترودهای حسگر الکتروانسفالوگرام با شانزده کانال

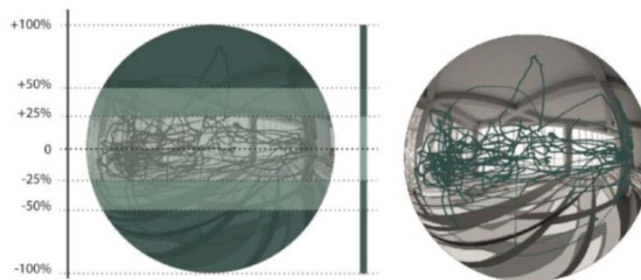
هنگام انجام فعالیت‌های ذهنی تشدید و در هنگام افزایش سطح توجه به فضا کاهش می‌یابد (Izso et al, 2009). همچنین، میزان خوشایندی ساکنان با کاهش و یا عدم تغییرات ضربان قلب و هدایت پوستی رابطه دارد (Bernat et al, 2006).

علاوه بر دو حسگر مطروحه، حسگر الکترومیوگراف چهره (f-EMG) حسگر دیگریست که در پیشینه تحقیق، جهت ارزیابی تجربه فضایی آزمودنی‌ها در محیط واقعیت مجازی از آن بهره برده شده است. این حسگر فعالیت عضلات صورت را از طریق تشخیص و تقویت تکانه‌های الکتریکی که توسط عضلات خاصی شکل می‌گیرند، ارزیابی می‌نماید (Ergan et al, 2019).

۳-۲-۳-۳ روش مشاهده‌ای (واکنش‌های عینی)

حسگر پاسخ گالوانیکی پوست (GSR) با بهره‌گیری از داده‌های برآمده از سطح تعرق پوست، میزان هدایت پوستی را می‌سنجد و حسگر فوتوپلیتیسموگرام (PPG) با داده‌های الکتریکی برآمده از انعکاس نور متأثر از میزان جریان خون، سطح ضربان قلب (تصویر ۵) را ارزیابی می‌نماید (Ergan et al, 2019; chamilothori et al, 2019). هدایت پوستی که به معنای تغییر در سطح رسانایی الکتریکی پوست افراد به دلیل تغییر در سطح تعرق پوست بدن با تأثیرپذیری از محرک‌های داخلی و خارجی (محیطی) است می‌تواند بر حسب سطح برانگیختگی ساکنان (سطح توجه و جذابیت بصری) متغیر باشد. برای مثال، با افزایش سطح توجه میزان هدایت پوستی نیز افزایش می‌یابد (chamilothori et al, 2019; Dawson et al, 2010; Figner and Murphy, 2007). این در حالی است که میزان ضربان قلب به شکل بلعکس عمل می‌کند؛ به این معنا که میزان ضربان قلب در

۱۰۰ درصد مقوله‌بندی نماییم (تصویر ۷)؛ حرکت سر آزمودنی‌ها در ۷۴ درصد از کل زمان نمایش فضای به آن‌ها در محدوده مثبت و منفی ۰ تا ۲۵ درجه عمودی و ۴۵ درجه افقی از مرکز میدان دید است که این موضوع موقعیت (محل) جذابیت بصری (سطح توجه بالا) برآمده از نور روز که خود متأثر از معیارهای معمارانه جداره‌های نور گذر است را آشکار می‌سازد. داده‌های برآمده از این روش را می‌توان مکمل با سایر داده‌های خودگزارشی و داده‌های فیزیولوژیکی مقایسه، تحلیل و تفسیر نموده و به نتایجی با قابلیت تعمیم و روایی بالا از تأثیر الگوهای انتشار نور روز بر ماهیت پیچیده احساسات انسان دست یافت.



تصویر ۷- خط سیر حرکت سر تمامی آزمودنی‌ها در نمونه مورد مطالعه و تقسیم‌بندی نواحی حرکت عمودی سر آن‌ها (Rockcastle et al, 2017c).

به تشریح اصلی‌ترین این پژوهش‌ها بر اساس بازه زمانی (به صورت کرونولوژیک) پرداخته می‌شود. امیدفر و همکاران (2015) رابطه شش‌الگوی متفاوت انتشار نور (تصویر ۸) و ادراکات افراد شامل میزان خوشایندی، راحتی و آسایش، نظم، پرت نمودن حواس و سادگی را از طریق پرسش نامه خودگزارشی ارزیابی نمودند. در این تحقیق همچنین نتایج ارزیابی ذهنی ساکنان (شاخص‌های

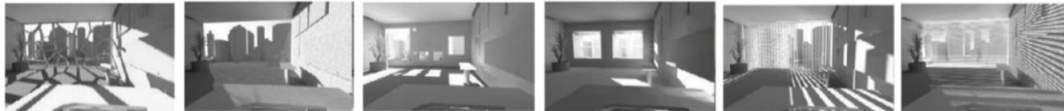
برخی تحقیقات با بهره‌گیری حسگرهای ردیابی حرکت چشم و سر انسان داده‌های عینی مرتبط با حرکت سر و حرکت چشم (حسگر Head and Eye-tracking) را استخراج نموده و بینش جدیدی از چگونگی ادراک افراد از فضای مجازی را فراهم آورده‌اند (Rockcastle et al, 2017c; Zho and Ergan, 2019b). برای مثال، یافته‌های تحقیق روکاسل و همکاران (2017c) که از حسگر ردیابی حرکت سر در محیط واقعیت مجازی (تصاویر چشم ماهی ۱۸۰ درجه) بهره گرفتند نشان می‌دهد که در بستر مورد مطالعه چنانچه محدوده عمودی از خط افقی مرکز را به سه ناحیه ۰ تا ۲۵ درصد، ۲۵ تا ۵۰ درصد و ۵۰ تا

۳-۴- مصادیق پژوهشی اثرات ادراکی نور روز

تعدادی از مطالعات به بررسی رابطه بین شرایط (الگوهای، لکه‌های) متفاوت انتشار نور روز در فضای داخل که خود منتج از مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر است (متغیر مستقل) و ادراکات ساکنان (متغیر وابسته) و در کل اثرات ادراکی نور روز بر انسان پرداخته‌اند که در ادامه

اول و از لحاظ شاخص‌های کیفی در رتبه ششم قرار گرفت که این یافته بر اهمیت سنجش توأمان هردوی شاخص‌های کمی و کیفی جهت ارزیابی جامع و مطلوب فضاهای بهره‌مند از نور روز تأکید دارد.

کیفی) با سنجش کمی (شاخص‌های کمی) نور روز مورد مقایسه قرار گرفته است که یافته‌ها حاکی از تفاوت بین شاخص‌های کیفی و کمی است؛ برای مثال، الگوی انتشار وروئنی از لحاظ شاخص کمی کفایت (اتونومی) نور روز (DA) در رتبه

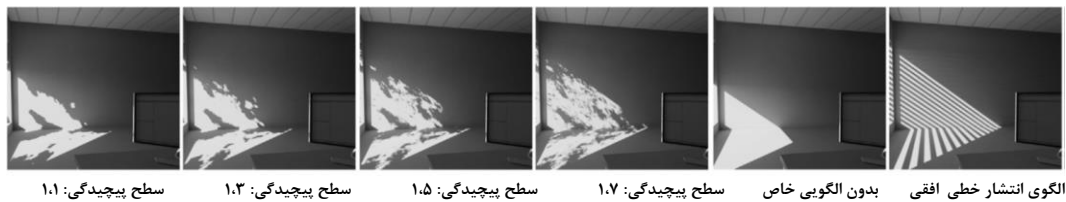


تصویر ۸- به ترتیب از راست به چپ: الگوی انتشار خطی افقی، الگوی خطی عمودی، دو بازشو داخل رفته یکنواخت، چهار بازشو با ابعاد متفاوت، الگوی کاملاً مستقیم (بدون فیلتر) و الگوی وروئنی (Omidfar And Groat, 2015).

خیرگی را ارتقا بخشند که صحت رابطه بین جذابیت بصری و آسایش بصری را یافته‌های سایر پژوهش‌ها (Abboushi et al, 2018; Abboushi and Elzeyadi, 2018; Omidfar and Chamilothoni, 2019) نیز تصدیق می‌نماید.

چمیلوتوری و همکاران (2019)، تأثیر سه نوع هندسه منظم، نامنظم و خطی افقی نما (تصویر ۱۰) با ۲۵ درصد سطح قابل نفوذ نور و به تبع آن الگوهای متفاوت انتشار نور بر واکنش‌های ذهنی آزمودنی‌ها شامل حس خوشایندی، جذابیت، هیجان و واکنش‌های عینی (فیزیولوژیکی) آن‌ها شامل ضربان قلب، هدایت پوستی در بستر دو نوع فعالیت اجتماعی و کاری (انفرادی) را ارزیابی نمودند. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که الگوهای متفاوت انتشار نور به شکل معناداری با ادراکات افراد رابطه دارد.

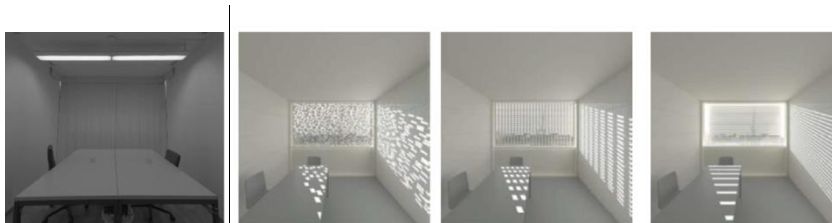
ابوشی و همکاران (2019) تأثیر سه الگوی انتشار فراکتال با سطح پیچیدگی‌های (D) متفاوت، الگوی انتشار خطی افقی و بدون الگویی خاص (تصویر ۹) بر واکنش‌های ذهنی آزمودنی‌ها شامل جذابیت بصری، ترجیح بصری و حس و حال (هیجان و آرامش) افراد از فضا را از طریق پرسش نامه ارزیابی نمودند. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که الگوی انتشار فراکتال با سطح پیچیدگی متوسط و متوسط رو به بالا (۱،۵-۱،۷) به شکل معناداری نسبت به سایر الگوها جذابیت بصری و ترجیح بصری بیشتر و همچنین حس و حال مطلوب‌تری را از طریق شکل‌دهی تعادل بهتر بین حس آرامش و حس هیجان در فضای داخلی ایجاد می‌نماید و همچنین، بهره‌گیری از الگوهای انتشار نور روز که جذابیت بصری بالایی دارند چون الگوی فراکتال می‌تواند بر آسایش بصری افراد نیز مؤثر باشد؛ به این معنا که این الگوها می‌توانند آستانه تحمل ساکنان در شرایط ایجاد



تصویر ۹- سه الگوی انتشار فراکتال با سطح پیچیدگی‌های (D) متفاوت، الگوی انتشار خطی افقی و بدون الگوی خاص (Abboushi et al, 2019)

آنان (Chamilothori et al, 2016) نیز هم‌راستا است. لازم به توضیح است که یافته‌های ارزیابی رابطه نوع فعالیت فضا با واکنش‌های ذهنی و عینی آزمودنی‌ها حکایت از رابطه معنادار نوع فعالیت‌ها با حس هیجان و جذابیت فضا و میزان هدایت پوستی آزمودنی‌ها دارد. برای مثال، الگوی انتشار نامنظم به شکل معناداری جذابیت بصری و حس هیجان بالاتری را نسبت به الگوی خطی در بستر فعالیت‌های اجتماعی ایجاد می‌نماید؛ ولی این موضوع در بستر فعالیت کاری صادق نیست. همچنین سطح هدایت پوستی آزمودنی‌ها در بستر فعالیت‌های اجتماعی هنگام مشاهده الگوی منظم و الگوی خطی افقی نسبت به فعالیت کاری در مواجهه با الگوهای مطروحه به شکل معناداری بالاتر است.

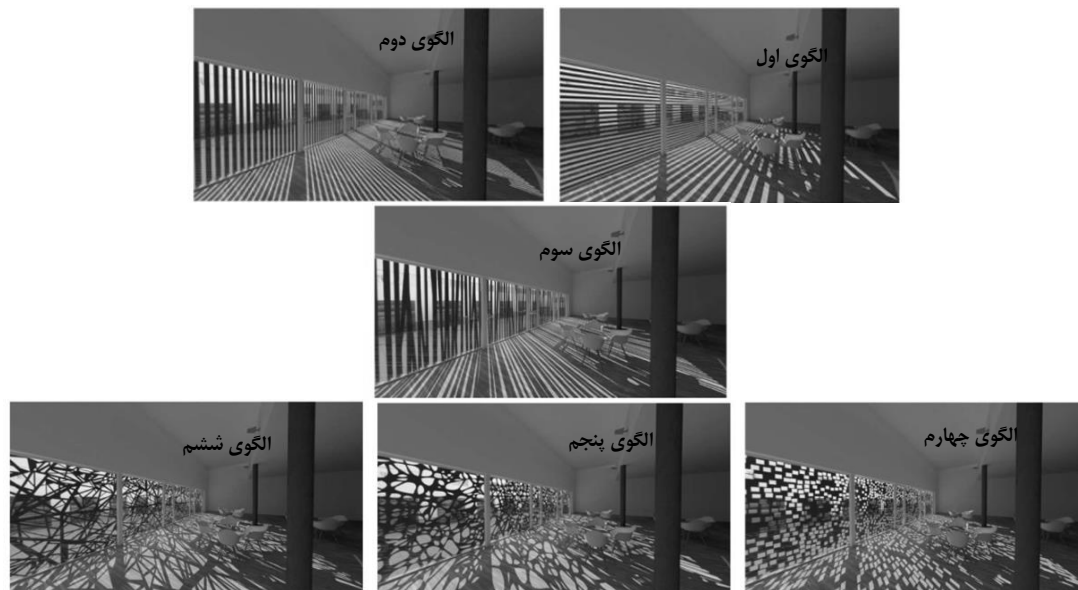
یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که الگوهای متفاوت انتشار نور به شکل معناداری با ادراکات افراد رابطه دارد. به‌ویژه هندسه نامنظم (انتشار غیریکنواخت نور) نسبت به هندسه منظم نما (انتشار یکنواخت نور) به شکل معناداری حس خوشایندی، جذابیت و هیجان بیشتری را در فضا شکل می‌دهد. همچنین، یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که الگوهای متفاوت انتشار نور در فضا بر میانگین ضربان قلب افراد تأثیرگذار و بر سطح هدایت پوستی آنان بی‌تأثیر است؛ زمانی که افراد در معرض الگوی انتشار نور نامنظم در فضا قرار می‌گیرند در مقایسه با الگوی انتشار خطی افقی، میانگین ضربان قلب آن‌ها پایین‌تر است که این موضوع بر توجه بیشتر افراد بر الگوی نامنظم انتشار نور اشاره دارد. این یافته با پژوهش‌های پیشین



تصویر ۱۰- به ترتیب: الگوی انتشار خطی افقی، الگوی انتشار منظم، الگوی انتشار نامنظم و فضای خنثی (Chamilothori et al; 2019)

آزمودنی‌ها از طریق شاخص‌های ادراک حسی چون حس خوشایندی، جذابیت، هیجان و آرامش و شاخص‌های ظاهر بصری چون پیچیدگی، شفافیت، دلبازی و رضایت از میزان دید به بیرون در واقعیت مجازی (VR) سنجیده شده است.

چمیلوتوری (2019) رابطه شش نوع هندسه متفاوت نما (تصویر ۱۱) با ۴۰ درصد سطح قابل نفوذ نور برآمده از یافته‌های تحقیق فریدنبرگ و لیبی^{۱۷} (2016) و تجربه فضایی آزمودنی‌ها را ارزیابی نمود. در این پژوهش تجربه فضایی



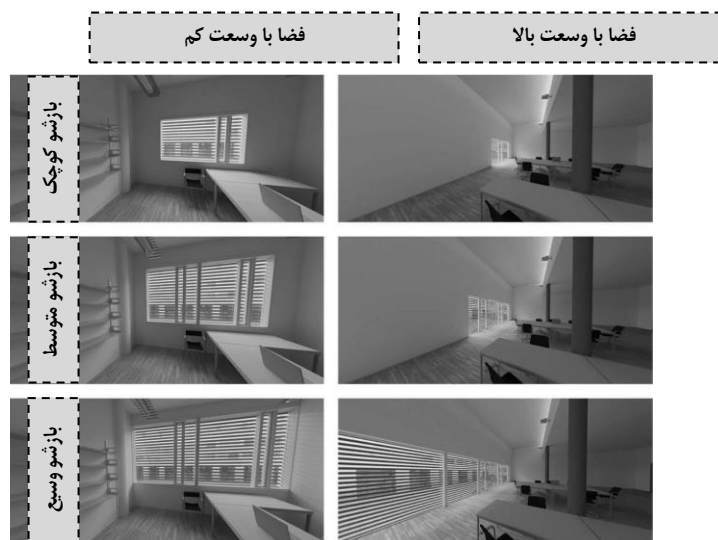
تصویر ۱۱- شش نوع هندسه متفاوت نما مورد مطالعه (Chamilothori, 2019)

معکوس بین میزان پیچیدگی و خوشایندی فضا که تحقیقات پیشین (Berlyne, 1971; Friedenber) نیز (Abboushi et al, 2019; and Liby, 2016; به آن اذعان داشته‌اند، دلالت دارد. موسکوسو و همکاران (2020) رابطه سه نوع ابعاد متفاوت کوچک، متوسط و بالای بازشوها (تصویر ۱۲) با الگوهای انتشار نور یکسان خطی افقی در دو فضا با وسعت بالا و کم و در بستر دو نوع فعالیت اجتماعی و کاری و سه شرایط متفاوت آسمان (دو حالت آسمان صاف با زاویه تابش کم و بالا و آسمان ابری) و ابری را با واکنش‌های ذهنی افراد شامل خوشایندی، هیجان، آرامش،

یافته‌های این تحقیق حاکی از تشابه الگوی اول و دوم با یکدیگر و الگوی پنجم و شش در ایجاد حس هیجان است و الگوی سوم به شکل معناداری حس خوشایندی، جذابیت، هیجان، آرامش بیشتری نسبت به الگوی دوم ترغیب می‌نماید؛ این در حالی است که تنها تفاوت این دو الگو اندکی مورب شدن خطوط عمودی در الگوی سوم است که این یافته بر تفاوت ادراکات برآمده از این دو الگوی به ظاهر متشابه و تأثیر قابل ملاحظه مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر بر بهبود تجربه فضایی ساکنان صحنه می‌گذارد. همچنین تفسیر یافته‌های این تحقیق بر رابطه U شکل

میزان دید و منظر ترجیح می‌دهند؛ در حقیقت ابعاد بازشو بر چگونگی ادراک فضا مؤثر است و مقیاس فضا در ترجیح ابعاد پنجره نقش دارد که این امر بر اهمیت سنجش همزمان این دو متغیر به منظور ارزیابی اثرات ادراکی نور روز، دلالت دارد. رابطه مثبت و معنادار بین ابعاد بازشو و حس خوشایندی، هیجان، پیچیدگی و دلبازی فضا با یافته‌های پژوهش پیشین (Moscoso et al, 2015a) نیز هم‌راستا است.

جذابیت، پیچیدگی، دلبازی، رضایت از دید و منظر و روشنایی در واقعیت مجازی (VR) سنجیدند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که ابعاد بازشو و مقیاس فضا به شکل معناداری بر ادراکات افراد تأثیرگذار است. ابعاد وسیع‌تر پنجره موجب بهبود تمامی شاخص‌های ارزیابی ادراکات افراد می‌شود. همچنین، رابطه معناداری بین ابعاد بازشو و وسعت فضا به جهت رضایت از میزان دید و منظر وجود دارد. برای مثال، افراد در فضای با وسعت کم، ابعاد وسیع‌تری از پنجره را به دلیل



تصویر ۱۲- پرسپکتیو فضای داخلی شبیه‌سازی شده (وسعت بالا و وسعت کم) بر اساس سه نوع ابعاد متفاوت کوچک، متوسط و بالای بازشو در بستر فعالیت کاری و شرایط آسمان ابری (7, 2020, Moscoso et al).

روش‌ها و ابزارهای سنجش در طول زمان (به صورت کرونولوژیک) را نمایش می‌دهد.

جدول ۲ جمع‌بندی و مقایسه مشخصات اصلی‌ترین پژوهش‌های مرتبط با اثرات ادراکی نور روز و روند توسعه و پیشرفت آن‌ها به‌ویژه در حیطه

جدول ۲- جمع‌بندی و مقایسه‌ی مشخصات مصادیق پژوهشی اثرات ادراکی نور روز بر انسان در طول آ (به‌صورت کروئولوژیک)

پژوهش	متغیرهای مستقل	متغیرهای وابسته (شاخص‌های ذهنی و عینی)	روش‌ها و ابزارهای سنجش	مهم‌ترین یافته‌ها
بوبری و همکاران (1991)	چهار ابعاد متفاوت بازشو	حس و حال فضا و رضایت‌مندی	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه کتبی دو قطبی؛ افتراق معنایی؛ SDS) در محیط واقعی (۴۰ آزمودنی در فضای اداری)	نفوذ مستقیم آفتاب و پوشش ۱۰ تا ۴۵ درصدی سطح فضا توسط آن با احساس آرامش آزمودنی‌ها رابطه معناداری دارد.
ونگ و بوبری (2010a)	سه نوع فعالیت کاری، فعالیت کاری گروهی و استراحت	ترجیح نشستن	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه خود-گزارشی) در محیط واقعی (۱۰۰ آزمودنی در فضای اداری)	افراد مجاورت به نور مستقیم آفتاب را برای کار انفرادی و استراحت ترجیح می‌دهند؛ ولی برای انجام کار گروهی ترجیح نمی‌دهند.
ونگ و بوبری (2010b)	ده موقعیت نشستن	کارایی شناختی، حس و حال و ترجیحات	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه خود-گزارشی) در محیط واقعی (۱۰۰ آزمودنی در فضای اداری)	موقعیت نشستن افراد و مجاورت آن‌ها با نور مستقیم آفتاب با کارایی شناختی، حس و حال و ترجیحات آن‌ها رابطه دارد.
امیدفر و همکاران (2015)	شش هندسه متفاوت الگوهای انتشار نور روز (تصویر ۸)	خوشایندی، راحتی و آسایش، نظم، پرت نمودن حواس و سادگی	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه کتبی دو قطبی؛ افتراق معنایی؛ SDS) در محیط مجازی دوبعدی (نمایش دو بعدی تصاویر شبیه‌سازی شده در بستر فضای اداری توسط نرم افزارهای راینو و پلاگین دیوا برای راینو) نمایش داده شده به ۱۳۰ آزمودنی	بین شاخص‌های کمی (برای مثال شاخص کفایت نور روز: DA) و کیفی (ادراکات آزمودنی‌ها) نور روز تفاوت وجود دارد که این امر بر اهمیت سنجش توأمان هر دو شاخص‌های کمی و کیفی نور روز جهت ارزیابی جامع و مطلوب فضاهای بهره‌مند از نور روز، دلالت دارد.
روکاسل و اندرسن (2017b)	- نه فضای معماری با الگوهای متفاوت انتشار نور روز - شرایط آسمان (صاف یا ابری)	سطح تضاد پایین و تضاد بالا، یکپارچگی و عدم یکپارچگی، متنوع و عدم تنوع، مستقیم و پخش شونده، ساده و پیچیده، آرامش و هیجان، ملایم و برانگیزاننده	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه کتبی دو قطبی؛ افتراق معنایی؛ SDS) در محیط مجازی دو بعدی (تصاویر دیجیتال شبیه‌سازی شده در نه بستر متفاوت) * نمایش داده شده به ۱۶۸ آزمودنی توسط تبلت و لپ‌تاپ	الگوهای انتشار نور روز و وضعیت آسمان تاثیر معناداری بر تمامی شاخص‌های ذهنی مورد مطالعه دارد.
روکاسل و اندرسن (2017c)	- هشت فضای معماری با الگوهای متفاوت انتشار نور روز - زاویه دید ناظر - موقعیت ناظر	واکنش‌های ذهنی شامل جذابیت بصری، هیجان و آرامش و واکنش‌های عینی آن‌ها شامل ردیابی حرکت سر (Head tracking)	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه شفاهی تک قطبی) و مشاهده‌ای (حسگر ردیابی حرکت سر) در محیط مجازی سه بعدی (واقعیت مجازی غوطه‌ور کننده: **IVR در هشت بستر متفاوت) نمایش داده شده به ۶۵ آزمودنی در هدست واقعیت مجازی از نوع Oculus Rift CV1	الگوهای متفاوت انتشار نور روز معناداری بر میانگین سه شاخص ذهنی خوشایندی، جذابیت و هیجان آزمودنی‌ها (PIE) دارد. حرکت سر آزمودنی‌ها عمدتاً در محدوده دید مثبت و منفی ۲۵ درجه عمودی و ۴۵ درجه افقی از مرکز میدان دید است که این موضوع موقعیت (محل) جذابیت بصری (سطح توجه بالا) برآمده از نور روز که خود متأثر از معیارهای معمارانه طراحی

				جداره‌های نور گذر است را آشکار می‌سازد.
ابوشی و همکاران (2019)	سه نوع هندسه متفاوت الگوهای انتشار نور روز (تصویر ۹)	جذابیت بصری، ترجیح بصری و حس و حال (هیجان و آرامش)	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه کتبی دو گزینه‌ای؛ 2AFC و پرسش‌نامه تک قطبی) در محیط مجازی دو بعدی (تصاویر دو بعدی شبیه‌سازی شده در بستر فضای اداری) نمایش داده شده از طریق پروژکتور	الگوی انتشار فراکتال با سطح پیچیدگی متوسط و متوسط رو به بالا (۱،۵-۱،۷) به شکل معناداری نسبت به سایر الگوها جذابیت بصری و ترجیح بصری بیشتر و همچنین حس و حال بهتری را از طریق شکل‌دهی تعادل بهتر بین حس آرامش و حس هیجان در فضای داخلی ایجاد می‌نماید؛ به‌یانی دیگر بین میزان پیچیدگی هندسه الگوهای انتشار نور روز و خوشایندی فضا رابطه U شکل معکوس وجود دارد.
چمیلتوری و همکاران (2019)	- سه نوع هندسه متفاوت الگوهای انتشار نور روز (تصویر ۱۰) - نوع فعالیت‌ها: فعالیت اجتماعی و کاری (انفرادی)	واکنش‌های ذهنی آزمودنی‌ها شامل حس خوشایندی، جذابیت، هیجان و واکنش‌های عینی (فیزیولوژیکی) آن-ها شامل ضربان قلب (HR) و هدایت پوستی (SC)	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه شفاهی تک قطبی) و آزمایشگاهی (ابزار: حسگر Empatica E4 wristband) در محیط مجازی سه بعدی (واقعیت مجازی غوطه‌ور کننده: **IVR در بستر فضای اداری) نمایش داده شده به ۷۲ آزمودنی در هدست واقعیت مجازی از نوع Oculus Rift CV1	هندسه نامنظم (انتشار غیریکساخت نور) نسبت به هندسه منظم (انتشار یکساخت نور) به‌شکل معناداری حس خوشایندی، جذابیت و هیجان بیشتری را در فضا شکل می‌دهد. الگوهای متفاوت انتشار نور در فضا بر میانگین ضربان قلب افراد تأثیر گذار و بر سطح هدایت پوستی آنان بی‌تأثیر است. نوع فعالیت‌ها با حس هیجان و جذابیت فضا و میزان هدایت پوستی آزمودنی‌ها رابطه دارد.
چمیلتوری (2019)	شش هندسه متفاوت الگوهای انتشار نور روز (تصویر ۱۱)	حس خوشایندی، جذابیت، هیجان و آرامش، پیچیدگی، شفافیت، دل‌بازی و رضایت از میزان دید به بیرون	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه شفاهی تک قطبی) در محیط مجازی سه بعدی (واقعیت مجازی غوطه‌ور کننده: **IVR در بستر فضای چند عملکردی در دانشکده) نمایش داده شده به ۲۵۸ آزمودنی در هدست واقعیت مجازی از نوع Oculus DK2	تأثیر قابل ملاحظه مشخصه‌های معمارانه جداره‌های نور گذر بر بهبود تجربه فضایی ساکنان و وجود رابطه U شکل معکوس بین میزان پیچیدگی هندسه الگوهای انتشار نور روز و خوشایندی فضا که تحقیقات پیشین (Abboushi et al, 2019) نیز به آن اذعان داشته‌اند.
امیدفر و چمیلتوری (2019)	- شش هندسه متفاوت الگوهای انتشار نور روز - مبلمان - رنگ مصالح	خوشایندی، جذابیت، پیچیدگی و رضایت از سطح روشنایی	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه شفاهی تک قطبی) در محیط مجازی اداری سه بعدی (واقعیت مجازی غوطه‌ور کننده: **IVR در بستر فضای اداری) نمایش داده شده به ۱۰۰ آزمودنی در هدست واقعیت مجازی از نوع Oculus Go	الگوهای انتشار نور روز با جذابیت بصری بالا بر آسایش بصری افراد موثرند؛ در حقیقت، این الگوها می‌توانند آستانه تحمل ساکنان در شرایط ایجاد خیرگی را ارتقا بخشد. همچنین رنگ مصالح تأثیر معناداری بر ارزیابی ساکنان از رضایت آن‌ها از سطح روشنایی دارد.
موسکوسو و همکاران (2020)	- ابعاد بازشو (تصویر ۱۲) - مقیاس و یا وسعت فضا	خوشایندی، هیجان، آرامش، جذابیت، پیچیدگی، دل‌بازی، رضایت از دید و منظر و	پیمایشی (ابزار: پرسش‌نامه شفاهی تک قطبی) در محیط مجازی سه بعدی (واقعیت مجازی غوطه‌ور کننده: **IVR در دو بستر فضای چند	ابعاد بازشو رابطه مثبت و معناداری با ادراکات افراد دارد. در حقیقت، ابعاد وسیع‌تر پنجره موجب بهبود تمامی شاخص‌های ارزیابی ادراکات آزمودنی‌ها

<p>می‌شود. رابطه معناداری بین ابعاد بازشو و مقیاس فضا به جهت رضایت از میزان دید و منظر وجود دارد که این امر بر اهمیت سنجش همزمان این دو متغیر به منظور ارزیابی اثرات ادراکی نور روز، دلالت دارد.</p>	<p>عملکردی در دانشکده و فضای اداری) نمایش داده شده به ۱۵۰ آزمودنی در هدست واقعیت مجازی Oculus Rift CV1 از نوع</p>	<p>روشنایی</p>	<p>(مقیاس وسیع، مقیاس متوسط و مقیاس کوچک) - نوع فعالیت‌ها: فعالیت اجتماعی و کاری (انفرادی) - سه شرایط آسمان</p>	
--	---	----------------	---	--

* تصاویر پرسپکتیو فضای داخلی (از یک نقطه دید ثابت) با استفاده از افزونه دیوا برای نرم‌افزار راینو و نرم‌افزار رادیانس، بر مبنای قوانین فیزیکی (PBR) و با محدوده درخشندگی بالا (HDR) شکل می‌گیرند؛ سپس سطح درخشندگی تصاویر با قابلیت سطح درخشندگی نمایشگرهای دو بعدی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های نگاشت تن (Tone Mapping) منطبق شده و به آزمودنی‌ها نمایش داده می‌شود.

** تصاویر ۱۸۰ یا ۳۶۰ درجه‌ای با استفاده از افزونه دیوا برای نرم‌افزار راینو و نرم‌افزار رادیانس، بر مبنای قوانین فیزیکی (PBR) و با محدوده درخشندگی بالا (HDR) شکل می‌گیرند؛ سپس سطح درخشندگی تصاویر با قابلیت سطح درخشندگی نمایشگر هدست‌های واقعیت مجازی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های نگاشت تن (Tone Mapping) منطبق و پس از ایجاد محیط غوطه‌ورکننده ۱۸۰ و یا ۳۶۰ درجه از طریق موتور بازی‌سازی یونیتی، فضا در هدست به آزمودنی‌ها نمایش داده می‌شود.

پیش‌بین قابل اتکا، معماران را قادر می‌سازد تا در مرحله فرآیند طراحی کارایی ادراکی طرح خود را ارزیابی و تحلیل نمایند.

بنابر آنچه که از پیشینه تحقیق برمی‌آید، پنج شاخص کمی سنجش متوسط درخشندگی و تغییرات درخشندگی، تضاد درخشندگی فضایی سالانه^{۱۸}، تغییرات درخشندگی سالانه^{۱۹} و سنجش سطح پیچیدگی^{۲۰} در حیطه پژوهش‌های مرتبط با پیش‌بینی اثرات ادراکی نور روز و شاخص طیف دامنه فوریه دوبعدی^{۲۱} (FFT2) در زمینه ارزیابی و پیش‌بینی اثرات ادراکی سایر محرک‌های بصری، شاخص‌های کمی پیش‌بینی هستند که محققان از آن‌ها بهره برده‌اند که در ادامه بر اساس توسعه و پیشرفت هریک در طول زمان (به‌صورت کرونولوژیک) به تشریح آن‌ها پرداخته شده است.

۳-۵- کمی‌سازی و پیش‌بینی کارایی ادراکی نور روز

طبق پیشینه، پیش‌بینی کارایی ادراکی نور روز (کیفی) از طریق روش‌های برآمده از علوم بصری و گرافیک رایانه‌ای که منتج به استخراج داده‌های کمی از طریق پردازش تصویر می‌شود به یکی از دغدغه‌های اصلی محققان مرتبط با موضوع تحقیق مبدل شده است (Ámundadóttir et al, 2017b; Chamilothori, 2019; Rockcastle, 2014; 2017c; 2017b; 2017a)؛ در حقیقت در این پژوهش‌ها قابلیت شاخص‌های متفاوت تصویر مبنای جهت پیش‌بینی واکنش‌های ذهنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها نسبت به هندسه‌های متفاوت نما سنجیده می‌شود و یا به‌بیانی دیگر میزان همبستگی بین شاخص‌های کمی و واکنش‌های ذهنی و عینی تعیین می‌شود. کمی‌سازی نقش نور روز بر ادراکات حسی ساکنان از فضا و ارائه شاخص‌های

۳-۵-۱- تضاد درخشندگی سالیانه و تغییرات درخشندگی سالیانه

یافته‌های تحقیق تیلر و ویتچ^{۲۲} (1995) نشان می‌دهد که کاربران در محیط اداری انتشار غیر یکنواخت نور را ترجیح می‌دهند و این شرایط درک آنان از روشنایی را افزایش می‌دهد. کتجن^{۲۳} و همکاران (2008) دریافتند که با افزایش سطح متوسط درخشندگی رضایت کاربران از محدوده دید آن‌ها در محیط اداری ارتقا می‌یابد. همچنین، با افزایش تغییرات درخشندگی نور احساس هیجان کاربران در فضای اداری ترغیب می‌شود. نتایج تحقیق ویلمبرگ و اینانیسی^{۲۴} (2009) مرتبط با ترجیح چگونگی پخش نور از سایبان‌های افقی در محیط اداری نیز حاکی از آن است که علی‌رغم آنکه تغییرات در میزان درخشندگی سبب پویایی محیط می‌شود؛ ولی تغییرات بیش از حد آن آسایش محیطی را کاهش می‌دهد. طبق پیشینه، اگرچه اجماع بسیاری بین محققان پیرامون چگونگی سنجش سطح روشنایی (Brighness) در فضا وجود دارد؛ ولی پژوهش‌های اندکی به معرفی و تبیین روشی جهت سنجش تغییرات درخشندگی در فضا پرداخته‌اند.

از نظر روکاسل و اندرسن (2014, 321) کاستی پژوهش‌هایی که از شاخص‌های متوسط درخشندگی و تغییرات درخشندگی بهره برده‌اند، عدم توجه به تفاوت درخشندگی (تضاد تیرگی و روشنی) در محدوده دید ساکنان در فضا است. اگرچه این رویه شرایط متفاوت نور روز را گونه بندی و تعیین می‌کند؛ ولی این شاخص‌ها نمی‌تواند پویایی نور انتشاریافته در محیط که عاملی بسیار

مهم در تجربه فضاست (به‌واسطه حس بینایی) را بسنجند.

پارپیری^{۲۵} و همکاران (2002) جهت صحت‌گذاردن بر اهمیت تغییرات انتشار نور در فضا، شاخص تفاوت درخشندگی (LD) را پیشنهاد دادند؛ این شاخص مبتنی بر سنجش درخشندگی در تراز چشم ناظر، جهت ارزیابی میزان تنوع درخشندگی در زوایای دید از پیش تعیین شده (طبق حرکت سر و چشم) در محیط واقعی است. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش تفاوت درخشندگی (تضاد تیرگی و روشنی) میزان خوشایندی افراد از فضای بهره‌مند از نور روز ارتقا می‌یابد. در مجموع می‌توان بیان داشت که نتایج تحقیقاتی که از شاخص تفاوت درخشندگی بهره برده‌اند نشان می‌دهد که رضایت ساکنان از متغیر بودن درخشندگی نسبت به شدت روشنایی تأثیر-پذیری بیشتری دارد.

روکاسل و اندرسن (2014) معتقدند که اگرچه شاخص تفاوت درخشندگی، تنوع فضایی میزان درخشندگی در محدوده دید ساکنان در جهات مختلف را ارزیابی می‌کند؛ ولی تأثیرات لحظه‌ای فضاهای بهره‌مند از نور روز بر افراد را که بنا بر زمان (ساعات، روز، ماه، فصل) و شرایط آسمان متغیر است (ادراک پویای نور روز)، نادیده می‌گیرد. همچنین از آنجایی که این روش مبتنی بر سنجش کالبدی در محیط واقعی است محققان را با چالش‌های متعددی در دست‌کاری و کنترل متغیرها پیشرو می‌سازد.

روکاسل و اندرسن (2014) با تبیین ماهیت پویای نور روز دو شاخص تضاد درخشندگی فضایی

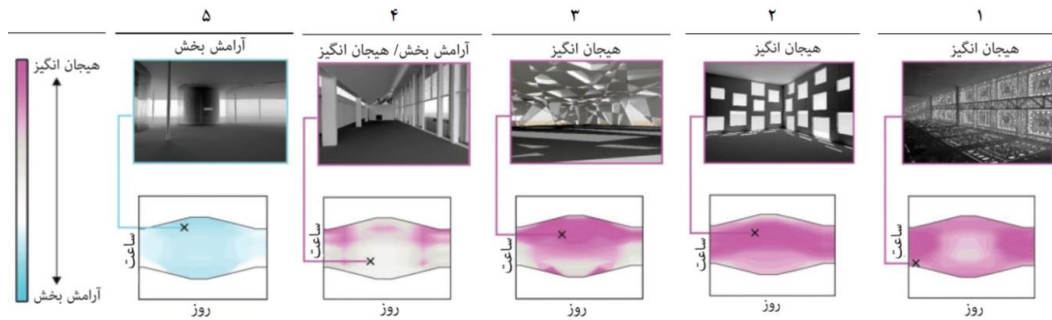
پرسش‌نامه، به‌منظور تعیین روش سنجشی که بالاترین همبستگی را با واکنش‌های ذهنی آزمودنی‌ها دارد، پرداخته‌اند^{۲۶}. دستاورد این تحقیق ارائه مدلی پیش‌بین با استفاده از شاخص سنجش تضاد مرتبه پنجم RAMMG مطروحه توسط ریزی (2004) جهت ارزیابی واکنش‌های ادراکی هیجان و آرامش افراد نسبت به ترکیب‌بندی انتشار نور روز در ۵۶ مقطع زمانی که طبق مطالعات پیشین (Kleindienst et al, 2008) تغییرات روزانه و فصلی نور روز را به‌خوبی پوشش می‌دهد، در طول سال است. این مدل معماران را قادر می‌سازد که تأثیرات متفاوت ادراکی از لحاظ شاخص‌های هیجان‌انگیز و یا آرامش‌بخش بودن الگوهای انتشار نور روز در فضای داخل بر ساکنان را از زاویه دید ثابت در طول سال ارزیابی نمایند (تصویر ۱۳).

همان‌طور که تصویر ۱۳ نمایش می‌دهد ادراک هیجان و آرامش افراد، متأثر از الگوهای متفاوت انتشار نور از زاویه دید ثابت در طول ساعات روز و ماه‌های سال (از چپ به راست نمودار ماه‌های فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز) قابل ارزیابی و پیش‌بینی است. برای مثال، الگوی انتشار اول عمدتاً حس هیجان را در طول سال ایجاد می‌نماید و این حس در ماه‌های زمستان و پاییز (ابتدا و انتهای نمودار) که زاویه تابش کمتر است و ترکیب‌بندی پیچیده‌تری از نور و سایه شکل می‌گیرد بیشتر ترغیب می‌شود. همچنین، در چهارمین الگوی انتشار (آرامش‌بخش / هیجان‌انگیز) حس هیجان عمدتاً در بعدازظهر و ساعات انتهایی روز در فصول زمستان و پاییز بالاتر است.

سالیانه و تغییرات درخشندگی سالیانه را پیشنهاد دادند که به‌واسطه آن تضاد سایه و روشن و تغییرات درخشندگی در موقعیت‌های متفاوت فضا، زوایای دید و شرایط متفاوت آسمان در طول سال با استفاده از داده‌های برآمده از پردازش تصاویر شبیه‌سازی شده، قابل ارزیابی است. به‌بیانی دیگر، چنانچه میزان تضاد درخشندگی فضایی سالیانه و تغییرات درخشندگی سالیانه شبیه‌سازی و کمی سازی شود، با ارزیابی ادراکات ساکنان در چند محدوده دید می‌توان به الگوریتم و مدلی پیش‌بین دست‌یافته و آن‌را به موقعیت‌ها، زوایای دید و شرایط متفاوت آسمان در طول سال تعمیم داد. با استفاده از این دو معیار محققان قادر خواهند بود تأثیر معیارهای طراحی جداره‌های نور گذر که شرایط و الگوهای متفاوت انتشار نور از آن منتج می‌شود را بر ادراکات ساکنان پیش‌بینی نمایند. روکاسل و همکاران (2017b) در پژوهش بعدی خود به به نوع اصلاح شده‌ای از شاخص تضاد فضایی (mSC) دست یافتند.

مصادیق پیش‌بینی کارایی ادراکی نور روز با بهره‌گیری از شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC)

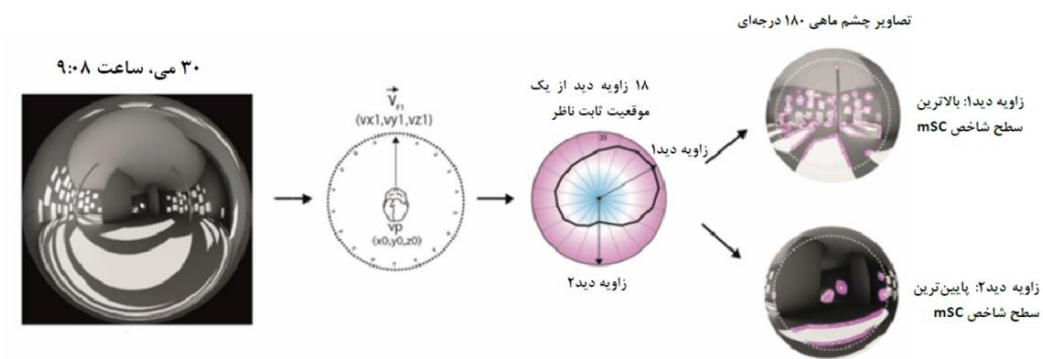
روکاسل و همکاران (2017b) با تأکید بر ادراک پویای نور روز به‌دلیل ماهیت متغیر آن بر مبنای ساعت، روز و فصول متفاوت سال و شبیه‌سازی موردهای مطالعاتی با هندسه‌های متفاوت به بررسی رابطه بین روش‌های موجود سنجش تضاد تیرگی و روشی در پردازش تصاویر و داده‌های کمی برآمده از آن و داده‌های خودگزارشی برآمده از



تصویر ۱۳- پیش‌بینی حس هیجان و آرامش در ۵۶ مقطع زمانی در طول سال با زاویه دید ثابت بر اساس شاخص کمی تضاد درخشندگی فضایی (Rockcastle et al, 2017b)

ولی شرایط متفاوت آسمان صاف و یا ابری و زوایای دید متفاوت (با تقسیم فضای ۳۶۰ درجه به ۱۸ زاویه دید در تصاویر چشم ماهی ۱۸۰ درجه) در طول سال پرداختند. برای مثال، همان‌طور که در تصویر ۱۴ مشخص است؛ در تصویر شبیه‌سازی شده ۳۶۰ درجه در یکی از نمونه‌های مورد مطالعه در تاریخ سی‌ام ماه می ساعت نه و هشت دقیقه صبح در شرایط آسمان صاف بالاترین حس هیجان مربوط به زاویه دید ۱ و بالاترین حس آرامش در زاویه دید ۲ است.

روکاسل و همکاران (2017c) در پژوهشی دیگر نیز با سنجش ادراکات افراد از طریق نمایش نمونه‌های شبیه‌سازی شده ۱۸۰ درجه در محیط واقعیت مجازی غوطه‌ورکننده (IVR) و مقایسه آن‌ها با شاخص‌های سنجش تصویر مبنا (تضاد تیرگی و روشنی) برآمده از پیشینه، مجدداً به شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC) به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌ترین شاخص حس هیجان و آرامش آزمودنی‌ها دست یافتند و از طریق آن به ارائه مدل پیش‌بین از حس هیجان و آرامش در نمونه‌های مورد مطالعه بر مبنای موقعیت ثابت افراد (ناظر)؛



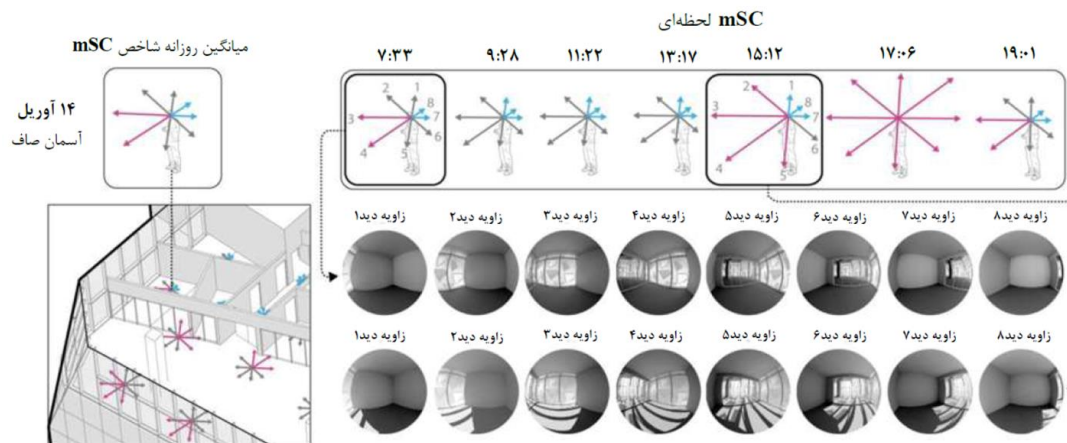
تصویر ۱۴- پیش‌بینی حس هیجان و آرامش در موقعیت ناظر ثابت و زاویه دید متغیر بر اساس شاخص کمی تضاد درخشندگی فضایی (Rockcastle et al, 2017c)

از حس هیجان و آرامش در یک مورد مطالعاتی بر مبنای موقعیت متفاوت ناظر (در تحقیقات پیشین موقعیت ناظر ثابت در نظر گرفته شده بود)، شرایط متفاوت آسمان صاف و یا ابری و زوایای دید متنوع (۸ زاویه در هر موقعیت ناظر) در طول سال پرداختند.

تصویر ۱۵ تجربه پویای فضایی مورد مطالعاتی را بر اساس ساعات روز در یک موقعیت ناظر نمایش می‌دهد؛ همان‌طور که در این تصویر مشخص است در روز ۱۴ آوریل و در شرایط آسمان صاف، حس هیجان (بردارهای صورتی رنگ) افراد به شکل قابل ملاحظه‌ای در هر زاویه دید وابسته به ساعت روز و به تبع آن تغییر در زاویه تابش خورشید متفاوت است.

آماندادوتیر و همکاران (2017b) نیز بر پایه یافته‌های پژوهش روکاسل و همکاران (2017b) به ارزیابی کارایی ادراکی نور روز (هیجان و آرامش) بنابر زوایای دید متفاوت (۱۸ زاویه دید با تغییر ۲۰ درجه‌ای)، در شرایط آسمان ابری و صاف در یک مورد مطالعاتی پرداختند. اهمیت نقش زاویه دید متفاوت بر ادراکات ساکنان توسط یافته‌های تحقیق ابوشی و همکاران (2018a) نیز مورد تأکید قرار گرفته است.

روکاسل و همکاران (2017a) بر پایه یافته‌های پژوهش‌های پیشین خود که در آن شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC) پیش‌بینی کننده‌ترین شاخص کمی حس هیجان و آرامش آزمودنی‌ها شناخته شد، به ارائه مدلی پیش‌بین فضایی- زمانی



تصویر ۱۵- پیش‌بینی حس هیجان و آرامش در موقعیت ناظر زاویه دید متغیر بر اساس شاخص کمی تضاد درخشندگی فضایی (Rockcastle et al, 2017a)

روز (در سطح چشم ناظر) چون کارایی سلامت محور، کارایی ادراکی (هیجان، آرامش) و آسایش بصری را در موقعیت‌ها و زوایای دید متفاوت ناظر و شرایط آسمان (صاف، ابری) در طول سال، پیش‌بینی و نمایش دهد.

شایان ذکر است که روکاسل و همکاران (2018) بر پایه یافته‌های پژوهش‌های تجربی پیشین خود، به معرفی نرم‌افزار اکوویس^{۲۷} پرداخته‌اند که قادر است با شبیه‌سازی سه‌بعدی فضای موردنظر و شرایط نور روز میزان شاخص‌های انسان‌محور نور

۳-۵-۲- سطح پیچیدگی

تحقیقات نشان می‌دهند که سطح پیچیدگی محرک‌های بصری، ادراکات حسی افراد را متأثر می‌سازد. برای مثال، ارزیابی ذهنی پیچیدگی محرک‌های بصری با احساس برانگیختگی (آرامش و یا هیجان) آزمودنی‌ها رابطه دارد (Marin and Leder, 2013, (2016;) Rockcastle, 2017. همچنین، رابطه سطح پیچیدگی و احساس خوشایندی محرک‌های بصری، معکوس نمودار U شکل است؛ به این معنا که محرک‌های بصری با سطح پیچیدگی متوسط نسبت به محرک‌هایی با سطح پیچیدگی کم و یا زیاد احساس خوشایندی بالاتری دارند (Abboushi et al, 2019; Berlyne, 1971;) Chamilothori, 2019; Friedenber and Liby, (2016).

طبق آنچه که از پیشینه برمی‌آید، محققان جهت کمی‌سازی سطح پیچیدگی محرک‌های بصری از روش‌های متعدد محاسباتی تصویر مبنای بهره برده‌اند. این روش‌ها در دو دسته کلی روش فشرده‌سازی تصاویر که طبق آن حجم تصویر فشرده‌سازی شده در قالب‌های متفاوت GIF, JPEG, PNG TIFF بیان‌گر سطح پیچیدگی است (برای مثال، حجم بالاتر تصویر فشرده‌سازی شده نشان‌گر سطح بالاتری از پیچیدگی تصویر است) و روش‌های تشخیص تعداد لبه چون Sobel, Canny, Bw Perim که طبق آن‌ها سطح پیچیدگی با افزایش میزان لبه‌های تصویر بیشتر می‌شود، مقوله‌بندی می‌شوند. همچنین، آنتروپی شدت هیستوگرام تصاویر (Entropy) و ابعاد فراکتال (D) نیز دو

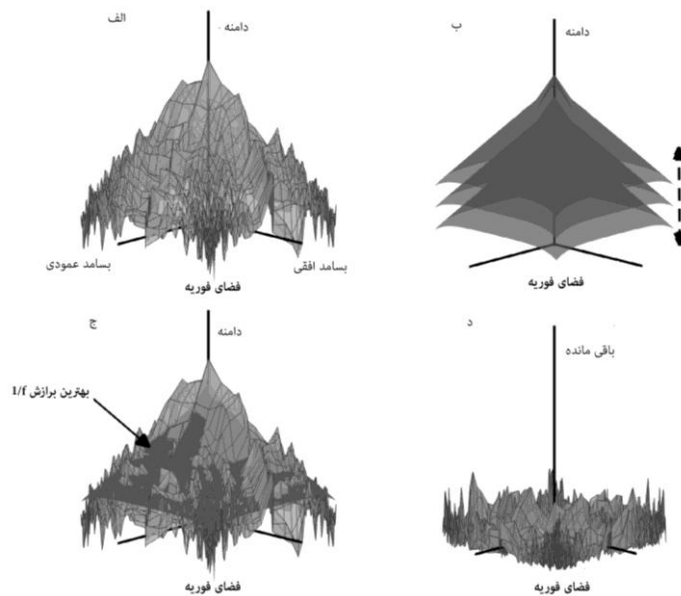
شاخص دیگری هستند که یافته‌های تحقیقات پیشین بر رابطه آن‌ها با ادراک سطح پیچیدگی محرک‌های بصری متفاوت محیط طبیعی و انسان ساخت صحنه می‌گذارد (Chamilothori, 2019). چمیلوتوری (2019) به ارزیابی قابلیت ۳۲ شاخص سنجش سطح پیچیدی تصاویر در پیش‌بینی اثرات ادراکی الگوهای انتشار نور روز پرداخت. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که روش سنجش سطح فشردگی تصاویر در قالب JPEG و الگوریتم تشخیص تعداد لبه PERIM8- PNG بالاترین قابلیت را در پیش‌بینی تأثیرات ادراکی نور روز دارند.

۳-۵-۳- طیف دامنه فوریه دو بعدی (FFT2)

تحقیقات مرتبط با علوم بصری و گرافیک محاسباتی نشان می‌دهند که مناظر طبیعی و تصاویر آن ساختاری دارند که خوشایند بوده و سامانه بصری انسان با آن‌ها سازگارتر است (Geisler, 2008; Field, 1987; Penacchio and wilkins; 2018; wilkins et al; 2015). طبق این پژوهش‌ها، تصاویر مناظر طبیعی عمدتاً انرژی ثابتی دارند، به این معنا که انرژی حاصل از تضاد تیرگی و روشنی و یا فراوانی فضایی^{۲۸} در این تصاویر در تمامی مقیاس‌های فضایی تقریباً یکسان است. طبق پیشینه، یکی از روش‌های پردازش و تمایزدهی ساختار فضایی تصاویر، بهره‌گیری از روش طیف دامنه فوریه دوبعدی (FFT2) است. یافته‌های تحقیقاتی که به پردازش تصاویر طبیعی با استفاده از روش طیف دامنه فوریه دو بعدی

که ساختار تصاویر محیط‌های انسان ساخت با ساختار تصاویر طبیعی متفاوت باشد؛ به این معنا که نسبت فراوانی فضایی به دامنه از $1/f$ بیشتر و یا کمتر باشد و یا پس از تفریق مخروطی با شیب $1/f$ از طیف دامنه فوریه مقدار باقی مانده بیشتر باشد (تصویر ۱۶) به احتمال بالا آن تصاویر در هنگام مشاهده با مغز انسان سازگاری کم و پردازش پیچیده‌تری داشته و سبب واکنش‌های شدیدتری از سوی مغز در ارسال نورون‌ها به سیستم بینایی شده که این موضوع منتج به افزایش نرخ متابولیسم، ناخوشایندی و عدم آسایش بصری افراد می‌شود (Le et al, 2017; Penacchio and wilkins; 2015; Penacchio et al, 2015; wilkins et al; 2018).

پرداخته‌اند نشان می‌دهد که در تصاویر طبیعی نسبت فراوانی فضایی به دامنه $1/f$ است؛ از این رو، هنگامی که نمودار نسبت فراوانی فضایی به دامنه در مختصات لگاریتمی (log-log) ترسیم شود، شیب نمودار نزدیک به -۱ است (Baker and Graf, 2009; Parraga et al, 1998). بر اساس این یافته، پناچیو و ویلکینس (2015) الگوریتمی را ارائه دادند که آسایش بصری و عدم آسایش بصری منتج از مشاهده تصاویر را از طریق داده‌های برآمده از پردازش تصویر، کمی‌سازی و پیش‌بینی می‌نماید. این مدل بر پایه دو اصل ساختار فضایی مناظر طبیعی و حساسیت سامانه بصری انسان شکل گرفته است. طبق این الگوریتم که بر اساس طیف دامنه فوریه دو بعدی انرژی تصاویر را در تمام جهات عمودی، افقی و مورب می‌سنجد، به‌میزانی



تصویر ۱۶- شماتیک روش الف) طیف دامنه فوریه دو بعدی تصاویر مناظر طبیعی در مختصات رگاریتمی (log-log)؛ هر راس در صفحه دارای سه مختصات بوده که این مختصات در صفحه افقی شامل فراوانی فضایی افقی و فراوانی فضایی عمودی در فضای تبدیل دو بعدی فوریه است. در صفحه عمودی مختصات مربوط به لگاریتم، طیف دامنه تصاویر در دو بسامد افقی و

عمودی است. ب) مخروط‌های همسان‌گرد دایره‌ای با شیب $1/f$. ج) طیف دامنه فوریه تصویر الف با بهترین متناسب‌سازی مخروط دو بعدی د) باقی مانده با تفریق بهترین برازش مخروط با شیب $1/f$ از طیف دامنه فوریه (penacchio and wilkins; 2015).
3.

روتا^{۲۹} و همکاران (2019) رابطه چهار نوع نما با هندسه منحنی، راست گوشه، ترکیبی و تیز گوشه با ترجیحات افراد از دید ناظر بیرونی ساختمان را از طریق پرسش‌نامه خودگزارشی و شاخص طیف دامنه فوریه دو بعدی ارزیابی نمودند. یافته‌های این تحقیق حاکی از مشابه بودن نتایج برآمده از پرسش‌نامه و پردازش تصویر است. در حقیقت، هندسه‌نمایی که بیشترین ترجیح را از دیدگاه آزمودنی‌ها دارد، ساختار تصویر آن دارای کمترین فاصله با ساختار تصاویر طبیعی ($1/f$) است. جدول ۳ جمع‌بندی و مقایسه مشخصات پژوهش‌های مرتبط با پیش‌بینی اثرات ادراکی نور روز و سایر محرک‌های بصری در طول زمان (به‌صورت کرونولوژیک) را نمایش می‌دهد.

جدول ۳- جمع‌بندی و مقایسه مشخصات پژوهش‌های مرتبط با پیش‌بینی اثرات ادراکی (کیفی) نور روز و سایر محرک‌های بصری در طول زمان (به‌صورت کرونولوژیک)

پژوهش	محرک بصری	شاخص کمی	شاخص کیفی	مهم‌ترین یافته‌ها
کتجن و همکاران (1991)	نور روز	سطح متوسط درخشندگی ^۰ تغییرات درخشندگی نور ^۰	رضایت از محدوده دید، احساس هیجان در فضای اداری	با افزایش سطح متوسط درخشندگی رضایت کاربران از محدوده دید آن‌ها در محیط اداری ارتقا می‌یابد. همچنین، با افزایش تغییرات درخشندگی نور احساس هیجان کاربران در فضای اداری ترغیب می‌شود.
ویلمبرگ و اینانسی (2009)	نور روز	سطح متوسط درخشندگی ^۰ تغییرات درخشندگی نور ^۰	ترجیحات ساکنان در فضای اداری	علی‌رغم آنکه تغییرات در میزان درخشندگی سبب پویایی محیط می‌شود؛ ولی تغییرات بیش‌ازحد آن آسایش محیطی را کاهش می‌دهد.
پاریری و همکاران (2002)	نور روز	تفاوت درخشندگی (LD) ^۰	ترجیحات کاربران در فضای اداری	با افزایش تفاوت درخشندگی (تضاد تیرگی و روشنی) میزان خوشایندی افراد از فضای بهره‌مند از نور روز ارتقا می‌یابد.
روکاسل و اندرسن (2017b)	نور روز	شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC)	آرامش و هیجان	ارائه مدل پیش‌بین از اثرات ادراکی نور روز بر اساس زاویه دید ثابت ناظر و شرایط آسمان متفاوت
روکاسل و اندرسن (2017c)	نور روز	شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC)	آرامش و هیجان	ارائه مدل پیش‌بین از اثرات ادراکی نور روز بر اساس زاویه دید و شرایط آسمان متغیر
آماندادوتیر و همکاران (2017b)	نور روز	شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC)	جاذبیت بصری (هیجان‌انگیز، آرامش‌بخش، خنثی)	ارائه مدل پیش‌بین از جاذبیت بصری (حس هیجان، آرامش و یا خنثی بودن) در یک مورد مطالعاتی بر مبنای زوایای دید متنوع و شرایط آسمان صاف و یا ابری
روکاسل و اندرسن	نور روز	شاخص تضاد فضایی اصلاح شده (mSC)	هیجان و آرامش	ارائه مدل پیش‌بین فضایی- زمانی از حس هیجان و آرامش در یک مورد مطالعاتی بر مبنای موقعیت متفاوت ناظر، شرایط متفاوت آسمان

صاف و یا ابری و زوایای دید متغیر در طول سال	پیچیدگی، هیجان و آرامش	شاخص تضاد فضایی مرتبه یکم (mSC1)، سطح فشردگی تصاویر در قالب JPEG و الگوریتم تشخیص میزان لبه PNG-PERIM8	نور روز	چمیلونوری (2019)
پس از پردازش تصاویر با استفاده از شاخص طیف دامنه فوریه دو بعدی (FFT2)، به میزانی که ساختار تصاویر محیط‌های انسان ساخت با ساختار تصاویر طبیعی متفاوت باشد؛ به احتمال بالا آن تصاویر در هنگام مشاهده با مغز انسان سازگاری کم و پردازش پیچیده‌تری داشته و سبب واکنش‌های شدیدتری از سوی مغز در ارسال نورون‌ها به سیستم بینایی شده که این موضوع منتج به افزایش نرخ متابولیسم، ناخوشایندی و عدم آسایش بصری افراد می‌شود.	آسایش بصری	شاخص طیف دامنه فوریه دو بعدی (FFT2)	تصاویر محیط انسان ساخت و طبیعی	پناچیو و ویلکینس (2015)

*قابلیت انکای این شاخص‌ها در پیش‌بینی اثرات ادراکی نور روز، توسط روکاسل و اندرسن (2014) به چالش کشیده شد.

۴- یافته‌ها و بحث

جهت ارزیابی کارایی ادراکی نور روز از آن بهره گرفته شده است. در مجموع می‌توان بیان داشت که شاخص‌های میزان خوشایندی، حس هیجان و آرامش (سطح برانگیختگی)، جذابیت بصری و ارزیابی ذهنی آسایش بصری آزمودنی‌ها از فضاهای بهره‌مند از نور روز، پنج شاخص اصلی برآمده از پیشینه تحقیق هستند.

طبق پیشینه، محققان عمدتاً به ارزیابی الگوهای متفاوت انتشار نور روز بر ادراکات مطلوب فضایی ساکنان پرداخته‌اند و از احتمال شکل‌گیری حس‌های نامطلوب محیطی نشأت گرفته از شرایط متفاوت انتشار نور روز مغفول مانده‌اند؛ در واقع به نظر می‌رسد محققان به تعیین حد بالا (مطلوب) و پایین (نامطلوب) ادراکات ساکنان متأثر از الگوهای متفاوت انتشار نور نپرداخته‌اند. برای مثال، ممکن است یک الگوی انتشار در طول زمان از حس مطلوب آرامش‌بخشی به حس نامطلوب کسل‌کننده شدن فضا مبدل شود و یا از حس مطلوبی چون احساس هیجان به ادراکات نامطلوبی

در این بخش ضمن تفسیر و جمع‌بندی موارد مطروحه در مباحث پیشین (تصویر ۱۷) به معرفی خلأهای پژوهشی مرتبط با موضوع تحقیق و ارائه پیشنهادات به پژوهش‌های آینده پرداخته شده است.

همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان گشت، ادراکات ساکنان از الگوهای متفاوت انتشار نور روز عمدتاً با واکنش‌های احساسی افراد پیوند یافته و از طریق آن‌ها بروز می‌یابد. واکنش‌های احساسی افراد وابسته به کاربری و فعالیت‌های فضا و طبق مدل دایره‌ای احساسات راسل (1980) از طریق دو بعد خوشایندی و برانگیختگی قابل تبیین است. همچنین، درک جذابیت و پیچیدگی فضا مشخصه‌های دیگری هستند که در پیشینه تحقیق جهت ارزیابی ادراکات افراد از شرایط نور روز استفاده شده‌اند. ارزیابی ذهنی آسایش بصری که در برخی از مطالعات ترجیحات بصری بیان شده، شاخصه دیگری است که در پژوهش‌های پیشین

چون احساس هیجان بیش از حد، گیج کنندگی و اختلالات بصری منتج شود. همچنین، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد در صورتی که الگوهای انتشار نور جذابیت بصری بالایی را ایجاد نمایند موجب می‌شود که ساکنان سطح بالاتری از خیرگی را تحمل کنند؛ از این رو، ارزیابی رابطه بین شاخص‌های خیرگی نور روز و سطح بالای جذابیت بصری برآمده از الگوهای انتشار نور نیز می‌تواند موضوع تحقیقات در آینده باشد.

پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که الگوهای انتشار نور (متغیر مستقل) به ده گونه کلی مقوله‌بندی می‌شوند. این الگوها می‌تواند بر اساس تعداد بسیاری از هندسه‌های متنوع شکل گرفته و شرایط انتشار متفاوتی را ایجاد نماید. همان‌طور که در مباحث پیشتر بیان شده نیز مشخص است، محققان عمدتاً رابطه تعدادی محدودی از الگوهای رایج موجود و سطح نظم و پیچیدگی آن‌ها را با ادراکات ساکنان ارزیابی نموده‌اند. بررسی رابطه هر نوع هندسه دیگر نما و سطح نظم و پیچیدگی (شکل و توزیع فضایی) آن‌ها با ادراکات ساکنان می‌تواند موضوع پژوهش‌های دیگری در این حوزه در آینده باشد. همچنین، اغلب تحقیقات پیشین در بستر فضاهای اداری انجام شده‌اند و به فضاهای مسکونی کمتر پرداخته شده است؛ بنابراین، خلأ پژوهشی قابل ملاحظه‌ای در ارزیابی کارایی ادراکی نور روز در بستر فضاهای مسکونی در پیشینه تحقیق مشاهده می‌شود.

پیشینه تحقیق حاکی از آن است که درصد سطح نفوذ نور و یا به‌بیانی دیگر نسبت روزه‌های ورود نور به کل سطح جداره نما متغیر قابل اهمیت

دیگری است که نحوه انتشار نور در فضا را متأثر می‌سازد؛ این در حالی است که تحقیقات پیشین یا از سطح نفوذ نور در الگوهای متفاوت انتشار سخنی به میان نیاورده‌اند و یا برای آن نسبتی ثابت چون اعداد ۲۵ و ۴۰ درصد را در نظر گرفته‌اند؛ از این رو، به نظر می‌رسد تمرکز بر روی درصد نفوذ نور در هندسه‌های متفاوت نما و ارزیابی تأثیر آن بر ادراکات ساکنان می‌تواند موضوع پژوهش دیگری برای محققان در آینده باشد؛ در واقع می‌توان نوع (هندسه) و سطح پیچیدگی جداره نور گذر را ثابت و درصد سطح نفوذ را متغیر در نظر گرفت و تأثیر تغییرات آن را بر ادراکات ساکنان از فضا ارزیابی نمود. همچنین در اغلب پژوهش‌ها مصالح و عمق نما یکسان (دو بعدی) در نظر گرفته شده‌اند؛ از این رو، تحقیقات آتی می‌تواند تأثیرات ادراکی طراحی سه بعدی نما با عمق، عناصر چرخشی و مصالح متفاوت را ارزیابی نمایند.

طبق پیشینه روش‌شناسی مرتبط با موضوع تحقیق، روش سنجش تجربی در محیط مجازی غوطه‌ور کننده (IVR) به دلیل ماهیت پویای نور روز و امکان دست‌کاری و کنترل متغیرها می‌تواند مناسب‌ترین روش نام‌برده شود. طبق این روش در ابتدا تصاویر عمدتاً با استفاده از افزونه دیوا برای نرم‌افزار راینو و نرم افزار رادیانس، بر مبنای قوانین فیزیکی (PBR) و با محدوده درخشندگی بالا (HDR) شکل می‌گیرند؛ سپس سطح درخشندگی تصاویر با قابلیت سطح درخشندگی نمایشگر هدست‌های واقعیت مجازی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های نگاشت تن (Tone Mapping)

گسترده‌ای را برای محققان در جهت سنجش کارایی ادراکی نور روز با بهره‌گیری از داده‌های فیزیولوژیکی در مطالعات آتی فراهم می‌آورد. به ویژه بهره‌گیری از حسگر الکتروانسفالوگرام (EEG) و استخراج فعالیت‌های مغزی که قابلیت ارزیابی هر دو بعد خوشایندی و برانگیختگی احساسات آزمودنی‌ها را داشته و خلاء پژوهشی در بهره‌گیری از آن در پیشینه تحقیق قابل مشاهده است؛ می‌تواند منجر به کسب دستاوردهای بدیع در این زمینه شود.

طبق آنچه که از پیشینه بر می‌آید، سنجش ادراکات آزمودنی‌ها در واقعیت مجازی از طریق نمایش فضای شبیه‌سازی شده در مدت زمان اندک را می‌توان یکی از محدودیت‌های مهم پژوهش‌های پیشین تلقی نمود که می‌تواند قابلیت تعمیم‌دهی یافته‌های این مطالعات به فضاهای متفاوت را محدود سازد (ممکن است که یافته‌های این پژوهش‌ها صرفاً برای محیط‌هایی چون ورودی‌ها، راهروها و یا سرسرای ساختمان‌ها که فضاهایی عبوری هستند و افراد در واقعیت هم معادل همین میزان در آن حضور دارند قابلیت تعمیم داشته باشند). از این رو، ارزیابی قابلیت اتکا به یافته‌های پژوهش‌های پیشین از طریق سنجش واکنش‌های ذهنی و عینی آزمودنی‌ها در واقعیت مجازی برای بازه زمانی طولانی‌تر و یا به‌یانی دیگر، تبیین نقش مدت زمان غوطه‌وری آزمودنی‌ها در محیط مجازی بر ادراکات آن‌ها می‌تواند موضوع پژوهش‌های نوین دیگری در آینده باشد.

منطبق و پس از ایجاد محیط غوطه‌ورکننده ۱۸۰ یا ۳۶۰ درجه از طریق موتور بازی‌سازی یونیتی، فضا در هدست به آزمودنی‌ها نمایش داده می‌شود. پس از نمایش فضا در واقعیت مجازی، ادراکات و حالات افراد از طریق سه روش پیمایشی به منظور ارزیابی واکنش‌های ذهنی افراد (برای سنجش دو بعد خوشایندی و برانگیختگی و شاخص جذابیت بصری) مبتنی بر استخراج داده‌های خودگزارشی از طریق ابزار پرسش‌نامه کتبی و شفاهی، آزمایشگاهی جهت ارزیابی واکنش‌های عینی افراد بر پایه استخراج داده‌های فیزیولوژیکی چون فعالیت‌های مغزی و حالت چهره (جهت سنجش هر دو بعد خوشایندی و برانگیختگی) و ضربان قلب و هدایت پوستی (به منظور سنجش سطح توجه و سطح برانگیختگی) به ترتیب از طریق حسگرهای الکتروانسفالوگرام (EEG)، الکترومیوگراف چهره (f-EMG)، فوتوپلیتیسموگرام (PPG)، پاسخ گالوانیکی پوست (GSR) و مشاهده‌ای برای ارزیابی واکنش‌های عینی افراد بر اساس داده‌های حرکت سر و چشم (جهت شناسایی نواحی مورد تمرکز و نقاط با جذابیت بصری بالا) از طریق حسگر ردیابی حرکت سر و چشم (Eye-tracking and Head and) ارزیابی می‌شود که خلاء پژوهشی قابل ملاحظه‌ای در پیوند و بهره‌گیری همزمان این سه روش گردآوری داده‌ها و مقایسه، تحلیل و تفسیر همزمان آن‌ها جهت نیل به نتایجی با قابلیت تعمیم و روایی بالا در پیشینه تحقیق مشهود است. شایان ذکر است که متأثر شدن عوامل فیزیولوژیکی از الگوهای انتشار متفاوت نور، انگیزش و دریچه

ناظر، شرایط بستر مورد مطالعه و محیط پیرامون آن که همزمان با متغیرهای مرتبط با طراحی جدار نور گذر می‌توانند بر ادراکات افراد تأثیرگذار باشند را نمایش می‌دهد.

درمجموع می‌توان بیان داشت که شناسایی، کمی-سازی و پیش‌بینی رابطه بین الگوهای متفاوت انتشار نور روز برآمده از معیارهای طراحی جداره-های نورگذر و ادراکات حسی ساکنان بر مبنای موقعیت قرارگیری ناظر در فضا، زاویه دید ناظر، ارتفاع سطح چشم ناظر، نوع فعالیت‌های فضا، ابعاد و وسعت فضا، مبلمان و سطوح (مصالح)، دید و منظر، موقعیت جغرافیایی ساختمان، زمان (ساعت، روز، فصل)، شرایط آسمان (صاف، ابری) دستاورد اصلی پژوهش‌های پیشین و آتی مرتبط با موضوع تحقیق است. لازم به توضیح است که متغیرهای مرتبط با ناظر، شرایط بستر مورد مطالعه و محیط پیرامون آن که همزمان با متغیرهای مرتبط با طراحی جداره‌های نور گذر می‌توانند بر ادراکات افراد تأثیرگذار باشند ممکن است در مطالعات آینده بنا بر اهداف پژوهش، به‌عنوان متغیرهای کنترلی در نظر گرفته شده و تأثیر آن‌ها در ارزیابی اثرات ادراکی نور روز حذف شود و یا نقش آن‌ها به‌شکل مستقل و توأمان با مشخصه‌های معمارانه جداره‌های نور گذر سنجیده و تبیین شود.

طبق پیشینه، تبیین رابطه روش‌های پردازش تصویر و ادراکات ساکنان می‌تواند منتج به کمی‌سازی و پیش‌بینی کارایی ادراکی نور روز شود. طبق آنچه که از پیشینه تحقیق برمی‌آید، شاخص تضاد فضایی اصلاح‌شده (mSC یا RAAMG5) برای سنجش تضاد تیرگی و روشنی و شاخص حجم تصویر فشرده‌سازی شده در قالب JPEG و شاخص تشخیص تعداد لبه PNG-PERIM8 جهت سنجش سطح پیچیدگی تصاویر، قابل اتکاترین شاخص‌های کمی تصویر مبنای پیش‌بینی اثرات ادراکی نور روز هستند. همچنین خلاء پژوهشی در بهره‌گیری از پردازش تصویر با استفاده از روش طیف دامنه فوریه دو بعدی (FFT2) در ارزیابی اثرات ادراکی نور روز و مقایسه یافته‌های آن با سایر روش‌های سنجش تضاد تیرگی و روشنی و سطح پیچیدگی و تعیین همبستگی آن با واکنش‌های ذهنی و عینی (فیزیولوژیکی) مشهود است که توصیه می‌شود تحقیقات آتی به منظور کمی‌سازی، پیش‌بینی روشن‌تر و ارائه نتایج قابل تعمیم‌تر اثرات ادراکی برآمده از معیارهای طراحی جداره‌های نور گذر به آن پردازند.

تصویر ۱۷ جمع‌بندی مباحث مطروحه در پژوهش حاضر شامل توصیف و تبیین متغیرها و معرفی روش‌های قابل اتکای سنجش، کمی‌سازی و پیش‌بینی رابطه آن‌ها بر اساس سایر متغیرهای مرتبط با



تصویر ۱۷- جمع‌بندی؛ توصیف و تبیین متغیرها و معرفی روش‌های قابل اتکا جهت سنجش، کمی‌سازی و پیش‌بینی رابطه آن‌ها در

پیشینه تحقیق

۵- نتیجه‌گیری

کارایی (اثرات) ادراکی نور روز تبیین و شاخص‌های ارزیابی آن شناسایی و تشریح شده است؛ سپس الگوهای متفاوت انتشار نور روز در فضای داخلی بر مبنای مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر توصیف و روش‌ها (ارزیابی ذهنی و عینی) و ابزارهای سنجش اثرات ادراکی نور روز و سایر محرک‌های بصری تحلیل شده‌اند؛ در ادامه مصادیق پژوهشی مرتبط با اثرات ادراکی نور روز در طول زمان (به صورت کروئولوژیک) تشریح شده‌اند و با تأکید بر اهمیت کمی‌سازی و پیش‌بینی

این تحقیق با تمرکز بر روی کارایی ادراکی نور روز که یکی از مؤلفه‌های انسان‌محور نور روز به‌شمار می‌رود؛ به دنبال تبیین رابطه بین الگوهای متفاوت انتشار نور روز برآمده از معیارهای معمارانه جداره‌های نورگذر (متغیر مستقل) و ادراکات افراد (متغیر وابسته) در فضاهای داخلی و شناسایی روش‌ها و ابزارهای قابل اتکا جهت سنجش، کمی‌سازی و پیش‌بینی رابطه بین این دو در پیشینه پژوهش است. برای این منظور، در ابتدا

رابطه الگوهای متفاوت انتشار نور روز و ادراکات افراد، روش‌های پیش‌بین‌کارایی ادراکی نور روز (کیفی) و سایر محرک‌های بصری از طریق شاخص‌های کمی با بیان مصادیق پژوهشی و روند توسعه و پیشرفت آن‌ها در طول زمان، تبیین شده‌اند؛ در آخر نیز بر اساس نتایج مباحث پیشین به جمع‌بندی، معرفی خلأهای پژوهشی مرتبط با موضوع و ارائه پیشنهادات به پژوهش‌های آینده پرداخته شده است.

یافته‌های این تحقیق که منجر به تبیین متغیرها، روش‌ها و ابزارهای سنجش آن‌ها، شاخص‌های کمی پیش‌بین، بیان مصادیق و همچنین شناسایی خلأهای پژوهشی مرتبط با موضوع شده است می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری طیف گسترده‌ای از تحقیقات بدیع مرتبط با موضوع پژوهش در آینده

شود. ارزیابی رابطه الگوهای متفاوت انتشار نور روز و ادراکات ساکنان از فضا و همچنین پیش‌بینی این رابطه بر اساس شاخص‌های کمی، معماران را قادر می‌سازد تا در مرحله فرآیند طراحی (مرحله ایده‌پردازی و ارزیابی راه‌حل‌های پیشنهادی و توسعه آن‌ها) بر مبنای کاربری یا نوع فعالیت‌های فضا، موقعیت جغرافیایی و مشخصه‌های طراحی جداره‌های نور گذر مدنظر ساختمان دریابند که در هر موقعیت ساکنان (ناظر) در فضا، جهت دید و ارتفاع سطح چشم آنان و همچنین زمان و شرایط آسمان صاف و یا ابری چه نوع حس و حالی و به چه میزان در فضای داخلی طرح خود ترغیب می‌شود که این امر به طراحی شواهد مبنای طراحی از راه علم که در آن روش‌های علمی با طراحی معماری پیوند می‌یابند، دلالت دارد.

سپاسگزاری

این مقاله در راستای پایان‌نامه دکتری نویسنده اول با عنوان "تبیین رابطه هندسه الگوهای انتشار نور روز و ادراکات حسی ساکنان در ساختمان‌های مسکونی" است که با راهنمایی نویسنده دوم در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی در حال انجام است.

پی‌نوشت‌ها

1. Evidence Base Design
 2. Critical Appraisal Skills Program Checklist (CASP)
 ۳. به دلیل هم‌پوشانی برخی تحقیقات استخراج شده در ارزیابی و تبیین موضوعات متفاوت؛ مقوله‌بندی و ارائه تعداد پژوهش بر اساس محوریت و موضوع اصلی مورد بحث در این مطالعات و نقش آن‌ها در تبیین مباحث پژوهش حاضر صورت پذیرفته است.
 4. Plutchik
 5. Russell
 6. Ekman
 7. Vogels
 8. Rockcastle and Andersen
 9. Radiance
 10. Stereoscopy
۱۱. جهت نمایش تصاویر شبیه‌سازی شده و یا تصویربرداری شده به آزمودنی‌ها، سطح روشنایی به‌دقت توسط روش‌های ایجاد تصاویر با دامنه پویایی بالا (HDR) تعیین شده و توسط نمایشگرهای مختلفی که دارای محدوده مشخصی از سطح درخشندگی هستند نمایش داده می‌شود. به‌منظور فشرده‌سازی و منطبق ساختن محدوده درخشندگی تصاویر با محدوده درخشندگی نمایشگرهای متفاوت محققان از الگوریتم‌های متفاوت tone mapping بهره می‌برند (Amundadottir et al, 2017b). چمپلو توری

(2019) به مقایسه و رتبه‌بندی کارایی چهار الگوریتم tone mapping پر کاربرد در پیشینه تحقیق پرداخت. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که به ترتیب Reinhard02, Durand02, Ward97 و Drago03 الگوریتم‌های قابل اتکا جهت منطبق‌سازی سطح درخشندگی تصاویر شبیه‌سازی شده با هدست‌های واقعیت مجازی هستند.

12. Immersive Virtual Environment
13. Unity game engine
14. Virtual Reality Headset
15. Physically-Based Renderings

به‌منظور شبیه‌سازی محیط بر مبنای قوانین فیزیکی (PBR)، ابتدا فضای مدنظر در نرم‌افزار راینو (Rhino) سه‌بعدی سازی شده و سپس جهت ایجاد تصاویر با دامنه پویایی بالا (HDR) فضای شبیه‌سازی شده با استفاده از پلاگین دیوا (Diva) در راینو، برای نرم‌افزار رادیانس (Radiance) خروجی گرفته می‌شوند و در آخر با استفاده از نرم‌افزار رادیانس تصاویر نهایی از فضا و شرایط انتشار نور روز در آن شکل می‌گیرند (Chamilothori et al, 2019).

۱۶. کفایت این روش توسط سه عامل صحت ارزیابی ذهنی آزمودنی‌ها (خوشایندی، پیچیدگی، هیجان، جذابیت، رضایت از سطح دید به بیرون)، تأثیر هدست‌های واقعیت مجازی بر واکنش‌های جسمانی (فیزیولوژیکی) و درک حضور آن‌ها در محیط مجازی سنجیده شده است (Chamilothori et al, 2018a).

17. Friedenber and Liby
18. Annual spatial contrast
19. Annual luminance variability
20. Complexity measures
21. Two-dimensional Fast Fourier Transform (FFT2)
22. Tiller and Veitch
23. Cetegen
24. Wymelenberg and Inanici
25. Parpairi

۲۶. در این پژوهش رابطه بین شاخص‌های کمی سنجش تضاد تیرگی و روشی Michelson, RMS, DOG, SC, RAMMG, RSC با واکنش‌های ذهنی دو سویه‌ی افراد (پرسش‌نامه افتراق معنایی) نسبت به تصاویر فضای شبیه‌سازی شده (شامل: سطح تضاد پایین و تضاد بالا، یکپارچگی و عدم یکپارچگی، متنوع و عدم تنوع، مستقیم و پخش‌شونده، ساده و پیچیده، آرامش و هیجان، ملایم و برانگیزاننده) برآمده از داده‌های پرسشنامه خودگزارشی سنجش شدند؛ که در این بین، سطح پنجم شاخص RMMG مرتبط‌ترین شاخص با واکنش‌های ادراکی حس آرامش و هیجان افراد شناسایی شد. این الگوریتم، شاخص اصلاح‌شده تضاد درخشندگی فضایی (mSC) نام‌گذاری گشت که تفاوت درخشندگی بین پیکسل‌های مجاور در تصویر را ارزیابی می‌کند. شایان‌ذکر است که در این تحقیق شاخص mSC با بهره‌گیری از نرم‌افزار MATLAB R2012b تجزیه و تحلیل شده است (Rockcastle et al, 2017b).

27. OCUVIS
28. Spatial Frequency
29. Ruta

فهرست منابع

- Abboushi, B, and Elzeyadi, I, Wymelenberg, K, Jacobsen, G. (2018), "Do visually interesting sunlight patterns impact occupants' perceived glare?," in IES Research Symposium 2018, Atlanta, GA, USA, p. 11.
- Abboushi, B., & Elzeyadi, I. (2018). The Relationship between Sunlight Pattern Geometry and Visual Comfort in Daylit Offices. In ARCC Conference Repository.
- Abboushi, B., Elzeyadi, I., Taylor, R., & Sereno, M. (2019). Fractals in architecture: The visual interest, preference, and mood response to projected fractal light patterns in interior spaces. *Journal of Environmental Psychology*, 61, 57-70.
- Abd-Alhamid, F., Kent, M., Bennett, C., Calautit, J., & Wu, Y. (2019). Develop an innovative method for visual perception evaluation in a physical-based virtual environment. *Building and Environment*, 106278.
- Amundadottir, M. L., Rockcastle, S., Khanie, M. S., & Andersen, M. (2017b). A human-centric approach to assess daylight in buildings for non-visual health potential, visual interest and gaze behavior. *Building and Environment*, 113, 5-

- Andersen, M. (2015). Unweaving the human response in daylighting design. *Building and Environment*, 91, 101-117.
- Baehr-Bruyère, J., Chamilothoni, K., Vassilopoulos, A. P., Wienold, J., & Andersen, M. (2019). Shaping light to influence occupants' experience of space: a kinetic shading system with composite materials. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1343, No. 1, p. 012162). IOP Publishing
- Baker, D. H., & Graf, E. W. (2009). Natural images dominate in binocular rivalry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 5436-5441.
- Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A., & Gramann, K. (2017). Walking through architectural spaces: the impact of interior forms on human brain dynamics. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 477.
- Bernat, E., Patrick, C. J., Benning, S. D., & Tellegen, A. (2006). Effects of picture content and intensity on affective physiological response. *Psychophysiology*, 43(1), 93-103.
- Boubekri, M., Hull, R. B., and Boyer, L. L. (1991). Impact of Window Size and Sunlight Penetration on Office Workers' Mood and Satisfaction A Novel Way of Assessing Sunlight. *Environment and Behavior*, 23(4):474-493.
- Boyce, P. R. (2014). *Human factors in lighting*. Crc Press.
- Bülow-Hübe, H. (1995). Subjective reactions to daylight in rooms: effect of using low-emittance coatings on windows. *International Journal of Lighting Research and Technology*, 27(1), 37-44.
- Cauwerts, C. (2013). Influence of presentation modes on visual perceptions of daylit spaces. Université catholique de Louvain (UCL), Louvain-la-Neuve, Belgium.
- Cauwerts, C., & Piderit, M. B. (2018). Application of High-Dynamic Range Imaging Techniques in Architecture: A Step toward High-Quality Daylit Interiors?. *Journal of Imaging*, 4(1), 19.
- Cetegen, D., Veitch, J., & Newsham, G. (2008). View size and office illuminance effects on employee satisfaction. *Proceedings of Balkan light*, 2008, 242-252.
- Cha, S. H., Koo, C., Kim, T. W., & Hong, T. (2019). Spatial perception of ceiling height and type variation in immersive virtual environments. *Building and Environment*, 163, 106285.
- Chamilothoni, K. (2019). Perceptual effects of daylight patterns in architecture (No. THESIS). EPFL.
- Chamilothoni, K., Chinazzo, G., Rodrigues, J., Dan-Glauser, E. S., Wienold, J., & Andersen, M. (2019). Subjective and physiological responses to façade and sunlight pattern geometry in virtual reality. *Building and Environment*, 150, 144-155.
- Chamilothoni, K., Wienold, J., & Andersen, M. (2016). Daylight patterns as a means to influence the spatial ambiance: a preliminary study. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Ambiances* (No. CONF).
- Chamilothoni, K., Wienold, J., & Andersen, M. (2018a). Adequacy of immersive virtual reality for the perception of daylit spaces: Comparison of real and virtual environments. *Leukos*, 1-24.
- Chamilothoni, K., Wienold, J., & Andersen, M. (2018b). Façade design and our experience of space: the joint impact of architecture and daylight on human perception and physiological responses. In *Proceedings of the Light Symposium 2018* (No. CONF).
- Chen, Y., Cui, Z., & Hao, L. (2019). Virtual reality in lighting research: Comparing physical and virtual lighting environments. *Lighting Research & Technology*, 51(6), 820-837.
- Ching, F. D. (2007). *Architecture: Form, Space, & Order*. John Wiley & Sons.
- Corrodi, M., & Spechtenhauser, K. (2008). *Illuminating: Natural light in residential architecture*.
- Dan-Glauser, E. S., & Scherer, K. R. (2011). The Geneva affective picture database (GAPED): a new 730-picture database focusing on valence and normative significance. *Behavior research methods*, 43(2), 468.
- Ekman, P. E., & Davidson, R. J. (1994). *The nature of emotion: Fundamental questions*. Oxford University Press.
- Ergan, S., Shi, Z., & Yu, X. (2018). Towards quantifying human experience in the built environment: A crowdsourcing based experiment to identify influential architectural design features. *Journal of Building Engineering*, 20, 51-59.
- Erkan, İ. (2018). Examining wayfinding behaviours in architectural spaces using brain imaging with electroencephalography (EEG). *Architectural Science Review*, 61(6), 410-428.
- Field, D. J. (1987). Relations between the statistics of natural images and the response properties of cortical cells. *Josa a*, 4(12), 2379-2394.
- Figner, B., & Murphy, R. O. (2010). Using skin conductance in judgment and decision making research. *A Handbook of Process Tracing Methods for Decision Research: A Critical Review and User's Guide*, 163-84
- Friedenber, J., & Liby, B. (2016). Perceived beauty of random texture patterns: A preference for complexity. *Acta psychologica*, 168, 41-49.
- Geisler, W. S. (2008). Visual perception and the statistical properties of natural scenes. *Annu. Rev. Psychol.*, 59, 167-192.
- Heydarian, A., Carneiro, J. P., Gerber, D., Becerik-Gerber, B., Hayes, T., & Wood, W. (2015). Immersive virtual environments versus physical built environments: A benchmarking study for building design and user-built environment explorations. *Automation in Construction*, 54, 116-126.
- Heydarian, A., Pantazis, E., Wang, A., Gerber, D., & Becerik-Gerber, B. (2017). Towards user centered building design: Identifying end-user lighting preferences via immersive virtual environments. *Automation in Construction*, 81, 56-66.

- Higuera-Trujillo, J. L., Maldonado, J. L. T., & Millán, C. L. (2017). Psychological and physiological human responses to simulated and real environments: A comparison between Photographs, 360 Panoramas, and Virtual Reality. *Applied ergonomics*, 65, 398-409.
- Holl S. (2011). *Color Light Time*. Zurich: Lars Muller Publishers.
- Houser, K. W., & Tiller, D. K. (2003). Measuring the subjective response to interior lighting: paired comparisons and semantic differential scaling. *Lighting Research & Technology*, 35(3), 183-195.
- Kleindienst, S., Bodart, M., & Andersen, M. (2008). Graphical representation of climate-based daylight performance to support architectural design. *Leukos*, 5(1), 39-61.
- Krier, R. (1983). *Elements of architecture*. st. Martins Press.
- Kuliga, S. F., Thrash, T., Dalton, R. C., & Hölscher, C. (2015). Virtual reality as an empirical research tool— Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 363-375.
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe: studies of motivation and attention. *American psychologist*, 50(5), 372.
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261-273.
- Le, A. T., Payne, J., Clarke, C., Kelly, M. A., Prudenziati, F., Armsby, E., ... & Wilkins, A. J. (2017). Discomfort from urban scenes: Metabolic consequences. *Landscape and Urban Planning*, 160, 61-68.
- Leite, S., Dias, M. S., Eloy, S., Freitas, J., Marques, S., Pedro, T., & Ourique, L. (2019). Physiological Arousal Quantifying Perception of Safe and Unsafe Virtual Environments by Older and Younger Adults. *Sensors*, 19(11), 2447.
- Mahdavi, A., & Eissa, H. (2002). Subjective evaluation of architectural lighting via computationally rendered images. *Journal of the illuminating Engineering Society*, 31(2), 11-20.
- Moscoso, C., Chamilothoni, K., Wienold, J., Andersen, M., & Matusiak, B. (2020). Window Size Effects on Subjective Impressions of Daylit Spaces: Indoor Studies at High Latitudes Using Virtual Reality. *LEUKOS*, 1-23.
- Moscoso, C., Matusiak, B., & Svensson, U. P. (2015a). Impact of window size and room reflectance on the perceived quality of a room. *Journal of Architectural and Planning Research*, 294-306.
- Moscoso, C., Matusiak, B., Svensson, U. P., & Orleanski, K. (2015b). Analysis of stereoscopic images as a new method for daylighting studies. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 11(4), 1-13.
- Newsham, G. R., Cetegen, D., Veitch, J. A., & Whitehead, L. (2010). Comparing lighting quality evaluations of real scenes with those from high dynamic range and conventional images. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 7(2), 13.
- Newsham, G. R., Richardson, C., Blanchet, C., & Veitch, J. A. (2005). Lighting quality research using rendered images of offices. *Lighting Research & Technology*, 37(2), 93-112.
- Norwood, M. F., Lakhani, A., Maujean, A., Zeeman, H., Creux, O., & Kendall, E. (2019). Brain activity, underlying mood and the environment: A systematic review. *Journal of Environmental Psychology*, 101321.
- Omidfar, a., Chamilothoni, K. (2019). Influence of Subjective Impressions of a Space on Brightness Satisfaction: an Experimental Study in Virtual Reality, *Proceedings of Simulation For Architecture and Urban Design (SimAUD)*.
- Omidfar, A., Niermann, M., & Groat, L. N. (2015). The use of environmental aesthetics in subjective evaluation of daylight quality in office buildings. In *Proceedings of IES Annual Conference*.
- Pallasmaa, J. (2012). *The eyes of the skin: Architecture and the senses*. John Wiley & Sons.
- Parpairi, K., Baker, N. V., Steemers, K. A., and Compagnon, R. (2002). The Luminance Differences index: a new indicator of user preferences in daylit spaces. *Lighting Research & Technology*, 34(1):53-66.
- Párraga, C. A., Brelstaff, G., Troscianko, T., & Moorehead, I. R. (1998). Color and luminance information in natural scenes. *JOSA A*, 15(3), 563-569.
- Penacchio, O., & Wilkins, A. J. (2015). Visual discomfort and the spatial distribution of Fourier energy. *Vision research*, 108, 1-7.
- Penacchio, O., Otazu, X., Wilkins, A. J., & Harris, J. (2015). Uncomfortable images prevent lateral interactions in the cortex from providing a sparse code. *Perception*, 44(S1), 67-68.
- Plutchik, R. (1980). A general psychoevolutionary theory of emotion. In *Theories of emotion* (pp. 3-33). Academic press.
- Rizzi, A., Algeri, T., Medeghini, G., & Marini, D. (2004). A proposal for contrast measure in digital images. In *Conference on colour in graphics, imaging, and vision* (Vol. 2004, No. 1, pp. 187-192). Society for Imaging Science and Technology.
- Rockcastle, S. F. (2017). *Perceptual Dynamics of Daylight in Architecture* (No. THESIS). EPFL.
- Rockcastle, S. F., Chamilothoni, K., & Andersen, M. (2017c). An Experiment in Virtual Reality to Measure Daylight-Driven Interest in Rendered Architectural Scenes (No. CONF).
- Rockcastle, S., & Andersen, M. (2014). Measuring the dynamics of contrast & daylight variability in architecture: A proof-of-concept methodology. *Building and Environment*, 81, 320-333.

- Rockcastle, S., Ámundadóttir, M. L., & Andersen, M. (2017a). A simulation-based workflow to assess human-centric daylight performance. In Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design (p. 3). Society for Computer Simulation International.
- Rockcastle, S., Ámundadóttir, M. L., & Andersen, M. (2017b). Contrast measures for predicting perceptual effects of daylight in architectural renderings. *Lighting Research & Technology*, 49(7), 882-903.
- Rockcastle, S., Ámundadóttir, M. L., & Andersen, M. (2018). OCUVIS: a web-based visualizer for simulated daylight performance. In Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design (p. 3). Society for Computer Simulation International.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of personality and social psychology*, 39(6), 1161.
- Russell, J. A., Ward, L. M., & Pratt, G. (1981). Affective quality attributed to environments: A factor analytic study. *Environment and behavior*, 13(3), 259-288.
- Ruta, N., Mastandrea, S., Penacchio, O., Lamaddalena, S., & Bove, G. (2019). A comparison between preference judgments of curvature and sharpness in architectural façades. *Architectural Science Review*, 62(2), 171-181.
- Shin, Y. B., Woo, S. H., Kim, D. H., Kim, J., Kim, J. J., & Park, J. Y. (2015). The effect on emotions and brain activity by the direct/indirect lighting in the residential environment. *Neuroscience letters*, 584, 28-32.
- Spehar, B., Wong, S., van de Klundert, S., Lui, J., Clifford, C. W. G., & Taylor, R. (2015). Beauty and the beholder: the role of visual sensitivity in visual preference. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 514.
- Steane, M. A. (2012). *The Architecture of Light: Recent approaches to designing with natural light*. Routledge.
- Stokkermans, M., Vogels, I., de Kort, Y., & Heynderickx, I. (2018). A Comparison of Methodologies to Investigate the Influence of Light on the Atmosphere of a Space. *Leukos*, 14(3), 167-191.
- Tiller, D. K., & Veitch, J. A. (1995). Perceived room brightness: Pilot study on the effect of luminance distribution. *International Journal of Lighting Research and Technology*, 27(2), 93-101
- Van Den Wymelenberg, K. G. (2012). Evaluating human visual preference and performance in an office environment using luminance-based metrics. University of Washington.
- Van Erp, T. (2008). The effects of lighting characteristics on atmosphere perception. Unpublished Master thesis for the Master's degree program Human Technology Interaction, department of Eindhoven University of Technology.
- Veitch, J. A. (2001). Psychological processes influencing lighting quality. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 30(1), 124-140.
- Vogels, I. (2008). Atmosphere metrics. In *Probing experience* (pp. 25-41). Springer, Dordrecht.
- Wang, N. and Boubekri, M. (2010a). Design recommendations based on cognitive, mood and preference assessments in a sunlit workspace. *Lighting Research & Technology*, 43(1):55-72.
- Wang, N. and Boubekri, M. (2010b). Investigation of declared seating preference and measured cognitive performance in a sunlit room. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2):226-238.
- Wilkins, A., Penacchio, O., & Leonards, U. (2018). The built environment and its patterns—a view from the vision sciences. *Journal of Sustainable Design and Applied Research*.
- Yin, J., Yuan, J., Arfaei, N., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2020). Effects of biophilic indoor environment on stress and anxiety recovery: A between-subjects experiment in virtual reality. *Environment International*, 136, 105427.
- Wymelenberg K, Inanici M. A study of luminance distribution patterns and occupant preference in daylight offices. (2009). In: PLEA2009-26th
- Zou, Z., & Ergan, S. (2019a). A Framework towards Quantifying Human Restorativeness in Virtual Built Environments. arXiv preprint arXiv:1902.05208.
- Zou, Z., & Ergan, S. (2019b). Where Do We Look? An Eye-Tracking Study of Architectural Features in Building Design. In *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering* (pp. 439-446). Springer, Cham.
- Zumthor, P. (2006). *Atmospheres: architectural environments, surrounding objects*. Birkhauser Architecture.

Original Research Article

Perceptual Performance of Daylight; a Systematic Review of the Role of Daylight Patterns on Occupants' Perceptions in Interior SpacesSohrab Rezaei¹, Ali Sharghi^{2*}

1- Ph.d candidate in architecture, faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor of Architecture, faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Rajaei Teacher Training University, Tehran, Iran

Abstract

The perceptual performance of daylight is focused on the assessment of daylight at the eye level and its relation to the psychological (perception, emotional state) needs of the occupants, which influenced by architectural elements that shape the way daylight enters the space, such as multilayered façade and perforated walls. However, it seems that the designers do not have a clear and systematic understanding of the physiological and psychological effects of these patterns in interior spaces.

through a structured review of previous research, this paper seeks to identify, quantify and predict the relationship between daylight distribution patterns linked to architectural elements that shape the way daylight enters the space (independent variable) and occupants perceptions (dependent variable) in daylight spaces.

The findings showed that Human experience can be represented with two dimensions, valence and arousal. To explore these two dimensions, subjective evaluations based on self reports using questionnaires, objective evaluations based on physiological data and observations based on physically based rendering (PBR) in virtual reality (VR) environment have been carried out. the results show that the best image-based computational measures of contrast in predicting perceptual effects of daylight are modified spatial contrast indicator (mSC) and the size of images compressed in JPEG format and PNG-PERIM8 edge detection indicator (for evaluating the complexity of images).for the evaluation of perceptual effects of other visual stimuli, two-dimensional Fourier amplitude spectrum metric (FFT2) is used.

In conclusion, the findings of this research can be the basis of a wide range of experimental research on this topic in the future.

Keywords: Daylight, perception, virtual reality, subjective evaluation, objective evaluation

*Email: sharghi@sru.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارتباط مقیاس‌های آسایش حرارتی با مولفه‌های فیزیکی - محیطی؛ سنجش موردی: ساختمان مدیریت دانشگاه شیراز^۱

بهاره بنزاده^{۱*}، شاهین حیدری^۲، حبیب هادیان‌فرد^۳

۱- پژوهشگر دکتری معماری، دانشگاه تهران، پردیس بین‌الملل کیش

۲- استاد معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران

۳- استاد روانشناسی، دانشکده روانشناسی، دانشگاه شیراز

(دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۴، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۹)

چکیده

مطالعات آسایش حرارتی از دیدگاه‌های متفاوتی قابل بحث است. سازگاری حرارتی روند تدریجی تطابق با شرایط و پاسخ به محرک‌های حرارتی است که در سه دسته سازگاری فیزیکی، فیزیولوژیکی و روانی طبقه‌بندی می‌گردد. بنابراین آسایش حرارتی صرفاً تحت تاثیر مولفه‌های اقلیمی نبوده و متغیرهای دیگری بر آن اثرگذارند. به همین دلیل تحقیقات متعددی جهت تعیین مولفه‌ها و میزان اثر آنها تاکنون انجام شده‌است. در این پژوهش با هدف شناسایی تاثیر همزمان مولفه‌های فیزیکی و محیطی، مطالعه‌ای میدانی در ساختمان اداری در شهر شیراز انجام شده‌است. مولفه‌های محیطی شامل دمای خشک، دمای کروی، دمای کروی مرطوب و رطوبت نسبی است که در فضای داخلی و خارجی ثبت شده‌اند. مولفه‌های فیزیکی نیز شامل دید به اطراف، موقعیت مکانی، وضعیت بازشوها، سطح آلودگی صوتی، وضعیت روشنایی و چیدمان فضایی است. فرایند تحقیق میدانی شامل سه بخش توزیع پرسشنامه، مشاهده و ثبت داده‌های آب‌وهوایی با استفاده از دیتالاگر است. مطالعه در مدت زمان چهار روز کاری در فصل زمستان انجام شده‌است. نتایج بر روی ۱۰۸ نفر کارمند در فصل زمستان نشان می‌دهد، از میان مولفه‌های محیطی بیشترین اثرگذاری بر ادراک حرارتی فرد به رطوبت نسبی وابسته است. تاثیر همزمان مولفه‌های فیزیکی - محیطی نیز نشان می‌دهد علاوه بر دما و رطوبت نسبی هوای داخل، وضعیت بازشوها و موقعیت مکانی فرد نیز اثرگذاری قابل توجهی بر احساس حرارتی فرد دارند. براساس نتایج مقیاس احساس حرارتی توسط مولفه‌های فیزیکی - محیطی و مقیاس ترجیح حرارتی عمدتاً توسط مولفه‌های محیطی قابلیت پیش-بینی داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: سازگاری حرارتی، آسایش حرارتی، مولفه‌های فیزیکی - محیطی، ساختمان اداری، شیراز

^۱ - این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول مقاله با عنوان " تبیین و تدوین چارچوب ادراک آسایش حرارتی با تعیین میزان‌بندی و اثرسنجی جریان‌های روانی " در دانشگاه تهران، پردیس بین‌الملل کیش به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم است.

* - نویسنده مسئول: bahar.bannazadeh@ut.ac.ir

۱- مقدمه

ضرورت مطالعه حاضر از جنبه‌های مختلفی قابل بحث است؛ اثرات کلان تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی، کنترل مصرف انرژی، کیفیت محیطی داخلی و سلامت فردی مواردی از این دست هستند. افراد ۶۰ تا ۹۰ درصد از ساعات خود را در فضاهای داخلی و به طور خاص یک سوم از ساعات روز را در فضای اداری، سپری می‌کنند (Antoniadou & Papadopoulos, 2017). براساس گزارش سازمان جهانی انرژی در سال ۲۰۱۷، مصرف کلی انرژی در ساختمان‌ها رو به افزایش است؛ در حالی که بهینه سازی مصرف انرژی (از طریق اعمال قوانین و نوع تکنولوژی مورد استفاده) با سرعت بسیار آهسته‌تری پیش می‌رود. بسیاری از ضوابط و استانداردهای موجود بر تحقیقات پیشین و ارقام تعریف شده در آنها تمرکز نموده‌اند. از این رو با توجه به پتانسیل بیشتر بخش ساختمان در جهت افزایش کارایی (تا ۸۰ درصد) به نسبت صنعت، تجارت و نیروگاه‌های برقی می‌توان به بهبود وضعیت امیدوار بود. (Wagner & O'Brien, 2018). بنابراین به دلیل اضطرار در نیاز به کاهش هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی مصرف انرژی، موضوع آسایش حرارتی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Djamila, 2017; Djongyang et al., 2010). آسایش حرارتی یکی از جنبه‌های کیفیت محیط داخلی است که در استاندارد EN15251 نیز مورد اشاره قرار گرفته است (Albatayneh et al., 2018; Frontczak & Wargocki, 2011). در محیطی با کیفیت مناسب، سلامت روان فرد تحت تاثیر مسائل فیزیکی، ذهنی و احساسی تامین می

گردد (Johnson et al., 2018). امروزه پذیرفته شده است که ادراک حرارتی افراد تفاوت‌هایی دارد؛ حال یا وابسته به تفاوت‌های فیزیولوژیکی و یا وابسته به تفاوت در سبک زندگی و رفتاری افراد است (Schweiker, et al., 2018). این اعتقاد وجود دارد که در صورت اتکا و اعتماد به رفتار کاربران و طراحی براساس آن، امکان کاهش مصرف انرژی بسیاری در تاسیسات ساختمانی فراهم می‌شود. بسیاری از ساختمان‌های با رویکرد معماری سبز به سمت هوشمندسازی پیش رفته‌اند و در بسیاری موارد نه تنها کاهش مصرف انرژی را به همراه نداشته، بلکه موجب نارضایتی کاربران نیز گردیده است (Wagner & O'Brien, 2018)؛ بنابراین این پژوهش با هدف تدقیق مطالعات آسایش حرارتی در ایران و به طور خاص شهر شیراز، ساختمان اداری را در روند مطالعات میدانی مد نظر قرار داده است. با این نگاه، با توجه به زمینه مورد مطالعه، مولفه‌های اثرگذار شناسایی شده‌اند و در قالب پرسشنامه و مشاهده مورد سنجش قرار گرفته‌اند. این مقاله بخشی از مطالعه‌ای کلان‌تر است که اثر ۶۰ مولفه مختلف بر ادراک حرارتی فرد سنجیده شده است. از آنجایی که در فضاهایی که فرد در بلندمدت حضور دارد، سازگاری حرارتی ممکن است با توجه به سایر جنبه‌های موجود در فضا برای وی رقم بخورد، لازم است مشخص گردد علاوه بر شرایط آب‌وهوایی (دما و رطوبت) چه متغیرهای دیگری بر ادراک حرارتی در نتیجه آسایش حرارتی وی اثرگذارند. از آنجایی که در مطالعات آسایش حرارتی اخیر، مدل‌های فردی آسایش حرارتی مد نظر است، این دست

استفاده از دماسنج در اتاق گرم نسبت داده می‌شود؛ تحقیقات وی بیان‌گر میزان توانایی تحمل افراد در دمای بالا بوده‌است. Richet، در سال ۱۸۸۵، به تنظیمات سیستم مغز انسان در درک حرارت پی برد. در سال ۱۹۳۰، Gagge، بر روی مطالعه فرایند تبادل حرارتی در بدن انسان متمرکز گردید و توانست در سال ۱۹۶۹ آسایش حرارتی را براساس رویکرد تعادل حرارتی در استاندارد ASHRAE ارائه نماید. مطالعه آسایش حرارتی از قرن بیستم (با مطرح شدن سیستم‌های HVAC) زمانی که مدل‌های ساده اولیه از تعامل دو مولفه شکل گرفتند، توسعه بیشتری یافته است در سال‌های ۱۹۳۰، با توسعه مدل دوگانه که توسط Gagge (۱۹۳۶) ارائه شد، ایده ترمودینامیک به مطالعات تبادل حرارتی بدن انسان و محیط وارد شد. مطالعات آتی توسط Givoni, 1963 و Fanger, 1970 با ارائه مدل تنش حرارتی و PMV پیش رفت (Coccolo et al., 2016). تحقیقات این حوزه در سال ۱۹۸۰ نهایتاً به ارائه مدل‌ها و شاخص‌های متعددی جهت سنجش آسایش حرارتی انجامید. در قرن بیستم مهندسی نیازمند یافتن شرایط ایده‌آل جهت محاسبات سیستم‌های تهویه مطبوع جهت دستیابی به شرایط آسایش یا خنثی بودند. در این بازه زمانی آسایش به عنوان محصول حضور و استفاده از سیستم‌های تهویه مطبوع شناخته می‌شد. البته آسایش در این نگاه صرفاً نتیجه متغیرهای فیزیکی محیط به شمار می‌آمد که در قالب شاخص‌های آسایش حرارتی مطرح شد (Taleghani et al., 2013; van Hoof et al., 2017). بنابراین Fanger، شش مولفه موثر بر آسایش حرارتی را به ترتیب زیر مطرح نمود: نرخ

مطالعات می‌تواند همچون پایگاه داده‌ای عمل نموده که تصمیم‌گیری در خصوص اصلاح استانداردها و تامین آسایش حرارتی فردی و نه به صورت میانگین فراهم گردد. نکته اساسی آن است که بخشی از سازگاری حرارتی فرد با امکان سازگاری رفتاری و اعمال تغییر در ویژگی‌های کالبدی میسر می‌شود. شناسایی این عوامل می‌تواند به انتخاب ایده‌های مناسب در فرایند طراحی در جهت ایجاد امکان رفتارهای سازگاری کمک نماید. از آن مهم‌تر مدلی پیش‌بینی کننده در اختیار خواهد بود که می‌توان ادراک حرارتی هر فرد را براساس مولفه‌های فیزیکی و محیطی تعیین نمود و در جهت تامین شرایط آسایش گام برداشت. قابل ذکر است استانداردهای ASHRAE 55 و EN15251 شرایط آسایش حرارتی برای مبنای مدل سازگاری حرارتی را اغلب برای ساختمان‌های تهویه طبیعی توصیف می‌نمایند، به همین دلیل، لازم است تحقیقات گسترده‌تری در خصوص ساختمان‌های تهویه طبیعی و تهویه ترکیبی جهت تدقیق استانداردها انجام شود. پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به سوالات زیر است:

- علاوه بر مولفه‌های محیطی، کدام یک از مولفه‌های فیزیکی بر ادراک حرارتی فرد اثرگذارند؟
- میزان اثرگذاری همزمان مولفه‌های فیزیکی - محیطی بر ادراک حرارتی فرد چقدر است؟
- کدام یک از پاسخ‌های حرارتی به وسیله مولفه‌های فیزیکی - محیطی قابل پیش‌بینی هستند؟

۲- پیشینه تحقیق

از نگاه فیزیولوژیکی تلاش‌های اولیه جهت درک سیستم حرارتی بدن انسان به مطالعات Blagden در

مختلف را در ادراک حرارتی فرد لحاظ نمایند. برخی از این مدل‌های عبارتند از: مدل‌های تعادل حرارتی (شاخص متوسط دمای نظر و شاخص توسعه یافته متوسط دمای نظر براساس سرعت جریان هوا)؛ مدل سازگار شده^۱ تعادل حرارتی، توسعه یافته^۲ مدل تعادل حرارتی، مدل جدید تعادل حرارتی^۳، مدل تطبیق یافته سازگاری حرارتی^۴، مدل زون خنثی از نظر دمای^۵، مدل سازگاری حرارتی براساس آنالیز رگرسیون، مدل‌های ترموفیزیولوژیکی (Marcel Schweiker et al., 2018) مدل‌های با مبنای تئوری تعادل حرارتی با استفاده از روش اتاق آزمون^۶ داده‌های مورد نیاز را استخراج می‌نماید و مدل‌های سازگاری حرارتی بر شرایط واقعی (مطالعه میدانی) جهت گردآوری داده‌های مرتبط تمرکز می‌نماید (Djongyang et al., 2010).

فرض اولیه رویکرد سازگاری با ایده اصلی انطباق پذیری بیان می‌شود: چنانچه تغییری اتفاق افتد که در افراد نارضایتی ایجاد نماید، فرد واکنش نشان داده تا شرایط آسایش خود را بازیابی کند (Auliciems, 1981; Brager & De Dear, 1998; Michael A. Humphreys et al., 2016; J. F. Nicol & Humphreys, 2002). مدل سازگاری حرارتی با هدف تحلیل شرایط قابل قبول حرارتی، که به شدت به زمینه مطالعه وابسته است، رفتار کاربران و انتظارات آن‌ها در شرایط واقعی انجام می‌پذیرد. در دهه‌های اخیر توجه به تئوری سازگاری حرارتی بسیار زیاد شده است. این دیدگاه توسط de Dear and Brager در سال ۲۰۰۴ در استاندارد ASHRAE 55 اعمال و جهت استفاده در

فعالیت، نرخ لباس، رطوبت نسبی، دمای هوا و دمای تشعشعی (Djongyang et al., 2010). همین شش فاکتور به دلیل دشواری در سنجش، موجب مطرح شدن انتقادهایی گردید. عدم اطمینان از نرخ لباس به دلیل مقاومت حرارتی متفاوت انواع پوشش، تفاوت‌های فردی در متابولیسم حتی در فعالیت‌های مشابه، خصوصیت متغیر شرایط محیطی و از همه مهم‌تر نادیده گرفتن شرایط روانی افراد همچون انتظارات، توانایی انعطاف پذیری و انطباق پذیری که همگی بر روی تعیین آسایش حرارتی اثر گذارند (Taleghani, et al., 2013). براین اساس Humphreys and Nicol، اعتبار تئوری آسایش براساس مدل تعادل حرارتی Fanger، را با مطالعات میدانی متعددی مورد سنجش قرار دادند. در نهایت بدین نتیجه رسیدند که دامنه دمای آسایش حرارتی در ساختمان‌های تهویه طبیعی بسیار وسیع‌تر از آن چیزی است که توسط مدل PMV-PPD (مخصوصاً در تابستان) پیش‌بینی شده است (Humphreys et al., 2016; Nicol, 2011). طی این تحقیقات مشخص گردید که رویکردهای معمول تعادل حرارتی در سنجش آسایش حرارتی، توانایی توصیف دقیق شرایط متغیر آسایش حرارتی را در یک فضای داخلی (Nicol and Humphreys 2002) و خارجی (Nikolopoulou et al. 2001) دارا نیست. یکی از علل اصلی این عدم توانایی، غیرخطی بودن پاسخ افراد به شرایط محیطی است؛ به گونه‌ای که تحت تاثیر شرایط محیطی، روانی، فرهنگی، اقلیمی، اجتماعی متغیر است (Nicol & Roaf, 2017; Shooshtarian, 2015). با این نگاه مدل‌های متعدد دیگری مطرح شدند که جنبه‌های

است مطالعات میدانی بیشتری در مقیاس‌های کوچک‌تر منطقه‌ای، محلی و خرداقلیم و همچنان در ساختمان‌های مختلف انجام شود (Humphreys & Nicol, 2018). همچنین مشخص شده است افراد در شرایط آب‌وهوایی مشابه، احساس حرارتی متفاوتی را ارزیابی نموده‌اند. افراد مشابه در شرایط مشابه ولی در زمان‌های مختلف تحت تاثیر شرایط روانی، احساسی، متابولیکی متفاوتی هستند که بر احساس حرارتی اثرگذار است (Marino et al., 2011). بنابراین مهم است که مشخص گردد احساس حرارتی فرد تحت تاثیر چه شرایطی قرار می‌گیرد؛ یعنی زمانی که فرد احساس سرد یا گرم دارد به چه دلایلی است و اینکه بر این اساس چه نوع شرایط حرارتی را ترجیح می‌دهد.

۲-۱- مولفه‌های اثرگذار بر آسایش حرارتی

رضایتمندی نسبت به حرارت محیطی یک پاسخ پیچیده ذهنی است که تحت تاثیر متغیرهای مختلف و تعامل آنها با یکدیگر است. به بیان دیگر، در یک نگاه نمی‌توان استاندارد مشخص و قطعی برای آسایش حرارتی ارائه نمود. به طور کلی، آسایش زمانی رخ می‌دهد که تغییرات دمای بدن در دامنه کوچکی اتفاق افتد، رطوبت سطح پوست کم و واکنش‌های فیزیولوژیکی بدن به حداقل برسد. از طرفی آسایش وابسته به واکنش‌های رفتاری همچون تغییر پوشش، تغییر نوع فعالیت، تغییر موقعیت و یا وضعیت، تغییر دمای سیستم‌های سرمایش یا گرمایش، باز کردن بازوها، اظهار نارضایتی و ترک محیط نیز می‌گردد (Johnson et

al., 1998). در ادامه در سال ۲۰۰۷ این فرایند منجر به اعمال رویکرد سازگاری در استاندارد European standard EN 15251 گردید (Candido & Dear, 2012; J. Fergus Nicol, 2011). آنکه اشرفی پروژه سازگاری حرارتی را منتشر نمود، پروژه اروپایی^۷ مکینتایر و نیکل (۲۰۰۲) با انجام مطالعات میدانی چندمرحله در ۲۶ ساختمان اداری در کشورهای اروپایی (فرانسه، یونان، پرتغال، سوئد و انگلستان) زمینه تجربی ورود مدل سازگاری در استاندارد اروپایی EN15251 در سال ۲۰۰۷ را فراهم نمود (De Dear et al., 2013). در این مدل‌ها دمای آسایش در رابطه خطی با دمای هوای بیرون قرار می‌گرفت.

توانایی تغییر و تطبیق توسط (Dear et al., 1998) در سه دسته بیان شده است: سازگاری رفتاری، سازگاری روانی و سازگاری فیزیولوژیکی. با این دیدگاه، مطالعات بسیاری در شرایط واقعی بدون محدودیت در نوع پوشش و یا نوع فعالیت افراد انجام شده است و زمینه بررسی متغیرهای بیشتری را نیز فراهم نموده است. به این ترتیب مشخص می‌گردد احساس حرارتی فرد، صرفاً به مولفه‌های اقلیمی وابسته نبوده و شرایط محیطی و فردی وی نیز اثرگذار است و می‌تواند دامنه آسایش حرارتی را نیز تغییر دهد (Mishra & Ramgopal, 2013; Nicol & Humphreys, 2002). این امر موجب می‌گردد فرد توانایی تحمل شرایط متنوع‌تری را داشته باشد (van Hoof et al., 2017). از طرف دیگر همواره مسئله آن است که وابستگی آسایش حرارتی به اقلیم‌های کلان بسیار محدود بوده و نیاز

تحت تاثیر فعاليت‌های فیزیکی و اجتماعی است (Eliasson et al., 2007; Knez & Thorsson, 2006; Nikolopoulou & Lykoudis, 2006). متغیرهای فیزیکی در یک محیط اداری همچون شرایط بصری، صوتی، کیفیت محیط داخلی بر احساس نارضایتی بر محیط موثرند. هرچند توانایی اجتماعی، اقتصادی و روانی فرد امکان سازگاری وی با شرایط فیزیکی را می‌تواند فراهم کند. این مولفه‌ها که تحت عنوان متغیرهای پنهان مطرح می‌شوند به سهولت قابل سنجش توسط سنسورها نیستند (Gunay et al., 2013). الگوی اشغال فضا توسط کاربران، میزان دسترسی به کنترل در یک فضا، تعداد افرادی که به صورت اشتراکی و یا انفرادی از فضا استفاده می‌نمایند، الگوی ورود و خروج به فضا و یا مدت زمان حضور مولفه‌هایی مرتبط با زمینه طراح هستند که بر آسایش حرارتی اثرگذارند. میزان کنترل بر محیط، در دسترس بودن نوع کنترل، پیچیدگی و شفافیت سیستم‌های خودکار، الکتریکی یا مکانیکی برای افراد مختلف، دید و ارتباط با فضای بیرون، تجربیات و میزان پیش‌بینی پذیری آینده، اطلاع از میزان مصرف انرژی (رصد و نظارت بر میزان مصرف) و محدودیت‌های اجتماعی نیز از این دست محسوب می‌شوند (Brien & Gunay, 2014).

همان‌طور که اشاره گردید تحقیقات بسیاری جهت بررسی مولفه‌های اثرگذار بر ادراک آسایش حرارتی در شرایط اقلیمی، فرهنگی و کالبدی متفاوت صورت پذیرفته‌است. شکل ۱، مولفه‌های اثرگذار که در مطالعات مختلف اشاره شده‌است را به صورت خلاصه نشان می‌دهد. آنچه مهم است به

(al., 2018). در مطالعات مختلف سازگاری رفتاری افراد تحت تاثیر مولفه‌های مختلف قید شده است؛ برخی موارد عبارتند از: مولفه‌های اقلیمی شامل دما، سرعت و جهت جریان باد، رطوبت، شدت تابش، سطح دی‌اکسیدکربن محیط، مولفه‌های وابسته به زمینه (ویژگی‌های ساختمانی، جهت‌گیری، نوع سیستم گرمایش و تهویه، فصل، الگوی سکونت و زمان)؛ مولفه‌های روانی (انتظارات، عادات، ادراک، نگرانی‌های اقتصادی و محیطی، سبک زندگی)؛ فیزیولوژیکال (سن، جنسیت، نوع لباس، نوع فعالیت، غذا و نوشیدنی)؛ اجتماعی (تمایل کاربران جهت اقدام به فعاليت‌های انطباقی (R. J. De Dear et al., 2013; Djongyang et al., 2010; Forgiarini et al., 2018; M. Humphreys & Nicol, 1998; Korsavi & Montazami, 2018; Marino et al., 2011; F. Nicol et al., 2004; J. F. Nicol & Humphreys, 2002).

خصوصیات مکانی نیز موجب تاثیرگذاری بر ادراک آسایش حرارتی افراد می‌گردد. (Knez & Thorsson, 2008) مکان را به جای فضا به کار برده‌است بدان جهت که نه تنها ویژگی‌های فیزیکی محیط را در بر می‌گیرد به خصوصیات روانی و ابعاد و ساختار فضایی نیز اختصاص دارد. آن‌ها پیشنهاد می‌دهند که یک مکان وابسته به پایه‌های فیزیکی، شرایط آب‌وهوایی و جنبه‌های عملکردی است. منظور از پایه‌های فیزیکی معیارهای غیر حرارتی است که در ارتباط با جنبه‌های اقتصادی نیز قرار می‌گیرد که شامل فرم (ساختمان، فضای باز)، مصالح (بافت و ویژگی سطوح)، طبیعی بودن (نسبت محیط مصنوع به محیط طبیعی) و موقعیت (ویژگی‌های فضایی) است. عملکرد فضایی نیز

میدانی جهت سنجش میزان اثرگذاری، بخشی از مولفه‌ها محیطی علاوه بر مولفه‌های فیزیکی مد نظر قرار گرفته است.

دلیل وجود تفاوت‌های فردی در سطوح مختلف، همچنان نیاز است مطالعات در شرایط مختلف ادامه یابد تا تاثیر مولفه‌های در شرایط زمانی و مکانی مختلف مشخص گردد. در این پژوهش مطالعه

مولفه‌های اجتماعی- فرهنگی اقتصادی-روانی	مولفه‌های فردی- فیزیولوژیکی	مولفه‌های فیزیکی- محیطی
<p>بیش‌زمینه اجتماعی، سبک زندگی، عادات پوشش، فرهنگ سازمانی، خواب نمروزی، مسائل جمعیت‌شناسی، ارزش‌های فرهنگی، زمینه آموزشی، زمینه اقتصادی، وضعیت مراقبت بهداشتی، شغل، تکنولوژی در دسترس، کیفیت زندگی، حضور در فعالیت‌های جمعی، اشتراک فضا</p>	<p>نرخ لباس، نرخ فعالیت، سن، جنسیت، وضعیت سلامتی، دمای بدن، انتظارات و تجربیات پیشین، مدت زمان در معرض، توانایی مدیریت و کنترل فضا، واکنش‌های رفتاری (تغییر پوشش، تغییر نوع فعالیت، تغییر موقعیت و یا وضعیت، تغییر دمای سیستم‌های سرمایش یا گرمایش، روشن نمودن فن، باز کردن بازوها و ترک محیط)</p>	<p>دمای هوا، شدت جریان هوا، رطوبت نسبی، دمای متوسط تشعشعی؛ تغییرات روزانه و فصلی، فیزیک ساختمان، ساختار و ناسیسات، معماری بومی- محلی، مصالح، مشخصات طراحی فضا، دید به اطراف، چگونگی استفاده از فضا، ویژگی‌ها و چیدمان فضایی، شرایط بصری، صوتی، طراحی میلمان، وضعیت روشنایی</p>
<p>(Halawa & Van Hoof, 2012); (Nikolopoulou et al., 2001); (Nikolopoulou & Steemers, 2003); (Yao et al., 2009); (Knez & Thorsson, 2008); (Aljawabra & Nikolopoulou, 2010); (Andamon et al., 2006); (Oliveira & Andrade, 2007); (Pantavou et al., 2013); (Maras et al., 2013); (Frontczak & Wargocki, 2011); (R. De Dear et al., 1998); (Andamon et al., 2006); (Maras et al., 2013); (Shoosharian, 2015); (Brien & Gunay, 2014)</p>	<p>(R. J. De Dear et al., 2013; Djongyngang et al., 2010); (F. R. Rupp et al., 2018); (Wang et al., 2018); (Wu et al., 2017); (A. Auliciems, 1981); (Andris Auliciems & Szokolay, Steven, 1989); (M. Nikolopoulou & Steemers, 2003); (Huizenga et al., 2005; Van Hoof, 2008); (Jowkar & Montazami, 2018); (J. Fergus Nicol, 2011); (J. F. Nicol & Humphreys, 2002); (Johnson et al., 2018) (Candido & Dear, 2012) (S. S. Korsavi & Montazami, 2018)</p>	<p>(R. J. De Dear et al., 2013; Djongyngang et al., 2010); (Halawa & Van Hoof, 2012); (Forgiarini et al., 2018); (J. F. Nicol & Humphreys, 2002); (Halawa & Van Hoof, 2012); (Foo & Mavrogianni, 2018); (Ali-Toudert, 2005; Chen & Ng, 2012; Thorsson et al., 2004); (Eliasson et al., 2007; Knez & Thorsson, 2006; Marialena Nikolopoulou & Lykoudis, 2006); (M. Nikolopoulou et al., 1999); (Gunay et al., 2013); (Brien & Gunay, 2014)</p>

تصویر ۱- مولفه‌های اثرگذار بر آسایش حرارتی براساس منابع مختلف

حرارتی است؛ این دیدگاه کلیه متغیرهای محیطی، شامل دما، تابش، جریان هوا و رطوبت را به واکنش‌های ذهنی افراد در برابر احساس سرما و گرما و یا ترجیح شرایط خنک‌تر یا گرم‌تر نسبت می‌دهد. از آنجایی که شرایط آب‌وهوایی و احساس حرارتی افراد هم‌زمان در لحظه سنجش شده و ثبت می‌گردد این مجموعه داده‌ها با عنوان "همین لحظه، همین مکان" شناخته می‌شوند. بدین معنا که به زمان و مکان مشخص وابسته بوده و به حافظه فرد و یا شاخص‌های آسایش حرارتی برای پیش‌بینی دمای آسایش نیازی ندارد (Gunay et al., 2013; Humphreys & Nicol, 2018) جهت پاسخ به سوالات مطرح در مقاله حاضر، ساختمان اداری در شهر شیراز مد نظر قرار گرفت.

۳- روش تحقیق

روش‌های مطالعه آسایش حرارتی در دو بخش روش اتاق آزمون و مطالعه میدانی طبقه‌بندی می‌شوند (Cheung & Jim, 2017; Taleghani, Tenpierik, Van Den Dobbelen, et al., 2013; Wang et al., 2018). روش سازگاری حرارتی در آسایش حرارتی به صورت کلی براساس مطالعات میدانی و به صورت خاص‌تر بر پرسشنامه متکی است. این فرایند بدین صورت است که گردآوری داده‌های محیطی و ثبت هم‌زمان پاسخ‌های حرارتی فرد در شرایط واقعی صورت گیرد و مداخله پژوهشگر در حداقل ممکن باشد (Nicol & Humphreys, 2002). مطالعه میدانی یکی از شیوه‌های اولیه در پژوهش‌های سازگاری آسایش

طبق نقشه‌های حرارتی ارائه شده توسط (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ احمدی و همکاران، ۱۳۹۱) در نقاط مرکزی شهر، افزایش دمای بسیاری در سال‌های اخیر مشاهده شده و خود منجر به اثرات مستقیم در مقیاس خرداقلیم می‌گردد که نیاز به اتکا به سیستم‌های تاسیسات سرمایش و گرمایش را در ساختمان‌های موجود در بخش میانی شهر افزایش می‌دهد. بنابراین ساختمان اداری مدنظر در نقطه‌ای که از نظر حرارتی وضعیت بحرانی نیز دارد انتخاب شده است. ساختمان اداری مدیریت دانشگاه شیراز، واقع در بخش شمالی شهر ($52^{\circ}N - 29/63^{\circ}E$) و در راستای شمال‌غربی - جنوب‌شرقی اجرا شده است. همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، ساختمان در دو بلوک مجزا و در دو مرحله ساخته شده که سازه اصلی ساختمان ساختار بتنی است که تفاوت‌هایی در روند اجرا دارند. در بال قدیم، نما به صورت قطعات پیش‌ساخته بتنی با ابعاد ۲ در ۳ متر و با ضخامت ۱۰ سانتیمتر اجرا شده است. بال جدید به دلیل سال ساخت نیازمند تبیین استانداردهای جدید بوده است. سقف وافل که در بال قدیمی با قالب ماندگار ساخته شده است، در بال جدید با قالبی متحرک از الیاف و رزین که در صنعت کشتی‌سازی استفاده می‌شود اجرا شده است. نمای ساختمان نیز با قطعاتی از بتن که دارای سیلیس، روان‌کننده و الیاف بوده است با ضخامت ۴ سانتی‌متر اجرا شده است. زیر قطعات بتنی شاسی‌کشی فلزی در نظر گرفته شده است و نهایتاً فوم جهت عایق حرارتی تزریق شده و اجرای لایه ام‌دی‌اف به عنوان لایه

نهایی دیده می‌شود^۱. تاسیسات از موتورخانه مرکزی با فن کویل برای سیستم سرمایش و گرمایش در هر فضا است که ترموستات اختصاصی در هر فضا در اختیار کاربران قرار دارد. تاسیسات گرمایش در فصل زمستان از ساعت ۵ صبح فعال شده و نهایتاً در ساعت ۳ بعدازظهر نیز خاموش می‌گردد. ساختمان امکان دریافت تهویه و نور طبیعی را دارد؛ البته بازوها در سمت شمال و جنوب تعبیه شده‌اند و تفاوت دریافت نور و تهویه در طول روز و سال وجود دارد. پنجره‌ها در بال قدیم از نوع آلومینیوم ساده و در بال جدید از نوع آلومینیوم دوجداره است. سیستم روشنایی در بال جدید کاملاً از نوع LED و در بال قدیم تلفیقی از لامپ‌های فلورسنت خطی، فلورسنت فشرده و در برخی فضاها با تعمیرات جدید دارای LED است.

توزیع پرسشنامه در چهار روز کاری در دی‌ماه سال ۱۳۹۷ از ساعت ۸:۳۰-۱۲:۳۰ صبح در بخش‌های مختلف ساختمان در بین ۱۱۰ نفر صورت گرفته است. علاوه بر پرسشنامه، روند مشاهده و ثبت داده‌های اقلیمی نیز انجام شده است. روند مطالعه شامل دو بخش مطابق تصویر ۲ است:

بخش اول- پرسشنامه سنجش آسایش حرارتی: پاسخ‌های حرارتی افراد در قالب احساس حرارتی، رضایت حرارتی، آسایش حرارتی، ترجیح حرارتی (ترجیح دما، رطوبت، جریان هوا و تابش)، پذیرش حرارتی و آسایش حرارتی کلی، سوالات اصلی را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این ویژگی‌های فردی نیز سنجش شده است. این بخش از پرسشنامه براساس

^۱- اطلاعات ارائه شده در این بخش طی فرایند مصاحبه با مسئولین واحد عمرانی دانشگاه شیراز ثبت شده است.

براساس منابع مرتبط در مقیاس‌های ۷، ۵ و ۳ گانه مورد سنجش قرار گرفته‌اند (Humphreys & Hancock, 2007; Schweiker et al., 2017; kim et al, 2018). قابل ذکر است نرخ فعالیت و نرخ لباس نیز ثبت گردیده‌اند.

استاندارد ASHRAE 55، ISO 10551 و EN-15251 طراحی شده‌است البته جهت تایید پایایی پرسشنامه ضریب آلفای کروناخ با مقدار ۰/۷ بوده که قابل قبول تلقی می‌شود. پاسخ‌های حرارتی فوق



تصویر ۱- مولفه‌های سنجش شده و ابزارهای مورد استفاده

تصویر ۲ ثبت شده‌است. به طور همزمان دمای هوا و رطوبت نسبی هوای بیرون نیز از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی در فرودگاه شیراز، استخراج شده‌است. از آنجایی که برداشت در فصل زمستان انجام شده‌است جریان هوایی وجود نداشته‌است و در اغلب فضاها کمتر از ۰/۲ بوده‌است. این مقدار با رقم گزارش شده در مطالعات فضاهای دیگر با تهویه مکانیکی مشابه است (Michael A. Humphreys et al., 2016; Parkinson et al., 2020). با این توجیه، جریان هوا در کلیه فضاها، ثابت فرض شده‌است. در وهله دوم ویژگی‌های فیزیکی شامل وضعیت در و پنجره، دید به اطراف،

نرخ فعالیت در ۹۲ درصد موارد مشابه بوده‌است. میانگین نرخ لباس ثبت شده برابر با ۰/۶۵ است که با مقادیر مطالعات جهانی مطابقت دارد. از آنجایی که هدف سنجش اثر مولفه‌های فیزیکی و محیطی بوده‌است، اثر مولفه‌های فردی، فیزیولوژیکی، اجتماعی و روان‌شناختی، با وجود سنجش در روند مطالعه، به دلیل حجم مطالب گزارش نشده‌است و نتایج در مقالات دیگری ارائه گردیده‌است.

بخش دوم - مشاهده: این مرحله خود شامل دو بخش است؛ در وهله اول داده‌های اقلیمی شامل دمای هوا، رطوبت نسبی، دمای کروی و دمای WBGT با استفاده از ابزارهای اشاره شده در

رگرسیون خطی چند گانه جهت سنجش اثر مجزا و همزمان مولفه‌های مورد مطالعه ارائه شده است. از میان ۱۱۰ پرسشنامه، ۱۰۸ پرسشنامه مورد تایید بوده و در روند تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است. در این مطالعه ۴۱ زن و ۶۶ مرد (یک نفر جنسیت را ذکر ننموده است) شرکت نموده‌اند. گروه سنی افراد بین ۲۴ تا ۶۰ سال متغیر است. بیشترین درصد سنی به گروه سنی ۳۱ تا ۴۵ سال اختصاص دارد. حداقل مدت زمان پاسخگویی ۴ دقیقه و حداکثر مدت زمان ۲۸ دقیقه بوده است. از آنجایی که متغیرهای دیگری (همچون مولفه‌های روانشناختی که در اینجا گزارش نشده است) نیز مورد سنجش قرار داده است، افزایش زمان بدان دلیل است. البته با توجه به اهمیت سنجش شرایط محیطی در بازه زمانی پاسخگویی به بخش اول پرسشنامه (مربوط به سنجش آسایش حرارتی)، دقت گردیده است تا حداقل این بخش در بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه پاسخ داده شود. از آنجایی ساختمان مورد مطالعه در نه طبقه و دارای دو بال ساختمانی متفاوت است که خصوصیات فنی و اجرایی گاه متفاوتی را نیز دارا هستند، وضعیت افراد در حالت مختلف نیز مد نظر قرار گرفته است. به دلیل حجم کاری افراد براساس تعداد مراجعین در ساعات کاری مختلف، طبقات به ترتیبی منظم مورد بررسی قرار نگرفته و سعی گردید به گونه‌ای در شرایط مطالعه قرار گیرند که مزاحمتی برای شرایط کاری پیش نیاید.

۴- یافته‌ها و نتایج تحقیق

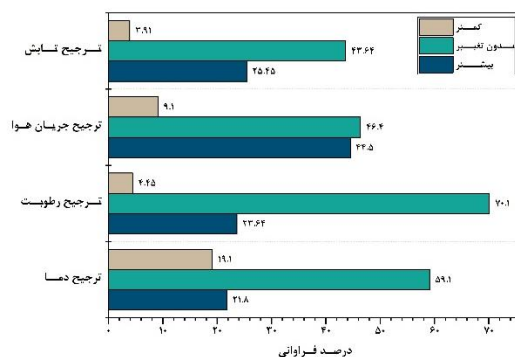
یافته‌های پژوهش در قالب چهار دسته گزارش خواهد شد: در بخش اول ادراک حرارتی افراد که

سطح روشنایی و سروصدا توسط محقق ثبت گردیده است. با توجه به وجود دو بال متفاوت و سنجش در طبقات مختلف، خصوصیات مکانی نیز جهت مقایسه ثبت گردیده‌اند. ابزارهای سنجش دما و رطوبت براساس استاندارد ISO 7726 در شعاع ۱ متری فرد و به دور از سیستم گرمایش در ارتفاع ۱/۱ که مرکز ثقل بدن تصور می‌شود تعبیه شده است.

در ابتدای روند توزیع پرسشنامه، توضیح مختصری در خصوص هدف پژوهش و شیوه پاسخگویی ارائه گردید. برای جلوگیری از هرگونه تعصب و پیش-داوری سعی گردید به نسبت تقریباً مساوی از بین هر دو گروه جنسیتی انتخاب گردد. همچنین به عنوان اصل اخلاقی پژوهش، سعی گردیده تا پدیدیه مشارکت در پژوهش از هر یک از شرکت کنندگان هم به صورت شفاهی و هم در قالب اولین سوال پرسشنامه گرفته شود. از طرفی از افراد خواسته می‌شد چنانچه در هر مرحله‌ای از روند پاسخ‌گویی احساس نارضایتی نمودند می‌توانند از ادامه روند خودداری نمایند. هیچ محدودیتی برای افراد اعمال نشده است و در تغییر در محیط آزاد بوده‌اند. در هر روز جهت تطبیق فرد با شرایط فضای داخل در ابتدای صبح با نیم ساعت تاخیر به نسبت شروع ساعت کاری، روند برداشت آغاز گردیده است.

پس از گردآوری داده‌ها، ثبت پرسشنامه‌ها در نرم افزار Excel, 2019 و سپس SPSS, 22 صورت گرفته است. تحلیل‌ها در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی متناسب با نوع متغیرهای مد نظر ارائه می‌گردد. مقادیر حداقل و حداکثر، میانگین، انحراف استاندارد از یک سو و رگرسیون خطی ساده و

است. مطابق شکل ۴-۴ راست، ۶۱/۸۲ درصد افراد شرایط نه سرد و نه گرم از نظر حرارتی را احساس نموده‌اند. از آنجایی که طبق استاندارد ASHRAE 55 سه طبقه میانی در مقیاس ۷ گانه به عنوان شرایط خنثی و رضایت حرارتی تلقی می‌شود با احتساب این دو گروه ۹۳/۶۳ افراد در شرایط خنثی از نظر حرارتی قرار دارند. ترجیح حرارتی در مقیاس ۳ گانه مکینتایر (کمتر، بدون تغییر و بیشتر) (Rijal et al., 2017) سنجش شده است. در خصوص ترجیح دما و رطوبت بیش از نیمی از افراد، شرایط بدون تغییر را خواستار بوده‌اند. ۲۱/۸ درصد دمای کمتر و ۱۹/۱ درصد دمای بیشتر را خواستار بوده‌اند. ۲۳/۶۴ درصد افراد رطوبت بیشتری را نیاز داشته‌اند. اما در مورد جریان هوا درصد قابل توجهی (۴۴/۵۰ درصد) نیازمندی افزایش جریان هوا هستند. در خصوص تابش ۲۵/۴۵ درصد افراد نیازمند دریافت تابش بوده‌اند؛ با توجه به سایه‌اندازی بیش از حد و ابعاد بازشوها و جهت‌گیری در جبهه شمالی قابل توجه است (تصویر ۴-۴ چپ).



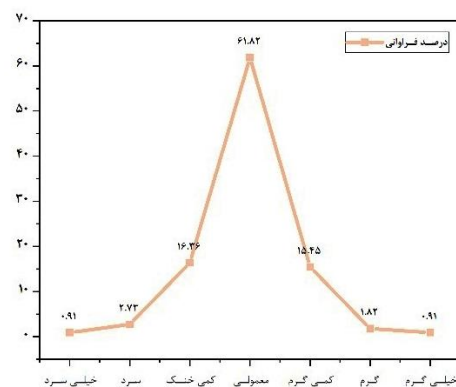
تصویر ۳- راست: درصد فراوانی احساس حرارتی افراد. چپ: درصد فراوانی ترجیح حرارتی افراد به تفکیک

مبنای مقیاس هفت‌گانه اشرفی؛ سنجش رضایت حرارتی بر مبنای مقیاس هفت‌گانه لیکرت؛ سنجش

با نه مقیاس مختلف سنجش شده است ارائه می‌گردد. در بخش دوم و سوم ضمن ارائه گزارشی از وضعیت مولفه‌های فیزیکی و محیطی نمونه مورد مطالعه، روابط همبستگی ادراک حرارتی با مولفه‌های مذکور نیز بررسی شده است. در نهایت جهت تعیین مدل پیش‌بینی‌کننده ادراک حرارتی براساس مولفه‌های فیزیکی و محیطی، خروجی تحلیل رگرسیون خطی چندگانه ارائه گردیده است.

۴-۱- ادراک حرارتی شرکت‌کنندگان

از آنجایی که هدف اصلی سنجش وضعیت ادراک حرارتی افراد است، پاسخ‌های حرارتی در قالب مقیاس‌های مختلفی مورد سوال قرار گرفته است که در تصویر ۲، بیان گردید. براین اساس میانگین احساس حرارتی در گروه مورد مطالعه ۰/۰۴-، میانگین آسایش حرارتی ۵/۹۹، رضایت حرارتی ۴/۷۸، ترجیح دمایی ۰/۰۳، ترجیح رطوبت ۰/۱۹-، ترجیح جریان هوا، ۰/۳۶-، ترجیح تابش ۰/۰۶، دمای قابل قبول ۰/۸۵ و آسایش حرارتی کلی ۴/۹۴



رضایت کلی از شرایط حرارتی به سه شیوه مورد سوال قرار گرفته است: سنجش آسایش حرارتی بر

همان‌طور که در اغلب مطالعات آسایش حرارتی اشاره شده است (De Dear et al., 2013; Djongyang et al., 2010)، شرایط محیطی عمدتاً عامل اثرگذار بر ادراک حرارتی فرد به شمار می‌رود. در این مرحله گزارشی از وضعیت آب و هوایی محل مطالعه در فضای داخل و خارج ارائه می‌گردد. شرایط فضای داخل با استفاده از ابزارهای سنجش در محل ثبت گردیده است و شرایط فضای خارج از گزارش‌های نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی ثبت گردیده است. به دلیل تفاوت در ارتفاع و فاصله در حدود ۱۵ کیلومتری با محل مطالعه، جهت تدقیق داده‌های ایستگاه هواشناسی، در ساعات مختلف در فضای بیرون ساختمان نیز دما و رطوبت سنجش شده است و دمای گزارش شده به عنوان دمای بیرون، میانگین دو مقدار (مقدار ثبت شده در محل و گزارش شده از ایستگاه هواشناسی) است.

شرایط محیطی فضای بیرون

در تصویر ۲ تغییرات دما و رطوبت در روزهای برداشت نشان داده شده است. همزمان با مطالعه میدانی دما و رطوبت گزارش شده در نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی ثبت شده است. میانگین دمای $15/13^{\circ}\text{C}$ با انحراف استاندارد $1/329$ و میانگین رطوبت نسبی $34/88$ درصد با انحراف استاندارد $7/48$ بوده است. گرم‌ترین روز در این بازه، روز دوم با میانگین دمایی $15/68^{\circ}\text{C}$ بوده است. تغییرات دمایی در بازه زمانی برداشت در روز اول بیشترین مقدار را داشته است. میانگین رطوبت نسبی در روز سوم برداشت بیشتر ($42/42\%$) ثبت شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در روز سوم برداشت

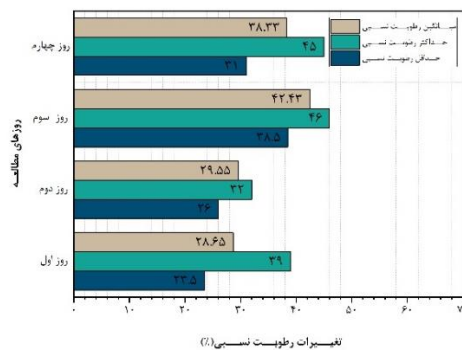
آسایش کلی براساس مقیاس هفت‌گانه اشری. پاسخ‌های گزینه ۴ تا ۷ در خصوص آسایش حرارتی، رضایت حرارتی و آسایش کلی به عنوان شرایط قابل قبول شناخته می‌شوند که $52/3$ درصد با مبنای آسایش حرارتی، $90/7$ با مبنای رضایت حرارتی و $92/7$ درصد با مبنای آسایش کلی در شرایط آسایش قرار دارند.

در مطالعات آسایش حرارتی سه روش برای تعیین پذیرش حرارتی وجود دارد: (۱) پرسش مستقیم از کاربران؛ (۲) به صورت غیرمستقیم و در نظر گرفتن سه طبقه میانی در مقیاس هفت‌گانه احساس حرارتی؛ و (۳) بر مبنای مقیاس سه‌گانه ترجیح حرارتی، که در آن گزینه بدون تغییر معادل شرایط قابل قبول شناخته می‌شود (Schweiker et al., 2017). به شیوه پرسش مستقیم، 91 درصد از کاربران شرایط محیطی را قابل قبول می‌دانند. با در نظر گرفتن سه طیف میانی احساس حرارتی در مقیاس اشری، همانطور که قبلاً اشاره شد، $93/63$ درصد، شرایط را قابل قبول می‌دانند. برای تعیین شرایط قابل قبول به شیوه سوم نیز گزینه عدم تغییر برای ترجیح دمایی $59/1$ درصد، ترجیح رطوبت $70/1$ درصد، ترجیح جریان هوا $46/40$ درصد و ترجیح تابش $43/64$ درصد را به خود اختصاص داده است. پس با مقیاس ترجیح حرارتی به قطعیت نمی‌توان شرایط را قابل قبول توصیف نمود. یعنی با وجود درصد بالایی از احساس حرارتی خنثی، افراد نیازمند تغییر در شرایط فیزیکی هستند.

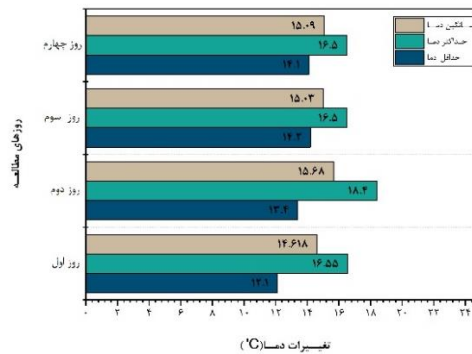
۴-۲- تأثیر مولفه‌های محیطی بر ادراک

حرارتی

آنجایی که میانگین دمای چهار روز مورد مطالعه (تنها براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی) برابر ۴۰/۵۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۴۰/۸۲ درصد است، نشان از شرایط دمایی مشابه در سال‌های اخیر داشته‌است. از نظر میزان رطوبت این تفاوت، لازم است شرایط ابری و یا بارانی بودن مورد بررسی قرار گیرد که با توجه به کاهش میزان بارش در سال‌های اخیر، کاهش رطوبت نسبی نیز طبیعی است.



با ثبات دمای بیشتری در بازه زمانی سنجش مواجه بوده‌ایم. در جهت تشخیص آنکه، شرایط مورد مطالعه، شرایط معمول به نسبت سال‌های پیشین در زمان مشابه است، میانگین دما و رطوبت نسبی ماهیانه در دی ماه در ۱۰ سال اخیر نیز از سایت هواشناسی برداشت شده‌است. میانگین دمای ۱۰ ساله اخیر برابر با ۱۴/۴۴ درجه سانتیگراد است و در خصوص رطوبت نسبی میانگین برابر ۵۵/۳ درصد است. از

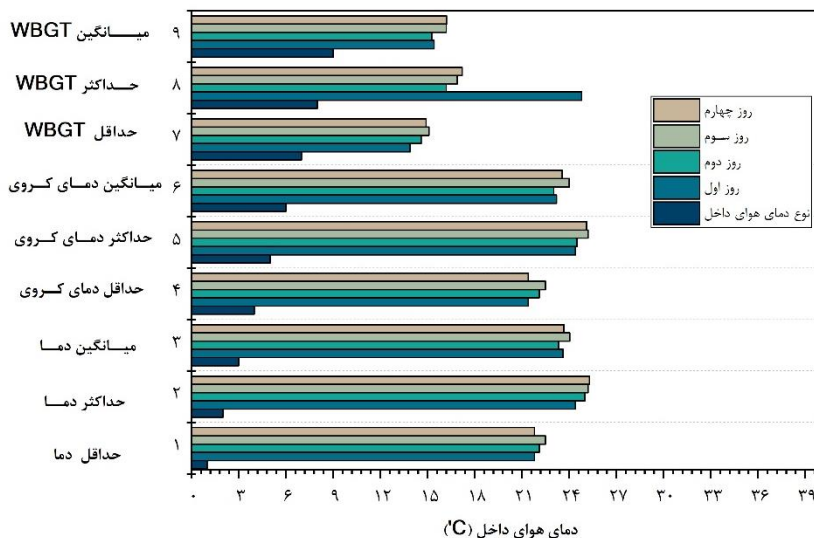


تصویر ۲- راست: تغییرات دمای هوای بیرون در روزهای مطالعه (درجه سانتیگراد). چپ: تغییرات رطوبت نسبی هوای بیرون در روزهای مطالعه (درصد)

دمای کروی و دمای کروی مرطوب (WBGT) همزمان با تکمیل پرسشنامه برای هر فرد ثبت گردیده‌است. جریان هوا در فضای داخلی بسیار ناچیز بوده و حتی در مجاورت درزهای نفوذ هوا و یا سیستم گرمایش نیز عدد ناچیزی (با توجه به فصل سرد) را نمایش می‌دهد و سرعت جریان هوا در کلیه فضاها ثابت فرض شده‌است.

شرایط محیطی فضای داخل

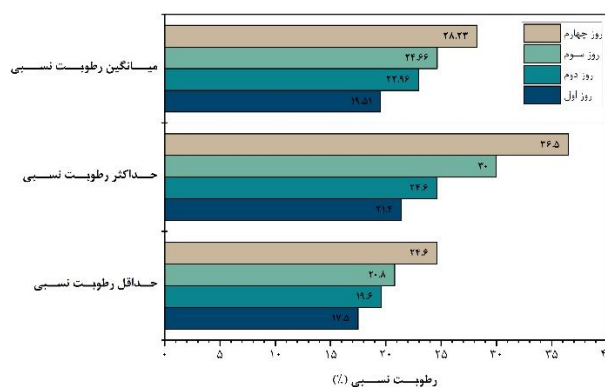
سنجش شرایط در سطح خرداقلیم نیز اهمیت دارد چراکه امکان مقایسه فضاهای مختلف در یک ساختمان و همچنین مقایسه احساس حرارتی افراد با شرایط دمایی و رطوبتی را در لحظه فراهم می‌آورد. سنجش در لحظه توسط دستگاه‌های مورد اشاره در تصویر ۳، تنها در مدت زمان توزیع پرسشنامه انجام شده‌است و چهار متغیر دمای هوا، رطوبت نسبی،



تصویر ۵- بالا: میانگین، حداقل و حداکثر دمای خشک، کروی و کروی مرطوب. پایین: تغییرات دمای خشک در روزهای مطالعه

و میانگین دمای کروی مرطوب ۱۵/۹۲ درجه سانتیگراد بوده است. میانگین رطوبت نسبی نیز ۲۳/۵۸ درصد محاسبه شده است.

تصویر ۶، تغییرات دمایی و شکل ۷ تغییرات رطوبت نسبی را در روزهای مطالعه همزمان با فرایند تکمیل پرسشنامه نشان می دهند. میانگین دما در روزهای مطالعه برابر با ۲۳/۶۸، میانگین دمای کروی ۲۳/۴۷



تصویر ۶ - تغییرات رطوبت نسبی فضای داخل در روزهای مطالعه

میانگین دمای هوا در روز اول، دوم و چهارم تقریباً نزدیک به یکدیگر است، ولی در روز سوم با میانگین دمایی بالاتری (۲۴/۰۵) در روند سنجش مواجه بوده‌ایم. این روند تغییر در خصوص دمای گروهی و دمای گروهی مرطوب نیز دیده می‌شود. که به نظر می‌رسد علت آن یا بالاتر بودن دما در این روز، و یا سنجش در نقاطی از ساختمان است که در ضلع جنوب بوده و با دریافت تابش مستقیم و در فضاهای فاقد سایبان و یا پرده داخلی صورت گرفته است. یعنی اثر دمایی ناشی از تابش در محیط موجب بالاتر رفتن دمای داخلی گردیده‌است که با محاسبه دمای عامل براساس فرمول ارائه شده در (CIBSE., 2015) و دمای تشعشی، با استفاده از فرمول ارائه شده در (Alfano et al., 2013) نیز تصدیق می‌گردد و دقیقاً همین روند دیده می‌شود. در خصوص رطوبت نسبی تفاوت بیشتری در روزهای مختلف دیده شده‌است که به دلیل دمای بالای سیستم گرمایش، وجود گیاه در محل، وضعیت بازشوها و تعداد افراد حاضر در فضا و از همه مهم‌تر گذر زمان و افزایش تراکم هوا می‌تواند باشد.

شرایط محیطی یک فضا بر ادراک حرارتی فرد اثرگذار است، با این هدف، روابط همبستگی پاسخ‌های حرارتی و مولفه‌های محیطی ارائه می‌گردد. بر طبق جدول، از میان مولفه‌های اقلیمی، احساس حرارتی (TSV) بالاترین همبستگی را با دمای هوای داخل (T_{a-in})، در طول مطالعه داشته‌است (۰/۰۵ < $r=0/196P$)؛ هرچند میزان ضریب همبستگی نشان از ارتباط ضعیف میان دو متغیر دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود دمای هوای داخل و خارج (T_a)

هیچ ارتباط معناداری با شرایط آسایش حرارتی (T_{comf}) و آسایش کلی ($T_{Overall\ comf}$) ندارد. رضایت حرارتی و ترجیح دمایی نیز ارتباط معنادار با هیچ یک از مولفه‌های اقلیمی را نشان نداده‌است. در خصوص آسایش حرارتی همبستگی بالاتر با میزان رطوبت نسبی داخلی ($r=0/194, P< 0/05$) دیده شده‌است. ترجیح حرارتی با هیچ یک از مولفه‌های اقلیمی ارتباط معناداری را نشان نداده‌است. آسایش حرارتی ($r=0/194, P< 0/05$)، ترجیح رطوبت ($r=0/197, P< 0/05$)، ترجیح تابش جریان هوا ($r=0/227, P< 0/05$)، ترجیح تابش ($r=0/199, P< 0/05$) و آسایش کلی ($P< 0/01$)، با رطوبت نسبی داخل ارتباط معناداری داشته‌اند. ترجیح تابش علاوه بر رطوبت نسبی داخل با دمای هوای داخل ($r=0/223, P< 0/05$) نیز ارتباط معناداری دارد. در خصوص ترجیح جریان هوا رابطه منفی (معکوس) میان رطوبت نسبی داخل ($r=-0/361, P< 0/01$) و نیاز به جریان هوا از یک سو و جریان هوا و دمای هوای بیرون ($P< 0/05$)، از سوی دیگر دیده می‌شود که در عمل عجیب به نظر می‌رسد اما به نظر می‌رسد با کاهش دمای بیرون، ممکن است سیستم گرمایش بیشتر فعال باقی بماند و این امر موجود تراکم هوا و نیاز به تهویه را تقویت نماید. در تمامی موارد ذکر شده شدت ارتباط ضعیف میان متغیرهای مختلف توصیف می‌شود. در مورد شرایط قابل قبول (T_{accept}) براساس ضریب همبستگی اتا، روابط متوسط با دمای هوای داخل، دمای گروهی، دمای WBGT و رطوبت نسبی هوای بیرون و همبستگی قوی با رطوبت نسبی داخل مشاهده می‌گردد.

با توجه به کوچک بودن مقادیر همبستگی، می‌توان اظهار نمود که ادراک حرارتی افراد صرفاً به مولفه‌های محیطی و شرایط آب‌وهوایی وابسته نیست و باید تاثیر سایر مولفه‌ها نیز مورد بررسی قرار گیرد. از طرفی شرایط قابل قبول شدت همبستگی بالایی را با رطوبت نسبی نشان داده‌است که در اغلب فضاهای اداری با مسئله افزایش تراکم هوا و عدم کیفیت مناسب مواجه‌ایم؛ تراکم هوا با ترجیح حرارتی افراد در خصوص تغییر در دما، رطوبت، جریان هوا و تابش سنجیده شده که مطابق شکل ۴،

۵۴/۷۰ درصد افراد خواستار تغییر در سطح جریان هوا بوده‌اند. نکته دیگر در خصوص دمای هوا و دمای کروی است میزان اثرگذاری هر دو تقریباً مشابه است و می‌توانند به عنوان جایگزین یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند. در خصوص دمای عامل (Top) همبستگی بیشتری با ادراک حرارتی فرد دیده می‌شود. پس این فاکتور دمایی گزینه مناسبی تری است چرا که هم اثر دمای هوا و هم اثر متوسط دمای تشعشعی را در خود دارد.

جدول ۱- ارتباط مولفه‌های محیطی با پاسخ‌های حرارتی

ضریب	RH _{out}	RH _{in}	T _{out}	T _{WBGT}	T _{Globe}	T _{op}	T _{in}	مولفه‌های محیطی	پاسخ‌های حرارتی
اسپیروم ن	-۰/۰۳	۰/۰۳۸	۰/۱۷۹	۰/۱۷۹	۰/۱۹۳°	۰/۱۶۶	۱۹۶°	T _{SV}	
	-۰/۰۰۱	۰/۱۹۴*	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۴	۰/۱۳۱	۰/۰۷۵	-۰/۰۹۴	T _{comf}	
	-۰/۰۲۱	۰/۱۵۶	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷	-۰/۰۴۴	۰/۰۲۱	-۰/۰۱۰	T _{Pleasure}	
	۰/۱۲۸	۰/۱۷۸	-۰/۱۸۵	-۰/۱۸۵	-۰/۱۶۷	-۰/۱۹۳*	-۰/۱۱۳	T _{prefTem_p}	
	۰/۰۷	۰/۱۹۷*	-۰/۲۱۷*	-۰/۲۱۷*	-۰/۰۴۰	-۰/۲۳۴*	۰/۰۰۱	T _{pefRH}	
	۰/۰۸	۰/۲۲۷*	۰/۳۶۱**	۰/۳۶۱**	-۰/۱۳۹	۰/۳۳۲**	-/۰۹۱	T _{prefV}	
	۰/۰۷۳	۰/۱۹۹°	-/۰۳۳	-/۰۳۳	/۲۶۰°	-۰/۰۱۱	۰/۲۲۳°	T _{prefRA}	
	-/۰۴۹	/۲۸۵**	۰/۱۰۵	۰/۱۰۵	-۰/۰۸۴	-۰/۲۰۲*	-۰/۰۳۴	T _{Overall comf}	
اتا	۰/۲۷۱*	۰/۷۳۴	۰/۳۴۸	۰/۳۴۸	۰/۵۸۸	۰/۲۰۶°	۰/۴۳۲	T _{accept}	

*معناداری در سطح ۰/۰۵؛ **معناداری در سطح ۰/۰۱

باتوجه به نقش پررنگ مولفه‌های محیطی بر پاسخ‌های حرارتی می‌توان به مدل‌های رگرسیونی پیش‌بینی کننده نیز روی آورد. بدین ترتیب پاسخ‌های

حرارتی افراد در شرایط آب‌وهوایی مختلف قابل تشخیص خواهد بود. با این اطلاعات حس‌گرهای کنترل کننده سیستم‌های تاسیساتی با دقت بیشتری

خواهد بود که دقیقاً با مقدار ثبت شده در مطالعه میدانی برابر است و این مدل کاملاً قابل استناد است. مقادیر دامنه تغییرات برای سایر پاسخ‌های حرارتی در جدول شماره ۲ آورده شده است. از آنجایی که مقیاس‌های ادراک حرارتی عمدتاً به عنوان مقیاسی فاصله‌ای معنادارتر هستند تا مقیاسی ترتیبی این روند پیش‌بینی به تخمین بهتر دمای آسایش به ازای هر فرد (و نه مقدار میانگین برای همه افراد) می‌انجامد. در خصوص پذیرش حرارتی، به دلیل آنکه بیش از ۹۰ درصد افراد شرایط را قابل قبول توصیف نموده‌اند، نمی‌توان به عنوان مقیاس مناسبی در نظر گرفت. البته در صورت استفاده از رگسیون لجستیک نیز مدل معنی‌دار حاصل نشده است.

پس از محاسبه ترجیح دمایی برای هر فرد براساس معادله ۳ در جدول ۲، می‌توان براساس متد (M. A. Humphreys et al., Griffith 2013) دمای آسایش را محاسبه نمود. در فرمول^۱ Griffith مقدار دمای ترجیحی هر فرد یکبار با مقدار محاسبه شده توسط معادله ۳ و یکبار با مقدار سنجش میدانی جایگزین شده و دمای آسایش برای هر فرد محاسبه می‌شود. در این دو حالت میانگین دمای آسایش تفاوت چندانی ندارد (به ترتیبی ۲۳/۶۲ و ۲۳/۶۳ درجه سانتیگراد)، اما دمای آسایش برای هر فرد متفاوت محاسبه می‌شود. این دقیقاً همان چیزی است که در مدل‌های آسایش حرارتی فردی به دنبال آن هستیم، یعنی "نقطه تنظیم دمایی فردی" به جای یک نقطه تنظیم دمایی ثابت برای کلیه فضاها.

متناسب با نیاز کاربران تنظیم می‌شوند. لازم به ذکر است، پاسخ‌های حرارتی به عنوان متغیر وابسته و مولفه‌های محیطی به عنوان متغیر مستقل وارد مدل پیش‌بین شده‌اند.

در هر مرحله یکی از پاسخ‌های حرارتی به عنوان متغیر مستقل و دما و رطوبت به عنوان متغیر وابسته وارد مدل شده‌اند. ترتیب ورود متغیرها در مدل رگرسیون خطی چندگانه به شیوه‌های متفاوتی امکان‌پذیر است که در این پژوهش روش پس‌رونده نتایج مناسب‌تری را در اختیار قرار داده است. در خصوص هر مدل رگرسیون، ضریب هم‌خطی نیز مورد بررسی قرار گرفته است و چنانچه براساس ضرایب VIF، Tolerance، Eigenvalue و Condition Index هم‌خطی وجود داشته است جهت رفع آن از نمره استاندارد Z برای هر متغیر جهت ورود به مدل استفاده شده است. در جدول شماره ۲، مدل‌های معنی‌دار گزارش شده است.

در خصوص احساس حرارتی (TSV) با جایگذاری مقادیر ثبت شده در مدل ۱، احساس حرارتی بین ۱/۴۸- تا ۲/۷۴- متغیر بوده و میانگین آن برابر ۲/۱۲- است، یعنی تقریباً احساس حرارتی کلیه افراد در سطح کمی خنک تا سرد است. در حالی که میانگین ثبت شده در حین مطالعه در روند سنجش مستقیم احساس حرارتی برابر با ۰/۰۴- است. از اینرو با تخمینی غیرواقعی براساس این مدل مواجه ایم.

در مورد آسایش حرارتی، جایگذاری مقادیر در مدل ۲، تغییرات بین ۴/۶۱ تا ۶/۷۷ با میانگین ۵/۹۹

جدول ۱- مدل‌های پیش‌بینی ادراک حرارتی براساس مولفه‌های محیطی

ردیف	R square	مدل	دامنه ادراک حرارتی
۱	۰/۱۷۴	$TSV = -2.176 - 0.030 (RH_{out}) - 0.302(T_{WBGT}) + 0.249(T_{op})$	-۲/۷۴ تا -۱/۴۸
۲	۰/۱۱۲	$T_{comf} = 5.991 + 0.445 (RH_{in}) - 0.368 (T_{WBGT}) - 0.291(T_{out})$	۶/۷۷ تا ۴/۶۱
۳	۰/۱۲۱	$T_{preftemp} = 0.028 - 0.194 (RH_{in}) - 0.146 (T_{globe}) - 0.150(RH_{out})$	۰/۴۳ تا -۰/۶
۴	۰/۰۶۸	$T_{prefRH} = -0.185 - 0.135(T_{out})$	-۰/۰۴ تا -۰/۴۴
۵	۰/۱۴۳	$T_{prefV} = -0.361 - 0.321(T_{out}) - 0.140 (RH_{out})$	۰/۰۳ تا -۰/۶۷
۶	۰/۱۱۷	$T_{prefRA} = 0.056 - 0.186(T_{out}) + 0.270 (T_{globe})$	۰/۴۳ تا -۰/۷۷
۷	۰/۱۱۲	$T_{overall comfrot} = 4.994 + 0.553(T_{in}) - 0.520 (RH_{in}) - 0.594 (T_{globe})$	۶/۶۲ تا ۳/۴۰

کلیه مدل‌ها در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۰۱ می‌باشند.

۴-۲- تاثیر مولفه‌های فیزیکی بر ادراک حرارتی

مولفه‌های محیطی مورد سنجش شامل وضعیت سیستم گرمایش، در و پنجره، موقعیت مکانی فرد در فضا، وضعیت دید به اطراف، وضعیت صدا و روشنایی و وضعیت موقعیت مکانی از نظر طبقات و یا بال جدید/قدیم در ساختمان است که توسط محقق طی فرایند مشاهده و همزمان با تکمیل پرسشنامه توسط شرکت کنندگان، انجام شده است. نتایج بررسی این شرایط محیطی بدین قرار است:

- در خصوص سیستم گرمایش در ۵۵ درصد شرایط سیستم فعال بوده و در ۴۵ درصد موارد سیستم غیرفعال (به دلیل فعال بودن سیستم خودکار و یا خاموش کردن توسط کاربر) بوده است.

- درب اتاق در ۷۹/۸ درصد از کل شرایط باز بوده و تنها در ۱۹/۳ درصد از کل درب همزمان با سنجش بسته بوده است. پنجره در ۹۳/۶ درصد شرایط به نسبت کل شرکت کنندگان بسته بوده

است و تنها در ۴/۶ درصد موارد به نسبت کل موارد باز بوده است.

- موقعیت مکانی افراد در فضا بدین گونه بوده است که ۷۱/۶ درصد از کل افراد در مجاورت پنجره، ۶/۴ درصد (از کل) در نزدیکی سیستم گرمایش، ۱۸/۳ درصد (از کل) در مجاورت درب اتاق بوده‌اند.

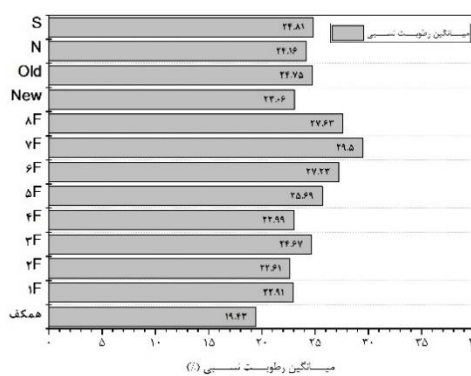
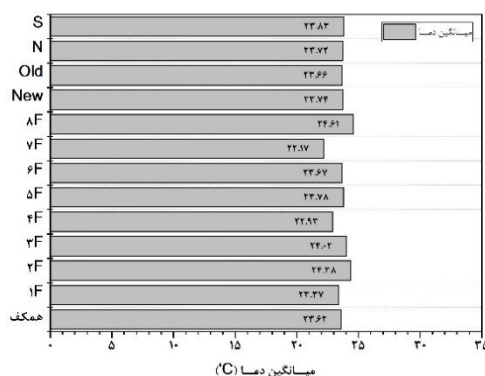
- ۳۳/۹ درصد از کل افراد دید به محیط طبیعی در بیرون از مجموعه داشته‌اند. از کل افراد تنها ۳/۳ درصد دید به محیط مصنوع در بیرون مجموعه داشته‌اند.

قابل ذکر است در خصوص ویژگی‌های فوق همپوشانی نیز وجود داشته است؛ یعنی حالاتی وجود داشته که به طور مثال هم دید به محیط طبیعی و هم مصنوع وجود داشته است.

- وضعیت صوتی فضا در یک سنجش کیفی در مقیاس ۵ گانه لیکرت، توسط محقق بدین گونه توصیف می‌شود: در ۱۲/۸ درصد شرایط کاملاً آرام، در ۳۳ درصد موارد کمی آرام، در ۳۵/۸

۰/۶۵ درصد است. در خصوص طبقات ساختمان نیز تفاوت دمایی ناچیز است و تنها در طبقه چهارم و هفتم با دمای به نسبت پایین‌تر مواجه بوده‌ایم که طی مشاهدات ثبت شده، به دلیل غیرفعال بودن برخی فضاها و تراکم کمتر حضور کارمندان و مراجعین و خاموش نگه داشتن سیستم گرمایش در این بخش‌ها قابل توجه است. در خصوص رطوبت نسبی در طبقه همکف به دلیل نزدیکی به بخش ورودی و باز و بسته شدن مداوم درب ورودی کاهش رطوبت نسبی طبیعی است. در طبقه هفتم نیز به دلیل تراکم حضور شرکت‌کنندگان در یک اتاق نه چندان بزرگ، افزایش رطوبت نسبی در مقایسه با سایر فضاها مشاهده شده است.

درصد موارد آرام و در ۱۷/۴ درصد شرایط کمی سروصدا وجود داشته است. - حداقل شدت روشنایی در نقطه مورد مطالعه (در محل قرارگیری فرد در حین سنجش شرایط) ۶۶ لوکس و حداکثر ۱۹۹ لوکس ثبت شده است. تصویر ۸، تغییرات دما و رطوبت نسبی را در طبقات مختلف ساختمان، در بال جدید و قدیم و در اتاق-های موجود در اضلاع شمالی و جنوبی مورد مقایسه قرار می‌دهد. تفاوت میانگین دمایی در دو بال جدید و قدیم با وجود اجرای لایه عایق در بال جدید تنها ۰/۰۸ درجه سانتیگراد و تفاوت رطوبت ۱/۶۹ درصد است. میانگین تغییرات دما در دو ضلع شمالی و جنوبی ساختمان تنها ۰/۱۱ درجه سانتیگراد تفاوت دارد. در خصوص رطوبت نسبی این تفاوت میانگین



تصویر ۷- میانگین دما، چپ: میانگین رطوبت نسبی به تفکیک موقعیت مکانی

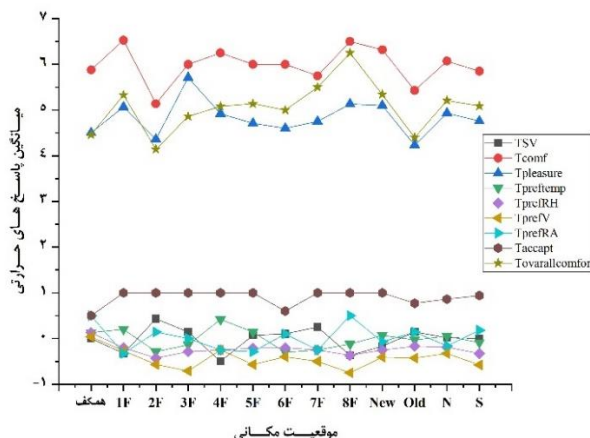
ساختمان نیز به چشم می‌خورد: در بال جدید میانگین احساس حرارتی ۰/۱۷- و در بال قدیم ۰/۱۴ است. بیشترین درصد نیاز به جریان هوا مربوط به روز چهارم (۶۶/۷ درصد) بوده است. در مورد تابش بیشترین درصد نیاز به تابش در روز دوم (۴۸/۴ درصد) برداشت اطلاعات مشاهده شده است. در

میانگین احساس حرارتی در روزهای مختلف برداشت میدانی عبارتست از: در روز اول صفر، روز دوم ۰/۳۵، روز سوم ۰/۲۴ و در روز چهارم ۰/۰۶- است. بنابراین در روز دوم و چهارم به سمت شرایط خنک و در روز سوم به سمت شرایط کمی گرم متمایل بوده است. این تفاوت در بال جدید و قدیم

روز چهارم، طبقه هفتم و سوم برداشت شده است که کمبود هوای مطبوع در این فضاها احساس می شده است؛ خصوصا که رطوبت نسبی ثبت شده نیز در این فضاها بالاتر از میانگین رطوبت نسبی ثبت شده در سایر فضاهاست. در روز دوم طبقه اول در بال جدید برداشت شده است که در این طبقه دریافت تابش ناچیز بوده، فضاها نسبت به سایر طبقات بزرگتر بوده و در ساعات ابتدایی صبح عمدتاً این نوع ترجیح تابش ثبت شده است. براساس آسایش حرارتی بالاترین میانگین به طبقه اول (۶/۵۳)، براساس متغیر رضایت حرارتی بالاترین میانگین به طبقه سوم (۵/۷۱) و بر مبنای آسایش کلی بالاترین میانگین به طبقه هشتم (۶/۲۵) اختصاص دارد. بر مبنای هر سه شاخص مذکور، رضایت کلی از شرایط در بال جدید بالاتر است. در جبهه شمالی نیز به نسبت جبهه جنوبی میانگین بالاتری از رضایت مشاهده می شود. با بررسی تفکیکی در کلیت ساختمان، در طبقه ۱، ۴ و ۸ احساس حرارتی به سمت شرایط خنک؛ در طبقه همکف شرایط خنثی (نه سرد و نه گرم) و در طبقات ۲، ۳، ۵، ۶ و ۷ به سمت شرایط کمی گرم سوق داشته است. بالاترین میزان آسایش حرارتی و آسایش کلی در روز چهارم به ترتیب با میانگین ۶/۲۸ و ۵/۷۸ ثبت شده است. در خصوص رضایت حرارتی در روز سوم با میانگین بیشتری از رضایت (۴/۹۲) مواجه بوده ایم. از نظر زمانی در ساعات ۱۰ تا ۱۱ صبح بالاترین میزان رضایت و آسایش دیده شده است. پاسخ های حرارتی افراد در دو بال جدید و قدیم نیز تفاوت هایی با یکدیگر دارد. در بال قدیم ساختمان با میانگین احساس حرارتی ۰/۱۴، به سمت کمی گرم

سوق دارد و با میانگین ۰/۱۷- در بال جدید به سمت کمی خنک سوق دارد. پاسخ های حرارتی نیز در بال قدیم و جدید به ترتیب در سطح کمی عدم آسایش و نسبتاً عدم آسایش سوق دارد. ترجیح دمایی با میانگین ۰/۰۳- در بال قدیم و ۰/۰۷- در بال جدید نیاز به دمای پایین تر و دمای بالاتر را به ترتیب نشان می دهد که همخوان با احساس حرارتی افراد است. در مورد ترجیح رطوبت و ترجیح جریان هوا در هر دو بال به سمت نیاز به رطوبت بیشتر گزارش شده است. در مورد ترجیح تابش، کاربران، در بال قدیم تابش کمتر و در بال جدید تابش بیشتری را خواستار بوده اند. رضایت حرارتی و آسایش حرارتی کلی نیز در دو بال یک سطح تفاوت را نشان داده است که در بال جدید وضعیت بهتری را نشان می دهد. در فضاهای ضلع شمال و جنوب ساختمان، احساس حرارتی بسیار به شرایط خنثی نزدیک است، تفاوت آسایش حرارتی، رضایت حرارتی و آسایش حرارت کلی بسیار جزئی است و تقریباً در یک سطح است. در ضلع جنوبی دما و تابش کمتر، رطوبت و جریان هوا بیشتر، در حالی که در ضلع شمالی دما و تابش بیشتر، رطوبت و جریان هوا کمتر ثبت شده است (تصویر ۸).

در خصوص ارتباط پاسخ های حرارتی با مولفه های محیطی نیز براساس نوع مقیاس هر متغیر ضرایب همبستگی بررسی شده است. احساس حرارتی با وضعیت باز/ بسته بودن پنجره براساس ضریب وی کرامر با شدت ۰/۵۰۹ همبستگی دارد. رضایت حرارتی نیز با وضعیت روشنایی براساس ضریب توفقی با شدت ۰/۵۲۷ همبستگی نشان داده است.



تصویر ۸- میانگین پاسخ‌های حرارتی افراد براساس موقعیت مکانی

ترجیح رطوبتی، ترجیح جریان هوا و ترجیح تابش ارتباط معنی‌داری با مولفه‌های فیزیکی دیده نشده است. مدت زمان حضور افراد نیز با نیاز آنان به تابش با ضریب ۰/۲۳۱ رابطه معکوسی دارد. در جدول ۳، نیز میانگین ادراک حرارتی افراد در شرایط مختلف مقایسه شده‌است. تفاوت در میانگین‌ها نشان می‌دهد که شرایط محیطی می‌تواند بر ادراک حرارتی اثرگذار باشد.

ترجیح رطوبت با دید نسبت به محیط طبیعی، براساس ضریب وی کرامر با شدت ۰/۲۴۰ همبستگی دارد. آسایش حرارتی کلی با وضعیت دید نسبت به محیط مصنوع با ضریب توافقی ۰/۳۲۷، با موقعیت نسبت به سیستم گرمایش با ضریب توافقی ۰/۳۴۶ و با وضعیت روشنایی با ضریب توافقی ۰/۵۸۱ همبستگی دارد. شرایط قابل قبول با وضعیت روشنایی با ضریب توافقی با شدت ۰/۳۵۸ همبستگی دارد. در خصوص آسایش حرارتی،

جدول ۲- میانگین پاسخ‌های حرارتی به تفکیک مولفه‌های فیزیکی

TOverall comf	Taccapt	TprefRA	TprefV	TprefRH	TprefTemp	Tpleasure	Tcomf	TSV	مولفه محیطی/ پاسخ حرارتی
۴/۹۵	۰/۸۲	۰/۱۲	-۰/۳۲	-۰/۲۱	-۰/۰۴	۴/۷۷	۵/۹۹	-۰/۰۱	نزدیک پنجره
۴/۸۶	۰/۹۳	-۰/۱۴	-۰/۴۵	-۰/۱۴	۰/۲۴	۴/۷۹	۶/۰۳	-۰/۱۴	دور از پنجره
۵/۵۷	۰/۷۷	۰	-۰/۱۴	-۰/۴۳	-۰/۱۴	۵	۵/۸۶	۰/۱۴	نزدیک سیستم
۴/۹۰	۰/۸۶	۰/۰۶	-۰/۳۸	-۰/۱۷	۰/۰۴	۴/۷۶	۶	-۰/۰۵	دور از سیستم
۵/۰۵	۱	-۰/۱۵	-۰/۴	-۰/۱۵	۰/۰۳	۴/۶۵	۶/۰۱	-۰/۱۵	نزدیک در
۴/۹۲	۰/۸۲	۰/۰۱	-۰/۳۵	-۰/۱۹	-۰/۰۳	۴/۸۱	۵/۹۷	-۰/۰۱	دور از در
۴/۹۲	۰/۸۴	۰/۰۳	-۰/۲۴	-۰/۳۵	۰/۱۱	۴/۹۷	۵/۱۹	-۰/۲۲	دید به طبیعت
۴/۹۶	۰/۸۶	۰/۰۷	-۰/۴۲	-۰/۱	-۰/۰۱	۴/۶۸	۵/۸۹	۰/۰۶	عدم دید به طبیعت
۴/۷۹	۰/۸۸	-۰/۰۶	-۰/۲۷	-۰/۲۱	۰/۰۹	۴/۷۶	۶/۰۳	-۰/۱۵	دید به محیط مصنوع
۵/۰۴	۰/۸۶	۰/۱۲	-۰/۳۹	-۰/۱۶	۰	۴/۸۲	۶/۰۳	۰/۰۱	عدم دید به محیط مصنوع

آسایش کمک کننده‌اند، به همین دلیل در این مرحله تنها این مقیاس‌ها به عنوان متغیر وابسته وارد مدل رگرسیون شده‌اند.

تغییرات احساس حرارتی فرد از شرایط سرد تا کمی گرم براساس عمدتاً مولفه‌های فیزیکی در مدل شماره ۱ در جدول ۴، دیده می‌شود. ترجیح دمایی عمدتاً به مولفه‌های محیطی وابسته است که کاهش یا افزایش دما را خواستار خواهد بود. در این مرحله نیز می‌توان به سهولت دمای آسایش را برای هر فرد براساس متد Griffith محاسبه نمود. تفاوت دمای آسایش در حالی که احساس حرارتی به روش مستقیم سنجش شده با حالتی که از مدل ۱، جدول زیر استفاده شده است بین ۲/۷۲ تا ۲/۸۸- است. از آنجایی که در روش سنجش مستقیم، از گزینه‌های هفت گانه به صورت مقیاس ترتیبی استفاده شده است این تفاوت قابل پیش‌بینی است. در خصوص ترجیح دمایی تفاوت دمای آسایش در این دو حالت بین ۲/۶۱ تا ۲/۶۶- مشاهده شده است. همانطور که در اغلب منابع نیز اشاره شده است یک درجه سانتیگراد کاهش یا افزایش در دمای آسایش می‌تواند در حدود ۱۰ درصد در مصرف انرژی اثرگذار باشد.

از آنجایی که مولفه‌های محیطی به تنهایی نمی‌توانند بیانگر ادراک حرارتی فرد باشند، در این مرحله مدل پیش‌بینی کننده میان مولفه‌های محیطی و پاسخ‌های حرارتی فرد محاسبه نشده است و در بخش بعد اثر تجمعی لحاظ شده است.

۴-۳- تاثیر همزمان مولفه‌های فیزیکی -

محیطی بر ادراک حرارتی

از آنجایی که هدف این پژوهش بررسی اثر همزمان مولفه‌های فیزیکی و محیطی است، مدل‌های پیش بین با استفاده از اثر تجمعی این مولفه‌ها بر روی پاسخ‌های حرارتی مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین رگرسیون خطی چندگانه به گونه‌ای اجرا شده است که در هر مرحله پاسخ‌های حرارتی متغیر وابسته و مولفه‌های فیزیکی و محیطی متغیر مستقل به شمار می‌روند. برای رفع هم‌خطی از نمره استاندارد Z هر یک از مولفه‌ها استفاده شده است. نحوه ورود داده‌ها به مدل نیز روش پس‌رونده بوده است.

از آنجایی که از میان مقیاس‌های سنجش ادراک حرارتی، احساس حرارتی و ترجیح حرارتی دو مقیاسی هستند که در جهت تعیین شرایط دمای

جدول ۳- مدل‌های پیش‌بینی ادراک حرارتی براساس مولفه‌های فیزیکی و محیطی

ردیف	R square	مدل	دامنه ادراک حرارتی
۱	۰/۱۵۶	$TSV = -0.013 + 0.130 (T_{in}) - 0.222(Door\ Status) + 0.172 (window\ status) + 0.146(near\ window)$	۰/۵۲ تا ۱/۱۲
۲	۰/۱۵۵	$T_{preftemp} = 0.030 - 0.180 (RH_{in}) - 0.136 (T_{globe}) - 0.123(RH_{out}) - 0.127(near\ window)$	۰/۳۲ تا ۰/۶۳
کلیه مدل‌ها در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۰۱ هستند.			

۵- نتیجه گیری

با وجود مطرح بودن مطالعات آزمایشگاهی آسایش حرارتی، مشاهده و ثبت گزارش نارضیاتی کاربران در فضاهای مختلف منجر به اهمیت مطالعات میدانی گردید. با این روش هدف بررسی اثر سایر مولفه‌ها بر ادراک حرارتی و نهایتاً تعیین دامنه آسایش حرارتی متناسب خواهد بود. در مطالعات مختلف مولفه‌های متنوعی به عنوان عامل موثر بر آسایش حرارتی مطرح شده و مورد سنجش قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، هدف، بررسی اثر همزمان مولفه‌های فیزیکی و محیطی بوده‌است. که منجر به انجام مطالعه‌ای میدانی در ساختمان اداری در شهر شیراز شده‌است. ۱۰۸ نفر در خصوص ادراک حرارتی مورد سنجش قرار گرفتند؛ به طور همزمان شرایط فیزیک و آب‌وهوایی و محیطی نیز توسط محقق ثبت گردیده‌است و نتایج براساس تحلیل‌های آماری ارائه و مورد بحث قرار گرفته است.

طبق نتایج پژوهش ۶۱/۸۲ درصد از افراد در شرایط خنثی حرارتی قرار داشته‌اند. این رقم با نتایج تحقیقات مشابه همخوانی دارد. (Maykot et al., 2018; Rijal et al., 2017; Wu et al., 2018) از آنجایی که در مدل‌های نوین آسایش حرارتی هدف حرکت به سمت مدل‌های فردی و تامین رضایت ۱۰۰ درصد، میزان جزئی نارضیاتی نیز باید مد نظر قرار گیرد. این مسئله با دقت بر مقیاس ترجیح حرارتی نیز مشاهده می‌شود، افراد با وجود احساس حرارتی خنثی و یا آسایش حرارتی، همچنان نیاز به تغییر در دما، رطوبت، جریان هوا و یا تابش را خواستار بوده‌اند. از آنجایی که دما و رطوبت ثبت

شده در فضاهای داخلی در حین مطالعه در طیف آسایش حرارتی استاندارد قرار داشته‌اند، عدم رضایت خود مبین آنست که علاوه بر شرایط دما و رطوبت محیط، مولفه‌های دیگری بر احساس حرارتی و آسایش حرارتی کاربران موثر است. در خصوص ترجیحات فردی، نیاز به افزایش جریان هوا، یکی از نیازهای اصلی بوده‌است که از ساعات ابتدایی صبح توسط کاربران اشاره شده‌است. بنابراین در این نوع فضاها که سیستم‌های تاسیساتی پیش از حضور کاربر فعال می‌گردد، تراکم هوای گرم در فصل زمستان موجب راکد شدن هوا می‌شود و در صورت عدم تهویه مناسب موجب نارضیاتی می‌گردد. این مشکل در ساختمان‌هایی که عایق کاری حرارتی داشته و فاقد درزهای نفوذ هوا نیز باشند بیشتر مسئله‌ساز می‌شود. رطوبت هوا نیز فاکتور دیگری است که مورد نیاز کاربران بوده است؛ شهر شیراز از نظر میزان رطوبت در سطح پایینی است، قطعاً، در طول زمستان نیاز است رطوبت‌زنی در فضاهای مختلف مد نظر قرار گیرد. افزایش رطوبت می‌تواند به صورت مکانیکی با استفاده از تجهیزات رطوبت زن باشد و یا با افزودن پوشش گیاهی در فضا اتفاق افتد. البته این مرز ظریف باید رعایت گردد که در فضاهایی که تراکم حضور افراد بیشتر است، افزایش رطوبت خود مسئله‌ساز نگردد. چنانچه پاسخ‌های حرارتی در طول زمان مطالعه مورد بررسی قرار گیرند، در ساعات ابتدایی صبح و ساعات نزدیک به ظهر عدم رضایت بیشتر بوده‌است؛ به گونه‌ای که در ساعات ابتدایی نیاز به افزایش تابش و در ساعت انتهایی نیاز به افزایش جریان هوا بیشتر مشاهده شده‌است. در

از عایق حرارتی، نوع بازشوها میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی به میزان هزینه اجرا بررسی شده و سپس تصمیم نهایی اتخاذ گردد.

در خصوص روابط همبستگی (با توجه به تصویر ۹)، نیز با اذعان نمود در حالت کلی از میان مولفه‌های محیطی رطوبت نسبی اثرگذاری بیشتر بر پاسخ‌های حرارتی افراد است. با توجه به موارد فوق، این مسئله نیز مشخص است که دمای هوا در اغلب موارد در طیف آسایش قرار داشته‌است و این سطح رطوبت نسبی بوده‌است که نیاز حرارتی افراد را تحت تاثیر قرار داده‌است. به همین دلیل است که نیاز به تغییر دمایی بسیار کمتر از نیاز به تغییر رطوبت و یا تغییر در جریان هوا گزارش شده‌است. در مورد مولفه‌های محیطی، آنچه که مشخص است تاثیر وضعیت بازشوها بر احساس حرارتی امر طبیعی و غیرقابل انکار است. در خصوص رضایت حرارتی و آسایش حرارتی به سادگی قابل استفاده نمی‌باشند. چراکه دو مقیاس فوق به طور معمول کلان‌تر از ادراک حرارتی تعبیر می‌شوند و تاثیر مولفه‌های محیطی بر آسایش کلی فرد که شامل آسایش حرارتی، بصری و صوتی مطرح می‌شود و نه صرفاً آسایش حرارتی. این امر در محاسبات کمی مدل رگرسیون نیز دیده می‌شود که با بررسی مولفه‌های اثرگذار، طیف متنوعی از احساس حرارتی توسط کاربران گزارش می‌گردد.

به قطع، مولفه‌های محیطی، معیارهای مناسبی برای پیش‌بین آسایش حرارتی هستند؛ در حالی که احساس حرارتی فرد هم تحت تاثیر مولفه‌های فیزیکی و هم مولفه‌های محیطی است. به همین دلیل لازم است در روند طراحی معماری با دقت بیشتری

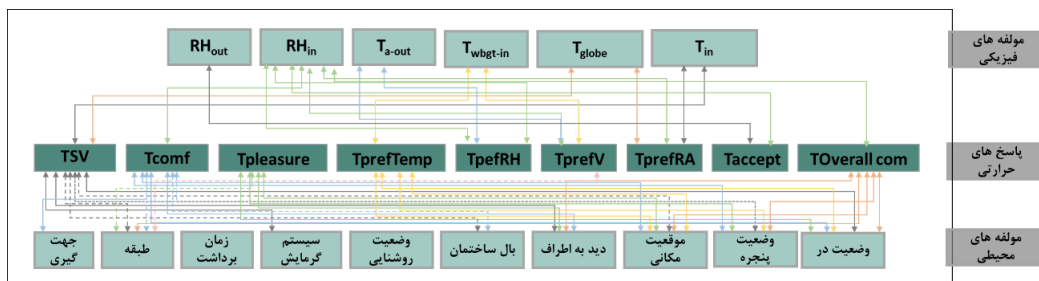
خصوص نیاز به تابش در ضلع شمالی ساختمان بیشتر دیده شده‌است. همین مسئله تابش در ساعات میانه و نزدیک به ظهر در ضلع جنوبی، به دلیل عدم به کارگیری سایبان خارجی و یا داخلی مناسب، منجر به عدم رضایت و نیاز به کاهش تابش شده‌است. تفاوت مشاهده شده در دو بال و فضاها ضلع شمالی و جنوبی نیز قابل تامل است. هرچند در بال جدید علاوه بر شرایط حرارتی سایر عوامل کیفیت محیط نیز بر آسایش و رضایت افراد اثرگذار است ولی لازم است به تفاوت‌ها دقت شود. هرچند احساس حرارتی در هر دو بال به شرایط خنثی نزدیک است و آسایش حرارتی و رضایت حرارتی نیز تفاوت چندانی ندارند.

در خصوص شرایط دمایی، مشاهده گردید که تفاوت میان دمای کروی و دمای خشک بسیار ناچیز است و چه بسا این دو بتوانند به عنوان جایگزین یکدیگر در محاسبات شاخص‌های آسایش اعمال شوند. دمای کروی مرطوب، نزدیکی بیشتری با دمای هوای بیرون را نشان داده‌است. بنابراین، در مدل‌های سازگاری حرارتی که اتکا به دمای هوای بیرون است، دمای کروی مرطوب نیز کمک‌کننده است. رطوبت نسبی هوای بیرون و هوای داخل تفاوت چشم‌گیری داشته‌اند. تفاوت در شیوه اندازه‌گیری علت اصلی تفاوت است، با این حال رطوبت ثبت شده در محیط داخل به شرایط ادراک شده بسیار نزدیک‌تر است و خشکی هوا کاملاً توسط کاربران احساس شده‌است.

تفاوت دمایی در دو بال ساختمان با وجود ساختار اجرایی متفاوت، بسیار ناچیز است. ضروری است در فرایند طراحی فاز دو معماری و ساخت‌وساز استفاده

ایجاد فضای شخصی که آسایش حرارتی را رقم زند مهم است. به طور مثال نیاز به جریان هوا، افزایش/کاهش رطوبت و یا ایجاد گرمایش/سرمایش موضعی در روند طراحی باید در نظر گرفته شود.

مولفه‌های محیطی مد نظر قرار گیرد. در این راستا در خصوص فاکتوری همچون وضعیت بازشوها، قابلیت تغییر در وضعیت بازشو و یا امکان تغییر در چیدمان فضایی می‌تواند موثر باشد. مسئله اصلی در روند طراحی آنست که حتی در ساختمان‌های اداری با پلان باز نیز حریم شخصی فرد با قابلیت



تصویر ۳- روابط همبستگی مولفه‌های فیزیکی و محیطی با پاسخ‌های حرارتی افراد

این رقم می‌تواند برای فضاهای مختلف بین ۲۰/۷۶ تا ۲۶/۷۴ درجه سانتیگراد با مقیاس احساس حرارتی و بین ۲۱/۲۶ تا ۲۵/۷۳ درجه سانتیگراد با مقیاس ترجیح دمایی می‌تواند متغیر باشد و لزومی بر یکسان بودن آن برای کلیه فضاها وجود ندارد.

با این وجود محدودیت‌هایی در روند مطالعه وجود داشته‌است که می‌تواند در تحقیقات آتی به تدقیق مدل‌ها بیانجامد؛ برخی از این موارد عبارتند از: نیاز به جامعه آماری بیشتر در اقلیم‌های مختلف، مقایسه ساختمان‌های اداری با گونه‌بندی پلانی متفاوت، سنجش در بازه زمانی بلندمدت در فصول مختلف که نیازمند صرف هزینه و زمان در سطح کلان است.

این مدل‌ها به تعیین دمای آسایش براساس مدل Griffith نیز کمک نموده‌اند. از آنجایی که طبق تحقیقات اخیر مقیاس‌های سنجش ادراک حرارتی، مقیاسی فاصله‌ای به شمار می‌روند و نه ترتیبی (M. Schweiker et al., 2019; Marcel Schweiker et al., 2020) استفاده از مدل‌های پیش‌بین، به دقت محاسبه بر این اساس کمک می‌نماید. با این نگاه میانگین دمای آسایش تفاوت چندانی نخواهد داشت، ولی دمای آسایش برای هر فرد می‌تواند متفاوت لحاظ شود که تغییراتی در میزان مصرف انرژی را نیز به همراه دارد. از طرفی چون نقطه تنظیم دمایی در محل مطالعه بر روی ۲۵ درجه سانتیگراد برای کلیه فضاها تنظیم شده‌است می‌توان دید که

پی‌نوشت‌ها

1. adaptive PMV (aPMV)
2. extended PMV (ePMV)

3. newPMV (nPMV)
4. adaptive thermal heat balance (ATHB) model
5. thermoneutral zone (TNZ)
6. Climate chamber
7. European project named SCATS

۸. علت استفاده از این روش به جای روش رگرسیون خطی بین احساس حرارتی و دمای هوای داخل برای تعیین دمای خنثی، آنست که براساس توزیع و تعداد نمونه‌ها، و نیاز به تعیین دما برای هر فرد بهتر است از این روش استفاده شود. دمای آسایش براساس این فرمول می‌تواند با استفاده از احساس حرارتی یا ترجیح حرارتی محاسبه شود. در اینجا چون احساس حرارتی معادله مناسبی را براساس جدول شماره ۲ در اختیار قرار ندارد از ترجیح حرارتی استفاده شده‌است.

منابع

- احمدی، محمود، عاشورلو، د.، نارنگی فرد، م. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی دمای شهر شیراز در فصول گرم و سرد با به کارگیری تحلیل های آماری و تصاویر ماهواره ای. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲، ۱۴۷-۱۶۰.
- احمدی، محمود، عاشورلو، د.، نارنگی فرد، م. ن. (۱۳۹۱). تغییرات زمانی- مکانی الگوهای حرارتی و کاربری شهر شیراز با استفاده از داده‌های سنجش از دور و Gis ایران، ۴، ۵۵-۶۸.
- Albatayneh, A., Alterman, D., Page, A., & Moghtaderi, B. (2018). The Impact of the Thermal Comfort Models on the Prediction of Building Energy Consumption. *Sustainability*, 10(10), 3609-3626. 9
- Antoniadou, P., & Papadopoulos, A. M. (2017). Occupants' thermal comfort: State of the art and the prospects of personalized assessment in office buildings. *Energy & Buildings*.
- Auliciems, A. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, 25(2), 109-122.
- Brager, G. S., & De Dear, R. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings*, 27, 83-96.
- Brien, W. O., & Gunay, H. B. (2014). The contextual factors contributing to occupants' adaptive comfort behaviors in office buildings: A review and proposed modeling framework. *Building & Environment*, 77, 77-87.
- Candido, C., & Dear, R. De. (2012). From thermal boredom to thermal pleasure: a brief literature review. *Ambiente Construido*, 12(1), 81-90.
- Cheung, P. K., & Jim, C. Y. (2017). Determination and application of outdoor thermal benchmarks. *Building and Environment*.
- Coccolo, S., Kämpf, J., Scartezzini, J.-L., & Pearlmutter, D. (2016). Outdoor human comfort and thermal stress: A comprehensive review on models and standards. *Urban Climate*, 33-57.
- d'Ambrosio Alfano, F. R., Dell'Isola, M., Palella, B. I., Riccio, G., & Russi, A. (2013). On the measurement of the mean radiant temperature and its influence on the indoor thermal environment assessment. *Building and Environment*, 63, 79-88.
- De Dear, R., Brager, G., & Cooper, D. (1998). *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*. *ASHRAE Transactions* (Vol. 104).
- De Dear, R. J., Akimoto, T., Arens, E. A., Brager, G., Candido, C., Cheong, K. W. D., & Toftum, J. (2013). Progress in thermal comfort research over the last twenty years, 442-461.
- Djamila, H. (2017). Indoor thermal comfort predictions: Selected issues and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74(January), 569-580.
- Djongyang, N., Tchinda, R., & Njomo, D. (2010). Thermal comfort: A review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2626-2640.
- Eliasson, I., Knez, I., Westerberg, U., Thorsson, S., & Lindberg, F. (2007). Climate and behaviour in a Nordic city. *Landscape and Urban Planning*, 82(1-2), 72-84.
- Forgiarini, R., Kim, J., Dear, R. De., & Ghisi, E. (2018). Associations of occupant demographics, thermal history and obesity variables with their thermal comfort in air-conditioned and mixed-mode ventilation office buildings. *Building and Environment*, 135(March), 1-9.
- Frontczak, M., & Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and Environment*, 46(4), 922-937.
- Gunay, H. B., Brien, W. O., & Beausoleil-morrison, I. (2013). A critical review of observation studies, modeling, and simulation of adaptive occupant behaviors in office buildings. *Building & Environment*, 70, 31-47.
- Halawa, E., & Van Hoof, J. (2012). The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. *Energy and Buildings*, 51, 101-110.
- Humphreys, M. A., Rijal, H. B., & Nicol, J. F. (2013). Updating the adaptive relation between climate and comfort

- indoors; new insights and an extended database. *Building and Environment*, 63, 40–55.
- Humphreys, M., & Nicol, F. (1998). Understanding the adaptive approach to thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, 991–1004.
 - Humphreys, M., & Nicol, J. F. (2018). Puzzles and paradoxes in adaptive comfort Michael. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (pp. 3–19).
 - Humphreys, Michael A., & Hancock, M. (2007). Do people like to feel “neutral”? Exploring the variation of the desired thermal sensation on the ASHRAE scale. *Energy and Buildings*, 39(7), 867–874.
 - Humphreys, Michael A., Roaf, S., & Nicol, F. (2016). *Adaptive Thermal Comfort: Foundations and Analysis*.
 - Johnson, M. B., Iweka, A. C. O., & Adebamowo, M. (2018). Impact of physical characteristics on comfort and well-being in selected neighborhoods of metropolitan Lagos, Nigeria. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort* (p. 1140).
 - Kim, J., Zhou, Y., Schiavon, S., Raftery, P., & Brager, G. (2018). Personal comfort models: Predicting individuals' thermal preference using occupant heating and cooling behavior and machine learning. *Building and Environment*, 129(December 2017), 96–106.
 - Knez, I., & Thorsson, S. (2006). Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square, 258–268.
 - Knez, I., & Thorsson, S. (2008). Thermal, emotional and perceptual evaluations of a park: Cross-cultural and environmental attitude comparisons. *Building and Environment*, 43(9), 1483–1490.
 - Korsavi, S. S., & Montazami, A. (2018). Adaptive Behaviours and Occupancy Patterns in UK Primary Schools: Impacts on Comfort and Indoor Quality. In *WiNDSOR Conference, Rethinking Comfort*.
 - Marino, C., Nucara, A., Peri, G., & Pudano, A. (2011). A Δ algorithm for the assessment of subjective adaptive thermal comfort conditions based on multi-agent systems, (October).
 - Maykot, J. K., Rupp, R. F., & Ghisi, E. (2018). A field study about gender and thermal comfort temperatures in office buildings, 178, 254–264.
 - Mishra, A. K., & Ramgopal, M. (2013). Field studies on human thermal comfort — An overview. *Building and Environment*, 94–106.
 - Nicol, F., Humphreys, M., & Olesen, B. W. (2004). A stochastic approach to thermal comfort - Occupant behavior and energy use in buildings, (January).
 - Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, 34(6), 563–572.
 - Nicol, J. Fergus. (2011). Adaptive comfort. *Building Research and Information*, 39(2), 105–107.
 - Nicol, J. Fergus, & Roaf, S. (2017). Rethinking thermal comfort. *Building Research & Information*, 0(0), 1–5.
 - Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: Analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11), 1455–1470.
 - Parkinson, T., de Dear, R., & Brager, G. (2020). Nudging the adaptive thermal comfort model. *Energy and Buildings*, 206(December 2019).
 - Rijal, H. B., Humphreys, M. A., & Nicol, J. F. (2017). Towards an adaptive model for thermal comfort in Japanese offices. *Building Research & Information*, 1–13.
 - Schweiker, M., Abdul-Zahra, A., André, M., Al-Atrash, F., Al-Khatiri, H., Alprianti, R., & R., ... & Azadeh, M. (2019). The Scales Project, a cross-national dataset on the interpretation of thermal perception scales. *Scientific Data*, 6(1), 1–10.
 - Schweiker, Marcel, André, M., Al-Atrash, F., Al-Khatiri, H., Alprianti, R. R., Alsaad, H., ... Zomorodian, Z. S. (2020). Evaluating assumptions of scales for subjective assessment of thermal environments – Do laypersons perceive them the way, we researchers believe? *Energy and Buildings*, 211, 109761.
 - Schweiker, Marcel, Fuchs, X., Becker, S., Shukuya, M., Dovjak, M., Hawighorst, M., & Kolarik, J. (2017). Challenging the assumptions for thermal sensation scales. *Building Research & Information*, 45(5), 572–589.
 - Schweiker, Marcel, Huebner, G. M., Kingma, B. R. M., & Kramer, R. (2018). Drivers of diversity in human thermal perception – A review for holistic comfort models. *Temperature*, 5(4), 1–35.
 - Shooshtarian, S. (2015). Socio-economic Factors for the Perception of Outdoor Thermal Environments: Towards Socio-economic Factors for the Perception of Outdoor Thermal Environments: Towards Climate-sensitive Urban Design. *Global Built Environment Review*, 9, 39–53.
 - Taleghani, M., Tenpierik, M., Kurvers, S., & Van Den Dobbelsteen, A. (2013). A review into thermal comfort in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 201–215.
 - Taleghani, M., Tenpierik, M., Van Den Dobbelsteen, A., & De Dear, R. (2013). Energy use impact of and thermal comfort in different urban block types in the Netherlands. *Energy and Buildings*, 67, 166–175.
 - van Hoof, J., Schellen, L., Soebarto, V., Wong, J. K. W., & Kazak, J. K. (2017). Ten questions concerning thermal comfort and ageing. *Building and Environment*, 120, 123–133.
 - Wagner, A., & O'Brien, W. (2018). Occupant behaviour-centric building design and operation EBC Annex 79 October 2018, updated after approval by IEA EBC Prepared by: *Energy in Building and Communities Programme(EBC)*, (October).

-
- Wang, Z., Dear, R. De, Luo, M., Lin, B., He, Y., & Ghahramani, A. (2018). Individual Difference in Thermal Comfort : A Literature Review. *Building and Environment*, 138(June), 181–193.
 - Wu, T., Cao, B., & Zhu, Y. (2018). A field study on thermal comfort and air-conditioning energy use in an office building in Guangzhou. *Energy & Buildings*, 168, 428–437.

Original Research Article

Relationship between Thermal Comfort Scales and Physical-Environmental Components; a Case Study of Shiraz University Administration Building**Bahareh Bannazadeh^{1*}, Shahin Headari², Habib Hadianfard³**

1- PhD Candidate, School of Architecture, Tehran University, Kish International Complex

2- Professor, School of Architecture, Tehran University, Iran

3- Professor, Clinical Psychology Department, Shiraz University, Iran

Abstract

Studies of thermal comfort can be discussed from different perspectives with a variety of objectives. Thermal adaptation is a gradual process of adapting to conditions and responding to thermal stimuli, which are classified into three categories including physical, physiological and psychological adaptations. Therefore, thermal comfort is not simply influenced by climate components; certain other variables affect it too. In this regard, several studies have been carried out to determine the effects of different components. The purpose of this study is to identify the simultaneous effect of physical and environmental components in the administration building of Shiraz University. The environmental components included air temperature, globe temperature, Wet Bulb Globe temperature and relative humidity recorded indoors and outdoors. The physical components included the surrounding view, location of users, windows and doors status, spatial layout level of noise pollution and light conditions. The field study consisted of three parts: distribution of questionnaires, observation and recording of weather data using a data logger. The questionnaires helped to collect thermal responses of the participants based on different scales such as thermal sensation, thermal comfort, thermal pleasure, thermal preferences, thermal acceptance and overall comfort. During observation, the researchers recorded the status of each environmental component. It was a Mixed-Mode case study of the main administration building of Shiraz University located on the northern side of the city of Shiraz, Iran, at 52.52°N latitude and 29.63°E longitude and the altitude of 1590 meters above sea level. The building has a northwest-southeast orientation in two blocks of seven and ten stories. The field part of the study was conducted in January, 2019 for four consecutive days from 8 am to 12 pm. The results on 110 employees in winter show that, among the physical components, relative humidity has the most influence on the individuals' thermal perception. The simultaneous impact of the physical-environmental components also indicates that, in addition to the indoor air temperature and relative humidity, the condition of the openings has a significant effect on the individuals' thermal sensation. In this study, the temperature preferences scale was predicted by environmental components, and thermal sensation could be predicted by the physical-environmental components.

Keywords: Thermal adaption, Thermal comfort, Physical-environmental component, Office building, Shiraz

*Email: bahar.bannazadeh@ut.ac.ir

مقاله پژوهشی

تبیین رابطه طبع افراد با گرایش به معماری سنتی در اقلیم گرم و خشک نمونه موردی؛ شهر یزد^۱

سیده مریم مهدویه^۱، مهناز محمودی زرنندی^{۲*}، بهروز منصوری^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- عضو هیات علمی گروه معماری و شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۳- عضو هیات علمی گروه معماری و شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

(دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۷، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۱)

چکیده

در معماری طابع عنوان می‌شود که شرایط جسمی و روحی انسان بر گرایش او به عوامل محیطی موثر است؛ لذا تقسیم بندی مزاجی افراد در طب سنتی می‌تواند بر گرایش ایشان به شاخص‌های معماری موثر باشد. انطباق گرایش‌های معماری افراد با مزاج ایشان می‌تواند به عنوان دغدغه‌ای در ذهن معمار و طراح مطرح شود. از این رو، تبیین ارتباط انواع طابع با گرایش به معماری سنتی در اقلیم گرم و خشک و ارائه راهکارهای مطلوب، هدف اصلی این پژوهش است. روش‌شناسی این پژوهش از نظر هدف، از نوع کاربردی- توسعه‌ای و از نظر ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی است. پرسشنامه به عنوان روش جمع‌آوری داده‌ها، در نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفته است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مزاج‌های مختلف گرایش‌هایی با شدت‌های متفاوت، نسبت به یک بنای سنتی می‌دهند و هرچقدر که بر عنصر گرمی و خشکی مزاج افراد افزوده شود شدت واکنش بهتری نسبت به یک بنای سنتی از خود بروز می‌دهند. نتایج آزمون‌های آماری نشان می‌دهد که؛ مقدار P-value که نشان‌دهنده احتمال خطا در آزمون‌های آماری است، کمتر از ۰/۰۱ درصد بوده بنابراین طابع مختلف گرایش‌های متفاوتی به معماری سنتی دارند که با سطح اطمینان ۰/۹۹ درصد مورد تایید قرار می‌گیرد. همچنین نتایج آزمون Tukey HSD نشان می‌دهد که مزاج بلغمی با میانگین ۷۴/۴۶ در گروه اول و سایر امزاج (صفاوی، سودائی و دموی) به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند.

کلید واژه‌ها: اقلیم گرم و خشک، معماری سنتی یزد، معماری طابع، طبع

۱. مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتری مریم مهدویه با عنوان «ارائه‌ی معیارهای مطلوب برای طراحی محیطی در شهر یزد با هدف ارتقای ارتباط بین انسان و محیط مصنوع بر اساس طبیعت» در دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال به راهنمایی دکتر مهناز محمودی زرنندی و دکتر بهروز منصوری می‌باشد.

* نویسنده مسئول: Email: M_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir

پرسش‌های پژوهش

۱. چه رابطه‌ای بین انواع مزاج و گرایش به معماری سنتی وجود دارد؟
۲. چه رابطه‌ای بین گرمی و خشکی مزاج و گرایش به معماری سنتی در اقلیم گرم و خشک وجود دارد؟

۱- پیشینه پژوهش

در ارتباط رابطه معماری و طبع افراد در متون و طب سنتی قدیم مطالب و تحقیقات مشابهی در ذیل حوزه طب سنتی و در شاخه طب نظری مطالبی ارائه شده است که می‌توان به اشاره‌هایی از سهروردی، ابن سینا، ابن خلدون، ابن عربی، ملاصدرا و بسیاری از حکما و اطباء قدیم اشاره کرد. علاوه بر موارد یادشده معماران و محققان دیگری نیز به نوعی به تبیین کاربرد عناصر چهارگانه و نقش آن در معماری و طبع افراد، بررسی‌هایی را انجام داده‌اند؛ نقره کار و همکاران در پژوهشی تلاش نموده‌اند که بر مبنای مزاج و ارکان در اندیشه حکمای مختلف مانند، سهروردی، ابن سینا، ابن خلدون و ابن عربی تاثیر محیط طبیعی را بر انسان، خلیقات و گرایشات آن‌ها را مورد بررسی قرار دهند، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که از بین اقلیم‌های چهارگانه "سرد و خشک"، "گرم و مرطوب"، "سرد و مرطوب" و "گرم و خشک" اقلیم گرم و خشک قابلیت بیشتری برای پرورش معنوی انسان در جهت بروز رفتارهای مناسب و تکامل اخلاق را فراهم می‌آورد (نقره کار و همکاران، ۱۳۸۹). جوادی (۱۳۹۷)، در رساله کارشناسی ارشد خود با در نظر گرفتن مولفه‌هایی

چون نور، صدا، زون‌بندی‌ها، گرایش به طبیعت، رطوبت، رنگ و فرم اقدام به طراحی دفتری برای معمارانی با طب صفراوی نموده است. دهقان تفتی و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی با عنوان «بازخوانی و تبیین مفهوم مزاج روان برپایه علوم نوین در روانشناسی شخصیت» به بررسی تبیین مبانی مزاجی برپایه نظریات نوین شخصیت‌شناسی پرداخته‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مزاج روان، از جنبه بنیادی می‌تواند مقدمه شکل‌گیری فرضیات جدید در تبیین رابطه طبایع و سازوکارهای ژنتیکی، مغزی و شناختی در انسان باشد و از جنبه کاربردی نیز در ارزیابی زیبایی و ترجیحات محیطی با مبنایی حکمی مورد استفاده بومی قرار گیرد. امامی میبدی (۱۳۹۵). در پایان‌نامه خود با عنوان «طراحی سلامت‌مکده طب سنتی ایرانی - اسلامی با رویکرد مزاج‌شناسی» با هدف بررسی اندیشه‌های اسلامی - ایرانی در ارتباط با تاثیر طبع یا مزاج به بررسی کیفیت‌های یاد شده در معماری حمام‌های ایرانی پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آراء حکمای طب اسلامی در ساخت حمام تاثیر گذار بوده به این صورت که به منظور تعادل مزاجی افراد مختلف در سازماندهی فضایی حمام از عناصر مختلف (آب، آتش، خاک، باد) استفاده کرده‌اند همچنین حمام‌ها علاوه بر اینکه مکانی برای شستشو بوده جنبه درمانی نیز داشته‌اند. دادرس و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی با هدف بررسی تاثیر مزاج افراد بر گرایشات ایشان به شاخص‌های معماری با عنوان «تفاوت‌های مزاجی انسان و گرایش به شاخصه‌های معماری» پرداخته‌اند. نتایج پژوهش ایشان نشان می‌دهد که بین کاهش رطوبت مزاجی و افزایش

تکرار جملات متوالی، شدت واکنش‌های عصبی، شدت تاثیر از غذاهای سرد و گرم، قوت صدا، سرعت انجام واکنش‌های بدنی، وضعیت نرمی و خشکی پوست و وضعیت چاقی و لاغری، امزاج نمونه مورد مطالعه، تعیین و سپس از طریق پرسشنامه معماری^۳، صفت‌هایی از یک بنا (شگفتی، هویت، زیبایی، هماهنگی، آرامش و راحتی، تقارن، تناسب، مصالح، نور، تزئینات و جزئیات) به صورت تصویری از مخاطب پرسیده شده است. در قالب ۲۰ سنججه و ۱۰ مولفه ۵ طیفی، شدت وجود صفت، از پاسخگویان مورد سوال قرار می‌گیرد. روایی پرسشنامه مزاج توسط ۵ تن از متخصصین طب سنتی مورد تایید قرار گرفته و پایایی پرسشنامه یادشده با توجه به آزمون آلفای کرونباخ ۰.۸۷۴، گزارش شده است. در ارتباط با پرسشنامه معماری نیز روایی پرسشنامه از طریق ۵ تن از اساتید دانشگاهی مورد تایید قرار گرفته که میزان آلفای بدست آمده برابر با ۰/۸۴۵ گزارش می‌شود.

جامعه آماری پژوهش حاضر، شامل کلیه افراد ۶۰-۲۰ سال متولد یزد و دارای سطح تحصیلات دیپلم و بالای دیپلم است. که به منظور حذف متغیر مداخله‌گر جنسیت، از روش نمونه‌گیری انتخابی ۵۰ در صد پاسخگویان را زن و ۵۰ در صد آن را مردان تشکیل می‌دهند. طبق آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت محدوده سنی ۲۰-۶۰ سال یزد با تحصیلات دیپلم و بالای دیپلم، برابر با ۳۵۶۲۲۹ نفر گزارش شده است. با استفاده از روش نمونه‌گیری یادشده حجم نمونه مورد مطالعه با استفاده از فرمول کوکران^۴ (معادله شماره ۱)

حساسیت به صدا، گرایش به رطوبت، رعایت اصول محرمیت و گرایش به فضای دل‌باز رابطه مستقیمی وجود دارد و رابطه قطعی و مستقیمی نمی‌توان در مورد گرایش به قرارگیری در معرض باد صادر کرد.

در جمع‌بندی مطالعه پژوهش‌های مرتبط با موضوع پژوهش می‌توان اینگونه استنباط کرد که پرداختن به مزاج در رشته‌های مختلف علمی در بین رساله‌ها، مقاله‌ها و کتب از دید محققان در سطوح مختلف دور نمانده است. اما در تبیین جایگاه پژوهش حاضر در بین مطالعات صورت گرفته می‌توان به چند پرسش اساسی اشاره کرد؛ معماری سنتی یزد تا چه اندازه مطالبات مزاجی افراد مختلف را تامین کرده است؟ پاسخ مزاجی افراد به این نوع از معماری چگونه است؟ مصالح، نور، تزئینات و جزئیات، هماهنگی عناصر، هویت، زیبایی و تقارن از نگاه طبایعی در ساختار معماری سنتی شهر یزد چگونه می‌تواند مزاج‌های چهارگانه را متأثر از خود کند؟ در این پژوهش تلاش شده است تا مولفه‌های مستخرج از مصاحبه عمیق^۱ (مولفه‌های معماری سنتی یزد) براساس نوع مزاج پاسخگویان مورد سنجش قرار گیرد.

۲- روش تحقیق

این پژوهش براساس هدفی که دنبال می‌کند از نوع کاربری و بنابر ماهیت‌اش از نوع توصیفی-تحلیلی است. ابزارمورد استفاده در این پژوهش پرسشنامه است که ابتدا از طریق پرسشنامه مزاج^۲ (سن، جنس، وزن، وضعیت حرارت بدن، اندازه کف دست، سرعت تاثیر پذیری از گرما و سرما، سرعت

تعداد ۲۸۸ نمونه به عنوان حجم نمونه محاسبه و سهم هر یک از گروه‌های جنسی با ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است.

$$n = \frac{\frac{t^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{t^2 pq}{d^2} - 1 \right)} \quad (\text{معادله ۱})$$

در فرمول بالا مقادیر p و q به منظور حداکثر سازی مقدار واریانس و تعیین حجم نمونه‌ای که به بهترین وجه معرف جامعه باشد برابر با ۰/۲۵ و ۰/۷۵ در

جدول ۱- مفروضات معادله شماره یک (تعیین حجم نمونه) (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

تعداد جامعه	درجه اطمینان	احتمال خطا	احتمال عدم وجود صفت	احتمال وجود صفت
$N = ۳۵۶۲۲۹$	$t = 1.96$	$d = 0.05$	$q = 0.25$	$p = 0.75$

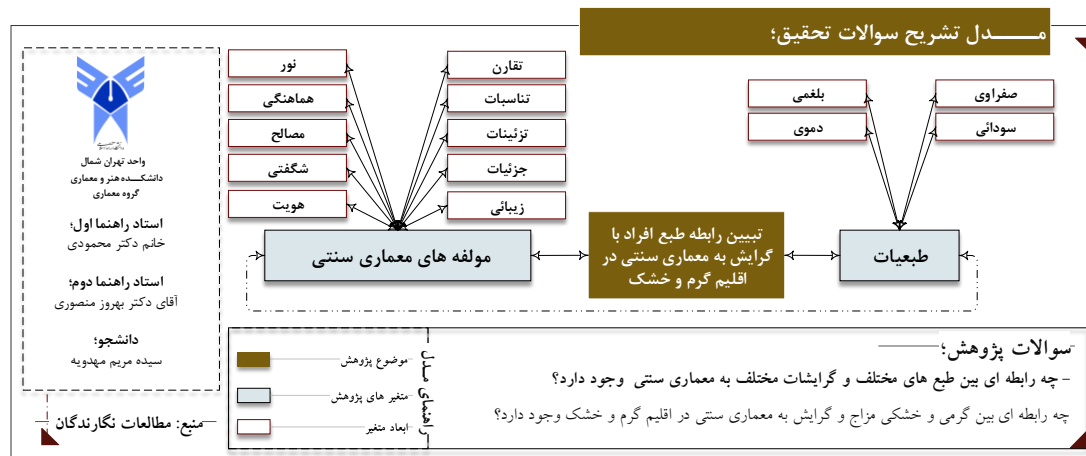
و ابداعات مختلفی که در حوزه معماری همساز با اقلیم صورت گرفته، اما هنوز جای خالی بنیادهای نظری طب سنتی بر معماری احساس می‌شود، به‌عنوان مثال، گیونی در سال ۱۹۶۹ در نمودار Bioclimatic منطقه آسایش انسانی را در ارتباط با دما و رطوبت مشخص کرده است و به سودمندی عناصر مختلف ساختمانی اشاره می‌کند. اما در این مدل، به نسبت احساس آسایش که ناشی از مزاج انسان و شرایط محیط، به عنوان یک فاکتور از کیفیت محیطی، اشاره‌ای نکرده است (حمزه نژاد و ثروتی، ۱۳۹۶: ۵۶)؛ در حالی که در معماری سنتی از وجود معیارهایی سخن به میان رفته است که کیفیت محیطی را با دیدی عمیق مورد بررسی قرار داده و ارتباطی عمیق با حوزه‌های نظری مطرح در طب سنتی دارد.^۸ ذکر مثالی که در بالا بیان شد، گذشته از ارتباطی که می‌تواند با مولفه‌های مزاجی

۳- بیان مسئله و ضرورت تحقیق

طبق نظریات موجود در عالم طب^۵ و حکمت هر آنچه در عالم ماده ظهور یافته، از جمله انسان و سازه‌های محیط پیرامونش دارای کیفیاتی است که این کیفیات بر گرایش به عوامل محیطی اثر می‌گذارد (جوادی، ۱۳۹۷: ۲۱). استفاده از اصول واستوشاسترا^۶ و فنگ شویی^۷ در معماری هند و چین، هماهنگی معماری با طبیعت و نیروهای جهانی، لزوم بهره‌گیری از طبیعیات و جایگاه عناصر چهارگانه در معماری مصر و ایران در ساخت کالبدی یک بنا، از یک سو و رواج اندیشه‌ها و رویکردهای معماری همساز با اقلیم، رویکردهای توسعه پایدار و دیدگاه‌هایی مانند معماری سبز، اکوتک، ارگانیک و بیوتک، از سوی دیگر، ضرورت ارتباط انسان با محیط را برای معماران و شهرسازان مطرح می‌کند. با وجود تکامل

افراد داشته باشد، از وجود انفکاک نظری موجود در پیوند معماری با طب سنتی سخن به میان می‌آورد. فیلسوفان و متفکران طب سنتی، جهان هستی را متشکل از چهار عنصر (آب، باد، خاک و آتش) می‌دانند که از ترکیب آن، تمام قابلیت‌ها و کیفیت‌هایی که در جهان ماده دیده می‌شود شکل می‌گیرد، این ارکان پایه‌های عالم‌اند که از ترکیبشان عناصر، موجودات، کائنات، اصوات و رفتارها دارای مزاج و طبع می‌شوند (دهقان تفتی و معاریان، ۱۳۹۷: ۴۲۷). اگر هدف عناصر «فراهم آوردن اعتدال» باشد و اگر همه مخلوقات و مصنوعات عالم دارای درجه‌ای از این عناصر باشند، علم به کیفیاتی که هر یک از عناصر می‌تواند به عنوان ابزاری در دست معمار باشد تا از طریق آن به خلق یک بنا پردازد از اهمیت بسیاری برخوردار می‌شود. وجود چنین سنجه‌ای سبب می‌شود تا با

استفاده از آن به وضعیت انسان (مزاج شخص، مکان و افعالی از او سر می‌زند)، در عالم پیرامون تصرف کرد و خصوصیات آن را اعم از مصالح، رنگ، نور، شکل، اندازه، اسباب و در صورت امکان رویدادها و رفتارهای افراد را در محیط به نحو مطلوب به سامان کرد^۹. کمک به ارتباط بهتر انسان با محیط مصنوع، روشن کردن ارتباط معماری با حوزه‌هایی چون طب سنتی، حکمت و استخراج معیارها و الگوهای مشترک، مهمترین مسائلی است که در این پژوهش مطرح می‌شود. بدیهی است که گرایش به معماری مدرن، فراموش شدن معیارهای معماری سنتی، ساخت و سازهای نامأنوس با بافت و هویت کالبدی بافت تاریخی یزد ضرورت پرداختن به مسائل مطرح شده در این پژوهش را بیش از پیش نشان می‌دهد.



تصویر ۱- مدل تشریح سوالات پژوهش (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

- مزاج‌های مختلف گرایشات متفاوتی نسبت به معماری سنتی دارند.

در تناظر با سوالات مطرح شده مهمترین فرضیاتی که مطرح می‌شوند عبارتند از:

- افراد با مزاج افراد با مزاج گرم (غلبه آتش) و خشک (غلبه خاک) گرایش بیشتری را به معماری سنتی دارند.

۴- عناصر و ارکان چهارگانه در طب سنتی

عالم ماده شامل همه اجسام و اشیاء و گیاهان و حیوانات و انسان‌ها و آن چیزی است که آدمی را در زیر این آسمان احاطه کرده است از چهار عنصر (رکن) برپا شده است (عبدالله‌زاده، ۱۳۹۷: ۶). این چهار عنصر، نه به معنای امروزی، بلکه به معنای جواهری بسیط و شفاف هستند که حامل چهار کیفیت‌اند، از این رو به آن‌ها کیفیت‌های مشترک می‌گویند، این چهار کیفیت عبارتند از؛ گرمی و سردی، خشکی و تری که منظور از گرمی یا سردی صرفاً گرمی و سردی محسوس نیست بلکه این مهم به مثابه طیفی از کیفیت فعلی یا اثرگذاری است و خشکی و تری نیز به مثابه طیفی از کیفیت‌های انفعالی یا اثرپذیری، بنابراین هرچه کیفیتی در یک موجود بیشتر باشد، ویژگی انفعال و اثرپذیری آن بیشتر است (همان، به نقل از ملک‌شاهی، ۱۳۹۰: ۱۳۱-۱۳۲).

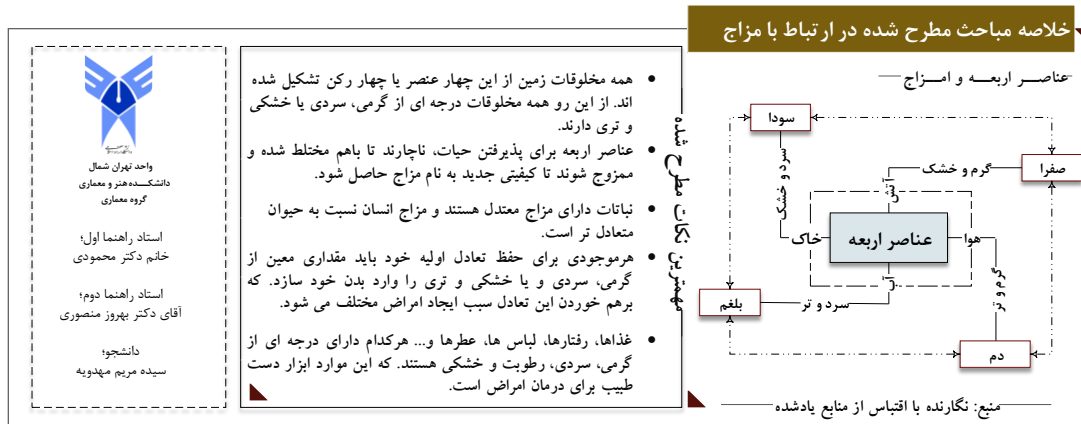
اعتقاد به مزاج^{۱۰} از دیرباز در میان طبیبان از یک سو و فلاسفه و متکلمان از سوی دیگر رایج بوده، به‌طوریکه سقراط همه خوراکی‌ها را در چهار دسته گرم، سرد، خشک و تر دسته‌بندی می‌کند و معتقد است که سلامتی، حاصل حفظ تعادل در این چهار دسته است (آهنچی مرکز و سعیدی مهر، ۱۳۹۰: ۲). ابن سینا نیز جهان هستی را متشکل از چهار رکن

یا کیفیت دو تایی گرمی- سردی و خشکی- رطوبت می‌داند و آن را «چنان کیفیتی می‌داند که از واکنش متقابل اجزای ریز متضاد به وجود می‌آید و در حین این واکنش متقابل، بخشی از یک ماده با بخش زیادی از ماده یا مواد متخالف باهم می‌آمیزند یا برهم اثر می‌کنند و از این آمیزش، کیفیت متشابهی حاصل می‌شود که آن را مزاج نامیده‌اند» (ابن سینا، ۱۳۶۷: ۱۹). ملاصدرا معتقد است که عناصر اربعه برای پذیرفتن حیات، ناگزیرند که باهم مختلط و ممزوج شوند تا کیفیتی جدید به نام مزاج حادث شود که معتدل و متوسط بین کیفیت‌های چهارگانه متضاد است و به این طریق حیات حادث گردد (دهقان تفتی، ۱۳۹۷: ۴۲۸). به اعتقاد متخصصان طب سنتی مزاج مفرد و مزاج کاملاً معتدل بندرت یافت می‌شود^{۱۱} و هرکس کم‌وبیش گرفتار غلبه یکی از این ارکان است که اصطلاحاً به آن مزاج مرکب می‌گویند؛ که همان مزاج صفاوی^{۱۲} یا گرم و خشک، دموی^{۱۳} یا گرم‌تر، بلغمی^{۱۴} یا سردتر و سودایی^{۱۵} یا سرد و خشک هستند (آهنچی مرکز و سعیدی مهر، ۱۳۹۰: ۲). در ادامه به دیدگاه اطباء غالب طب سنتی در ارتباط با هریک از امزاج چهارگانه، اشاره می‌شود (جدول ۲).

ابن عربی^{۱۶}، سعدالدین تفتازانی^{۱۷}، فیاض لاهیجی^{۱۸}، جالینوس^{۱۹}، حسن‌زاده آملی^{۲۰} هرکدام تعاریفی از مزاج ارائه داده‌اند که در ادامه (نمودار شماره ۲) آورده شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های جسمی و خلقی امزاج چهارگانه از دید اطباء طب سنتی (مأخذ: ابن سینا، ۱۳۶۷: ۳۲-۲؛ کرمانی، ۱۳۹۳)

رکن / کیفیت	سردی-رطوبت	گرمی رطوبت	سردی-خشکی	گرمی-خشکی
مزاج	بلغمی	دموی (خون)	سودایی	صفاوی
مزاج کلی بدنی - خلقی	افراد بلغمی دارای مزاج سرد و تر هستند و عنصر آبی در آن‌ها غلبه دارد، هیكل بلغمی‌ها درشت است اما چربی بدن آن‌ها بیشتر از عضلات است، معمولاً چاق و پرچربی هستند، پوستشان سفید است و موهای کم پشت و لخت دارند، چندان قوی نیستند، در انجام حرکات کند هستند، پوست بدنشان سرد و مرطوب است، اشتهایشان زیاد نیست، کم‌انرژی و کند، دیر عصبانی می‌شوند و با تانی صحبت می‌کنند.	افراد دموی (گرم‌وتر) خصوصیات عنصر مربوط به خود یعنی هوا را دارند، هیكل درشت و موهای پرپشت دارند، رنگ پوستشان سرخ و سفید است، عروق روی دست‌ها برجسته است، نبض قوی دارند، معمولاً بی‌بوسه ندارند، مزه مورد علاقه آن‌ها شیرینی است، تحمل گرما و سرمای زیاد ندارند، پوست بدنشان گرم و مرطوب است، خواب خوبی دارند. برون‌گرا، پر انرژی، پر جنب و جوش هستند.	افراد سودایی (سرد و خشک) دارای خصوصیات عنصر خاکی هستند، سودای‌ها بدنی میناتورری یا لاغر دارند، استخوان‌های نازک و کشیده دارند، موی بدن آن‌ها کم است، موی سر آن‌ها به علت سردی و خشکی زودتر دچار سفیدی یا گندم‌گون شدن می‌رود، پوست بدنشان سرد و خشک و سفت است، حرکات بدنشان آرام و کند و تا معمولی پیش می‌رود، با احتیاط صحبت می‌کنند، زود سیر و زود گرسنه می‌شوند، منظم و دقیق، درون‌گرا و کم‌انرژی هستند.	افراد صفاوی (گرم و خشک) عنصر غالب در آن‌ها آتش است. استخوان‌بندی درشت دارند، موهای پرپشت و سیاه دارند که به علت حرارت و خشکی زیاد مستعد تاسی سر هستند، پوست بدنشان گرم و خشک است، قدرت و سرعت بدنی بالایی دارند، گرما را تحمل نمی‌کنند، تمایل به ترشی دارند. زود عصبانی می‌شود و زود آرام می‌شود، پرانرژی، پرحرف، چالاک، پیوسته، سریع و بلند صحبت می‌کند، تندخو و بی‌قرار، در امور روزانه عجول هستند و دارای روابط عمومی بالایی هستند.



تصویر ۲- مهمترین مباحث مطرح شده در ارتباط با مزاج (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

۵- طبیعیات در طب سنتی

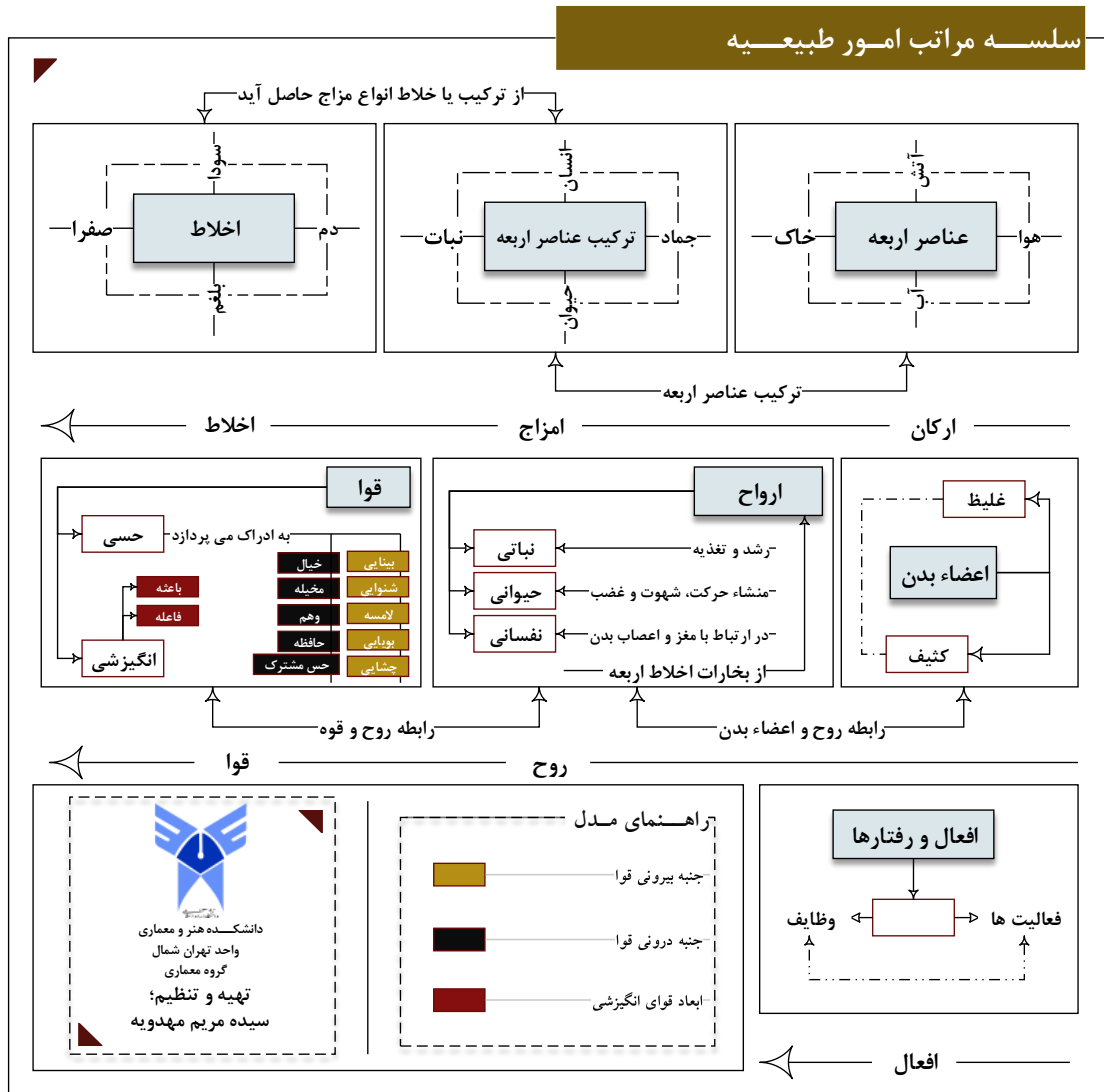
از منظر طب اسلامی- ایرانی، نقش مزاج و تعادل مزاجی در سلسله مراتب امور طبیعی بررسی می‌شود و با شناخت آن می‌توان به سازوکار تاثیرگذاری و تاثیر پذیری مزاج جسم بر مزاج روان (شخصیت) در هفت مرتبه، ارکان، امزاج، اختلاط، اعضا، ارواح، قوا و افعال پی‌برد. امور طبیعی، با ارکان چهارگانه حرارت، برودت، یبوست و رطوبت آغاز و با ترکیب این چهار رکن، موالید جامد، نبات، حیوان و انسان بوجود می‌آید و از ترکیب آن‌ها اختلاط دم، صفرا، بلغم و سودا حاصل می‌آید (دهقان تفتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۵). به واسطه آن‌ها اعضای بدن از کثیف و غلیظ آن اختلاط به وجود می‌آید و روح، بخاری که جسم لطیف و سیال متکون از بخارات حاصل از اختلاط اربعه است به ارواح سه‌گانه نباتی، حیوانی و نفسانی منقسم می‌شود و دارای قوا است ایجاد می‌شود (دهقان تفتی و همکاران، ۱۳۹۷: ۶). روح نباتی به کار تغذیه، روح حیوانی به منشاء حرکت، شهوت و غضب دنیایی و روح نفسانی که در مغز و اعصاب بدن است به کنترل حرکت و حواس می‌پردازد که خود به دو بخش قوای حسی و قوای انگیزشی تقسیم می‌شود، قوای حسی به ادراک می‌پردازد و از جنبه بیرونی شامل حواس پنجگانه است و از جنبه داخلی شامل قوه حس مشترک، خیال، متخیله، وهم و حافظه تقسیم می‌شود. در نهایت قوای انگیزشی انسان نیز به دو بخش قوای باعثه^{۲۱} و

فاعله^{۲۲} تقسیم می‌شود و در آخرین مرحله مرتبه امور طبیعی، افعال و رفتارها قرار دارد که به معنای وظایف و فعالیت‌های برآمده از تعامل و برهم‌کنش سایر اجزاست (مصدق و نقیبی، ۲۰۰۵: ۱۳). در زیر، نمودار سلسله مراتب امور طبیعی که براساس آن به تدریج جسم انسان، مزاج‌ها و اختلاط شکل می‌گیرد و روح را در خود ایجاد می‌کند و... تا به افعال تبدیل شود آمده است (تصویر ۳)، جهت پیکان در این مدل شروع مراتب و ورود به مرتبه بعدی را نشان می‌دهد که به صورت فریندی در قالب نمودار نمایش داده شده است.

۶- دیدگاه طبایعی در معماری

آنچه در طب سنتی از تنظیم رابطه انسان و محیط پیرامونش در رساله‌ها و منابع مکتوب ذکر شده، موضوعی است که می‌تواند علل، الزامات و شرایط محل زیست را برای انسان روشن کند، بنابراین در ادامه تلاش شده تا به شرح دیدگاه‌های طبایعی مرتبط با معماری اشاره شود:

در نگاه طبایعی اجزای مادی جهان، واجد کیفیت‌های مربوط به طبع هستند این اجزاء شامل اجرام سماوی، عوارض جغرافیایی، بادها، انسان، اعضای بدن، حیوانات، گیاهان، جمادات و همچنین برخی کیفیت‌ها که مادی نیستند اما در جهان مادی معنی دارند از جمله؛ فرم، مکان و زمان هر کدام دارای طبع هستند (رضوی برقی، ۱۳۸۸: ۶۶). که این مهم می‌تواند قوای ما را متأثر از خود کند.



تصویر ۳- سلسله مراتب امور طبیعی از دیدگاه ملاصدرا (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

کمک کیفیت‌های معماری اشاره کرد که از رنگ، اقلیم، موقعیت زندگی، نور، باد و... به منظور درمان برخی از امراض پرداخته‌اند، اشاره کرد که در پژوهش‌های جدید از آن به عنوان معماری شفاء بخش یا معماری طبایع یاد می‌شود. در ادامه به برخی از این موارد (تجویز یک کیفیت معماری یا محیطی به منظور درمان برخی امراض) اشاره می‌شود:

همان‌طور که در (تصویر ۳) اشاره شد «قوا» به دو دسته حسی و انگیزشی تقسیم می‌شوند که قوای حسی به ادراک می‌پردازد و خود به دو دسته داخلی (خیال، متخیله، وهم، حافظه و حس مشترک) و بیرونی (حواس پنجگانه) تقسیم می‌شوند؛ بنابراین می‌توان گفت که قوای حسی که کار ادراک را برعهده دارند می‌تواند منشأ احساسات ما از درک یک فضا باشند. که به منظور اثبات این ادعا می‌توان به تجویزهای طب سنتی به

هوا، اقلیم، فصل، اوضاع محل سکونت، خوردنی‌ها، آشامیدنی‌ها، حرکت و سکون، خواب و بیداری، احتباس و استفرغ، از مهمترین اعراض نفسانی هستند که از آن به عنوان حالات روانی یا «انفعالات» یا احوالی که مخصوص نفس است یاد می‌شود مانند خجالت، شادی‌ها، غم‌ها، خشم‌ها و خشنودی‌ها (ابن سینا، ۱۳۸۹: ۳۴۹). بنابراین عوامل یادشده می‌تواند حالات روانی ما را متأثر کنند و بهره‌گرفتن از این عوامل یا قرار گرفتن در محل آن می‌تواند زمینه‌ساز حالاتی در بدن انسان باشد. یکی از تدابیر مهمی که در طراحی محیط‌های مسکونی، ساخت شهر و ساختمان‌ها از آن بسیار یادشده است، استفاده از باد مناسب و امکان تهویه است؛ بقراط جهت‌گیری شرقی را به دلیل معتدل بودن آن نسبت به شمال، برای انسان مناسب‌تر دانسته و جهت‌گیری غربی را به دلیل ماهیت نور شدید و بادهای آن برای سلامتی مضر دانسته است (حمزه‌نژاد و ثروتی، ۱۳۹۶: ۷۴). جز جانی پس از توصیف ابعاد جغرافیایی و اقلیمی مکان مختلف، برای حل مشکل موقعیت نامناسب شهر، برای بهره‌گیری از هوا و جهت مناسب توصیه می‌کند که سقف خانه‌ها را بلند و دریچه‌ها را بزرگ و همه خانه‌ها را به سوی مشرق باز کنند و گذر شمال در خانه‌ها گشاده کنند و چنان سازند که آفتاب در بیشتر خانه درآید (حمزه‌نژاد و ثروتی، ۱۳۹۶: ۷۴ به نقل از: جرجانی، ۱۳۸۴: ۲۰۵).

ابوسهل مسیحی در بخش مفصلی از کتاب «المائه فی الطب» به تاثیر عوارض جغرافیایی مانند کوه و دریا و نیز تاثیر جهت باد و طبیعت ساکن انواع مناطق بر سلامتی مزاج ساکنان پرداخته است.

از دید ایشان، خانه باید در موقعیتی پسندیده و سازگار با محیط ساخته شود و اتاق‌های شمالی را، که پنجره‌های آن به سمت باد شمال باز و از دیگر جهت بسته است، سپس اتاق‌های شرقی و بعد از آن غربی و در انتها اتاق‌های جنوبی را برای سلامتی مناسب می‌داند، همچنین به عقیده ایشان، سقف خانه‌ها بایستی بلند، پنجره‌ها وسیع و بزرگ باشند و هرگز در یا پنجره‌ای به سمت جنوب و مغرب گشوده نشود (ابوسهل مسیحی، ۱۳۶۸: ۱۱۴).

ابن سینا در ارتباط با اثر روانی رنگ بر مزاج اینگونه حکم می‌کند «...» کسی که بدنش برای جوش آمدن (خلط) خون آمادگی دارد، اگر به رنگ سرخ، زیاد چشم بدوزد و در آن فکر کند، خونش به حرکت می‌افتد» (ابن سینا، ۱۳۶۷: ۲۱۹). محمد کریم خان کرمانی در رساله دلاکیه در ارتباط با تاثیر نور بر مزاج اینگونه بیان می‌کند «...» حمام روشن مفرح است و حرارت قوای انسان را انتعاش می‌کند، برخلاف حمام تاریک و تیره که باعث وحشت و غلبه سودا می‌گردد» (عبدالله‌زاده، ۱۳۹۴: ۱۳۹۴). که ابن سینا در ارتباط با نور طبیعی اینگونه حکم می‌کند که «...» به مثابه یکی از اجزای عالم پیرامون می‌تواند بر قوای ظاهری و باطنی انسان اثر کند، پرنوری می‌تواند مفرح باشد و به حرارت و تقویت قوا کمک کند، حتی می‌تواند به بهبود حافظه و درمان بیماری فراموشی کمک کند «...» (ابن سینا، ۱۳۶۷: ۲۲۰).

ابن سینا در باب مکان‌یابی محل سکونت اینگونه بیان می‌کند که «بلندی و پستی محل زیست، مجاورت محل زیست با بلندی و پستی‌ها و کوهساران [...] جملگی بر حالات بدن تاثیر دارد [...] وقتی

قلب معماری سنتی شهر یزد از نوع خاک، خشت و چوب (در و پنجره) است که در طب سنتی این مصالح را جزو مصالح با طبع سرد دسته‌بندی می‌کنند^۳، از آنجایی که سیستم آب شهر بر پایه قنات استوار بوده و آفتاب کمتری بر آن تابیده است، دارای غلظت بیشتر بوده و ضعف بدن را به دنبال دارد (همان: ۶۰). همچنین این شهر (یزد) در رون را سته و در جهت نزدیک به قبله قرار دارد که یکی از مهمترین دلایل انتخاب آن جذب بادهای شرقی و شمالی است (قبادیان، ۱۳۷۷ به نقل از پیرنیا، ۱۳۸۵).

۸- یافته‌های توصیفی تحقیق

از مجموع ۲۸۸ پاسخگو که بصورت اختیاری ۵۰ درصد آن را زنان و ۵۰ درصد دیگر آن را مردان تشکیل می‌دهند. همچنین ۳۹/۹ درصد پاسخگویان را متاهل و ۶۰/۱ درصد پاسخگویان را مجردها تشکیل داده‌اند. از مجموع کل پاسخگویان، ۲۳/۳ درصد پاسخگویان دیپلم، ۴۶/۵ درصد لیسانس، ۲۶ درصد فوق لیسانس و ۴/۲ درصد پاسخگویان دارای تحصیلاتی بالاتر از کارشناسی ارشد یا معادل آن داشته‌اند. در ادامه جدول توزیع درصد سنی و وزنی پاسخگویان (جدول ۲) آورده شده است که میانگین توزیع سنی پاسخگویان برابر با ۳۰/۷ و میانگین وزنی آن برابر با ۷۳/۷ کیلوگرم است.

کسی جایی برای سکونت برمی‌گزیند باید خاک، حالت پستی و بلندی [...] آب و گوهر آن [...] را بررسی کند و بداند که آیا محل سکونت بادگیر یا جایی گود و فرورفته است [...] آنگاه پنجره‌ها و درهای محل سکونت را شرقی - شمالی باشند [...] آفتاب باید همه جای خانه‌اش را بگیرد، زیرا آفتاب هوا را مساعد می‌گرداند» (ابن سینا، ۱۳۶۷: ۲۱۲-۲۱۶).

۷- معرفی محدوده مورد مطالعه

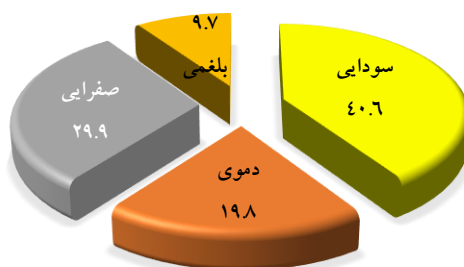
شهر یزد مرکز شهرستان یزد با وسعت ۹۹/۵ کیلومترمربع در مرکز استان یزد و در مسیر راه اصفهان - کرمان در مختصات ۵۴' و ۳۱' عرض شمالی و ۲۳' و ۵۴' طول شرقی قرار دارد (مهندسین مشاور آرمانشهر، ۱۳۹۰: ۳۸). اقلیم این منطقه در محدوده گرم و خشک و طبق نظر متخصصان طب سنتی در نمونه شهرهایی با طبع گرم و خشک یا صفرایی قرار دارد که در این اقلیم غلبه با عنصر آتش است. جهت گیری غالب خانه‌های سنتی آن در رون را سته درونگرا قرار دارد که در طب سنتی دلیل این انتخاب را بهره‌مندی از بادهای شرقی و شمالی دانسته‌اند، در منابع طب سنتی باد شمال را انرژی زا دانسته و بسیار نیکو شمرده می‌شود (حمزه‌نژاد و ثروتی، ۱۳۹۶: ۵۹). اقلیم این شهر در درجه نخست آفتاب‌گریزی قرار دارد، که شاید یکی از دلایل معماری درونگرای آن بخاطر بهره‌مندی از باد و فرار از آفتاب بوده است. مصالح

جدول ۳- توزیع درصد فراوانی، میانگین و انحراف معیار سنی و وزنی پاسخگویان (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	بیشترین	کمترین
سن	۳۰,۷	۸,۲۲	۶۰ سال	۲۰ سال
وزن	۷۳,۷	۱۳,۱	۱۱۷ کیلوگرم	۴۲ کیلوگرم

وضعیت اشتغال و بیکاری پاسخگویان طبق یافته‌های پژوهش به ترتیب ۶۶,۳ و ۳۳,۷ درصد، و سطح تحصیلات پاسخگویان که در چهار دسته دیپلم، لیسانس، فوق لیسانس و بالاتر از کارشناسی ارشد دسته‌بندی شده است به این صورت گزارش می‌شود که ۲۳/۳ درصد از پاسخگویان دیپلم، ۴۶/۵ درصد لیسانس، ۲۶ درصد فوق لیسانس و ۴/۲ درصد پاسخگویان دارای تحصیلاتی بالاتر از فوق لیسانس دارند.

نتایج پرسشنامه سنجش مزاج که توسط متخصصین حوزه طب سنتی محاسبه، تدوین و روایی آن مورد تایید قرار گرفته است، نشان می‌دهد که ۴۰/۶ درصد پاسخگویان مزاج سودایی دارند، ۲۹/۹ درصد، صفراوی، ۱۹/۸ درصد از پاسخگویان دارای مزاج دموی و سهم مزاج بلغمی از کل پاسخگویان برابر با ۹/۷ درصد است.

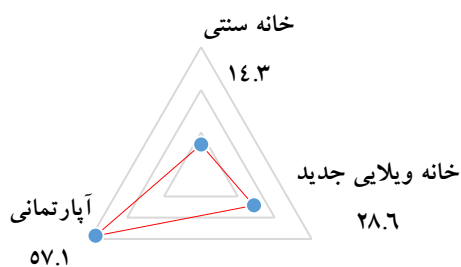


درصد فراوانی مزاج پاسخگویان

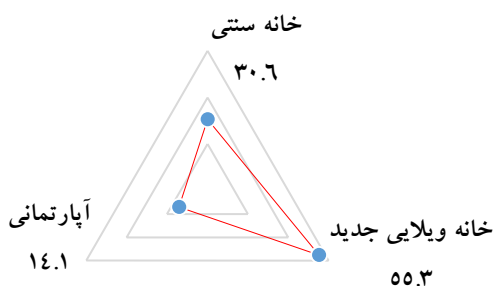
نمودار ۴- درصد فراوانی مزاج پاسخگویان بر حسب نوع مزاج (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

از مجموع ۲۸۸ نمونه، که در ۴ دسته مزاج دسته‌بندی شدند، مزاج صفراوی بیشترین گرایش را به خانه‌های ویلایی جدید (۵۵/۳ درصد)، مزاج بلغمی با ۵۷/۱ درصد به خانه‌های آپارتمانی، دموی

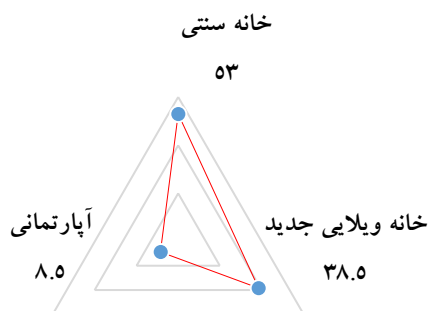
با ۵۵/۲ درصد به خانه‌های آپارتمانی و مزاج سودایی با ۵۳ درصد به خانه‌های سنتی گرایش دارند. در ادامه نمودار مربوط به گرایش‌های مربوط به امزاج مختلف آمده است (نمودار ۵).



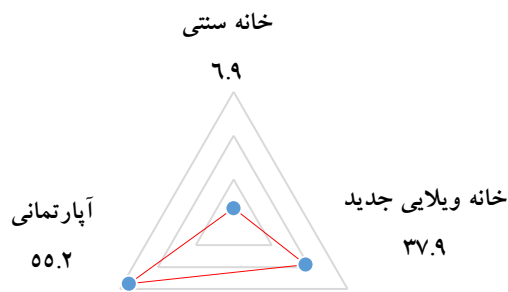
توزیع درصد فراوانی پاسخگویان بلغمی مزاج، نسبت به خانه های سنتی، ویلایی جدید و آپارتمانی



توزیع درصد فراوانی پاسخگویان صفراوی مزاج، نسبت به خانه های سنتی، ویلایی جدید و آپارتمانی



توزیع درصد فراوانی پاسخگویان سودایی مزاج، نسبت به خانه های سنتی، ویلایی جدید و آپارتمانی

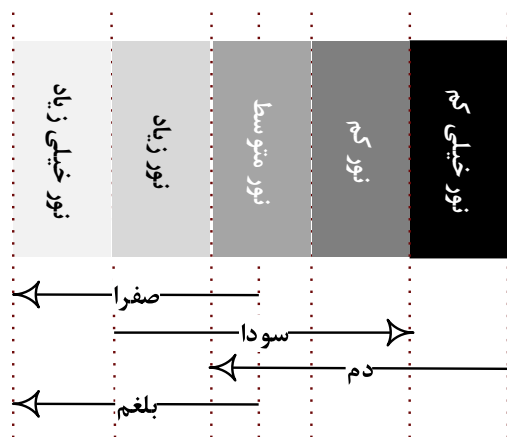


توزیع درصد فراوانی پاسخگویان دموی مزاج، نسبت به خانه های سنتی، ویلایی جدید و آپارتمانی

نمودار ۵- گرایشات امزاج به انواع خانه های سنتی، ویلایی جدید و آپارتمانی پاسخگویان برحسب درصد (مأخذ: یافته های نگارندگان)

اختصاص داده است در مقابل نوسانات مقادیر یادشده مربوط به هر یک از مزاج ها نسبت به خانه های سنتی که در یک مزاج مقداری تقریباً معادل ۵۰ درصد یا بالاتر را به خود اختصاص داده است اما در مزاج دیگر به گونه ای دیگر انتخاب شده است که گویا نقطه مقابل انتخاب است.

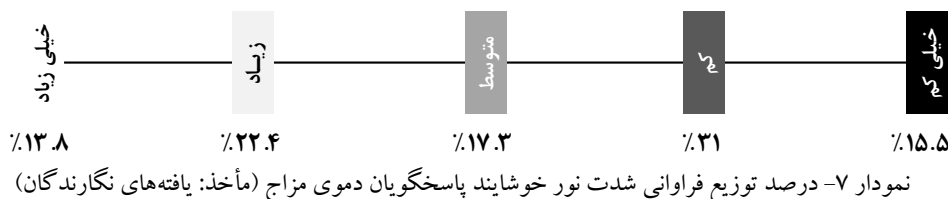
مقایسه درصد فراوانی مقادیر نمودار بالا، شاید تصدیق کننده این نکته باشد که گویا از دید پاسخگویان خانه های سنتی و آپارتمانی دو سر یک طیف هستند و خانه های ویلایی حد وسط آن، به طوریکه مقدار درصد فراوانی خانه های ویلایی تقریباً توزیعی معادل یک سوم کل داده ها را در تمامی نمودارهای مربوط به امزاج را به خود



در نمودار مقابل، مزاج صفرای در پاسخ به این سوال که «شدت نوری که در آن احساس خوشایندی دارید را انتخاب کنید» طیف متوسط تا زیاد، مزاج سودای طیف زیاد تا خیلی کم، مزاج، دموی طیف خیلی کم تا متوسط و مزاج بلغمی طیف متوسط تا خیلی زیاد را انتخاب کرده‌اند. در ادامه نمودار مربوط به توزیع درصد فراوانی مربوط به این مهم به تفکیک نوع مزاج آمده است.

نمودار ۶- نمودار طیف گرایش پاسخگویان برحسب مزاج و شدت نور (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

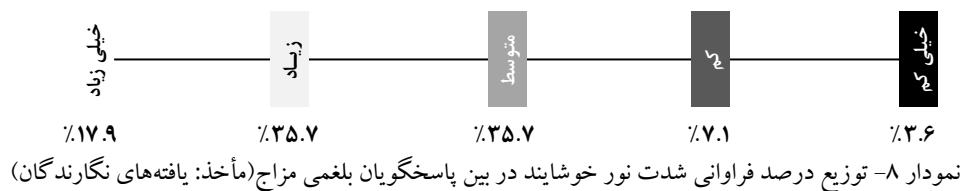
شدت گرایش به نور در مزاج دموی



از دید پاسخگویان دموی مزاج کمترین گرایش به نور خیلی زیاد وجود دارد. در ادامه نمودار مربوط به موارد یادشده آورده شده است (نمودار ۸).

در نمودار ۷ (نمودار بالا)، بیشترین توزیع درصد فراوانی در طیف کم با ۳۱ درصد، زیاد با ۲۲/۴ درصد و متوسط با ۱۷/۳ درصد قرار دارد همچنین

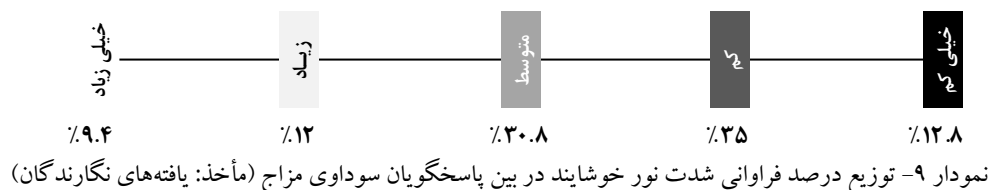
شدت گرایش به نور در مزاج بلغمی



خیلی زیاد است به عبارتی می‌توان این گونه بیان داشت که از دید پاسخگویان سودای مزاج، نورهایی با شدت زیاد و خیلی زیاد کمترین خوشایندی را برای ایشان دارد.

بیشترین گرایش در انتخاب شدت نور خوشایند سودای مزاج بیشترین درصد توزیع فراوانی مربوط به گزینه کم و متوسط با درصد توزیع ۳۵ و ۳۰/۸ درصد است و کمترین گرایش نسبت به گزینه

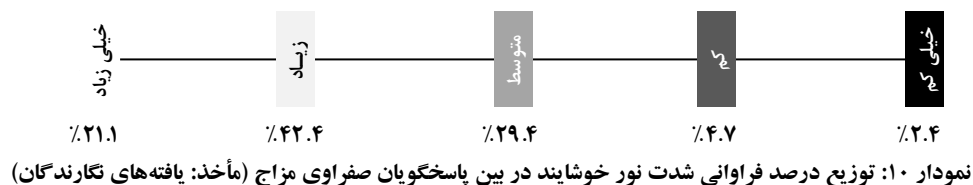
شدت گرایش به نور در مزاج سوداوی



این شدت نور از دید ایشان از طیف کم شروع و در طیف زیاد به حداکثر انتخاب خود و در نهایت مسیر کاهش انتخاب را در پیش می‌گیرد.

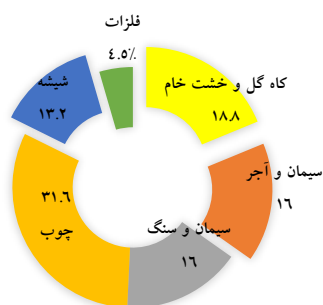
یافته‌های توصیفی نمودار ۱۰ نشان می‌دهد که شدت نورهای زیاد و متوسط با درصد توزیع ۴۲,۴ و ۲۹,۴ و شدت نور خیلی زیاد بیشترین توزیع فراوانی را از دید پاسخگویان داشته است به عبارتی

شدت گرایش به نور در مزاج صفراوی



درصد، شیشه با ۱۳/۲ درصد و در نهایت کمترین درصد توزیع فراوانی پاسخگویان را فلزات به خود اختصاص داده است. در نمودار مقابل درصد توزیع هریک از مصالح از دید پاسخگویان ذکر شده است.

از مجموع پاسخ‌های ۲۸۸ پاسخگو، بیشترین گرایش به انواع مصالح به چوب با درصد فراوانی ۳۱,۶، کاه گل و خشت خام با درصد فراوانی ۱۸/۸ درصد، سیمان و آجر و سنگ با درصد فراوانی ۱۶



نمودار ۱۱- درصد توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب انتخاب نوع مصالح (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

۹- نتایج و یافته‌ها

پژوهشگران بسیاری در حوزه تاثیر مزاج بر روانشناسی شخصیت افراد، تاثیر کالبد بر مزاج افراد، رابطه مزاج در طب سنتی و مدرن و حتی در برخی از پژوهش‌ها از مزاج به عنوان یک کهن الگو در طراحی ابنیه از جمله حمام‌های سنتی اشاره کرده‌اند. از سویی کتاب‌های مختلفی در این حوزه به رشته تحریر درآمده است که ذکر آن در این مجال نمی‌گنجد، همچنین وجود عناوین پژوهشی با کلید واژه‌های معماری شفابخش و معماری طبایع از جمله مصادیقی هستند که لزوم پرداختن به رابطه معماری با طب سنتی را مطرح می‌کنند.

به منظور سنجش رابطه گرایش امزاج به معماری سنتی که موضوع فرضیه اول این پژوهش است از آزمون آماری F استفاده شده است، پیش فرض کمی بودن متغیر وابسته و کیفی بودن متغیر مستقل به عنوان ۲ شرط اول انجام آزمون، با توجه به ماهیت پژوهش و متغیرهای استفاده شده مورد تایید قرار گرفته است و شرط توزیع نرمال داده‌ها از طریق آزمون لون^{۲۴} و ناپارامتری بودن داده‌ها و نرمال بودن توزیع آن‌ها در جدول ۴ (جدول زیر) از طریق آزمون لون و آزمون F مورد تایید قرار گرفته است.

جدول ۴- نتایج آزمون F در ارتباط با رابطه انواع مزاج با شدت صفات نسبت داده شده با بافت تاریخی یزد (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

متغیر	امزاج	تعداد	میانگین	انحراف معیار	مقدار آزمون F	سطح معنی داری آزمون لون	سطح معنی داری آزمون F
شدت نسبت صفات	صفاوی	۸۵	۸۸٫۳۵	۱۳٫۲۳	۱۲٫۳۰۴	Sig: ۰٫۳۱۲	Sig: ۰٫۰۰۱
	دموی	۵۸	۸۲٫۵۸	۹٫۲۷			
	سوداوی	۱۱۷	۸۷٫۷	۱۱٫۶۶			
	بلغمی	۲۸	۷۴٫۴۶	۱۲٫۶۴			

نتایج جدول فوق نشان می‌دهد که مقدار P-value در آزمون لون بیشتر از ۰٫۰۵ است (۰/۳۱۲) که این مقدار همگنی واریانس‌ها را تایید می‌کند به عبارتی می‌توان گفت که مقدار واریانس در دو جامعه مورد مطالعه باهم برابر است. برای تفسیر نتیجه آزمون تحلیل واریانس مبنی بر معنی داری یا عدم معنی داری تفاوت میانگین متغیر مورد بررسی در بین گروه‌ها، مقدار P-value در آزمون F مورد تفسیر قرار می‌گیرد، در صورتی که این مهم کمتر از (Sig: ۰/۰۵) باشد به منزله تفاوت میانگین گروه‌ها

و رد یکسان بودن آماری آن است که این مقدار در جدول بالا برابر با ۰/۰۰۱ است که در جدول زیر (جدول ۴) این سطح خطای آن کوچکتر از ۰/۰۱ را نشان می‌دهد که این مهم تایید می‌کند که تفاوت میانگین صفات در بین مزاج‌های مختلف در سطح اطمینان ۰/۹۹ در صد معنی دار است. بنابراین فرضیه اول پژوهش «مزاج‌های مختلف گرایش‌ها متفاوتی نسبت به صفات معماری سنتی دارند» مورد تایید قرار می‌گیرد.

جدول ۵- مقدار Sig. در آزمون ANOVA (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

ANOVA					
صفات معماری					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	۵۱۶۳,۵۹۹	۳	۱۷۲۱,۲۰۰	۱۲,۳۰۴	۰,۰۰
Within Groups	۳۹۷۲۸,۵۶۵	۲۸۴	۱۳۹,۸۸۹		
Total	۴۴۸۹۲,۱۶۳	۲۸۷			

گرایش بیشتری به معماری سنتی دارند در یک گروه قرار می‌گیرد و سایر گروه‌ها در دسته دیگر قرار خواهند گرفت. شایان ذکر است که فرض برابری واریانس که یکی از شروط انجام این آزمون است قبلاً تایید شده است (مقدار P-value در آزمون لون بیشتر از ۰/۰۵ و برابر با ۰/۳۱۲ و اثبات برابری واریانس داده‌ها را نشان می‌دهد).

به منظور تایید یا رد این فرضیه که افراد با مزاج گرم (غلبه آتش) و خشک (غلبه خاک) شدت گرایش بیشتری به معماری سنتی دارند. از تست Tukey HSD استفاده شده است. این تست با گروه‌های همگن که قرابت بیشتری با متغیر وابسته (معماری سنتی) دارند و در یک گروه قرار می‌گیرد، انجام شده است. به عبارتی گروه‌هایی (امزاجی) که

جدول ۶- نتایج آزمون Tukey HSD (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

Subset for alpha = 0.05		تعداد	انواع مزاج
گروه ۲	گروه ۱		
-	۷۴,۴۶۴۳	۲۸	بلغمی (سرد و تر)
۸۲,۵۸۶۲	-	۵۸	دموی (گرم و تر)
۸۷,۷۰۹۴	-	۱۱۷	سوداوی (سرد و خشک)
۸۸,۳۵۲۹	-	۸۵	صفراوی (گرم و خشک)
۰,۰۴			Sig.

گرمی (آتش) نقش تعیین کننده‌ای در گرایش افراد با غلبه یکی از ارکان یادشده به معماری سنتی دارند و هرچه عنصر سردی و تری در مزاج افراد غلبه کند، از شدت گرایش افراد به معماری سنتی کاسته می‌شود. بنابراین فرضیه دوم پژوهش نیز تایید می‌گردد (با میانگین ۸۸/۳۵ و قرارگیری در گروه دوم که غلبه ارکان خاک و آتش در آن بیشتر است قرار می‌گیرد).

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که مزاج‌های دموی (گرم و تر)، سوداوی (سرد و خشک) و صفراوی (گرم و خشک) در گروه ۲ و مزاج بلغمی (سرد و تر) در یک گروه دسته‌بندی شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که مزاج صفراوی با مقدار میانگین ۸۸/۳۵ بیشترین مقدار و در رتبه‌های بعدی مزاج سوداوی و دموی با مقادیر ۸۷/۷۰ و ۸۲/۵۸ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین نتایج جدول فوق نشان می‌دهد که دو عنصر خشکی (خاک) و

۱۰- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در ادامه این تحقیق تلاش شده است تا با توجه به ماهیت مزاجی اقلیم گرم و خشک به ارائه راهکارهایی که حاصل بازدیدهای میدانی، تحلیل داده‌ها و مطالعه اسناد بوده است ارتباط مزاج و تجویزهای معمارانه داده شود:

- به منظور تعادل در مزاج سودایی توصیه می‌شود که در ساخت حمام به مولفه نور به عنوان یک عنصر کلیدی تاکید شود چرا که این مهم سبب کاهش سودا شده و ترس در این بخش از ساختمان می‌شود. ابن سینا بهره‌گیری از نور را سبب کاهش بیماری‌های مغزی مانند فراموشی می‌داند. همچنین استفاده از عنصر آب در تعادل مزاجی صفراوی به منظور کاهش صفرا توصیه می‌شود.
- کندی و سکون حاکم بر مزاج گرم و خشک سبب می‌شود استفاده از رنگ‌های مکمل به

عنوان بخشی از راهکارهای معمارانه در ساخت بناهای شهر یزد توصیه شود؛ این مهم می‌تواند به صورت رنگ تعلق در معماری داخلی و استفاده از تنوع رنگی در طراحی نما بسیار مورد استفاده قرار گیرد. بطور مثال ابن سینا رنگ قرمز را موجب غلیان و جوشش خون می‌داند.

- از دید حکمای اسلامی منشاء وزش باد نیز می‌تواند کیفیت‌های مزاج انسان را تحت تاثیر خود قرار دهد. طبق منابع مکتوب در طب سنتی بادهایی که از بستر کویر می‌وزند دارای غلظت و غبار هستند که سبب ایجاد امراض می‌گردند از این رو بهره‌گیری از آب می‌تواند تا حد بسیار زیادی از این امراض بکاهد.
- باتوجه به آفتاب‌گریز بودن اقلیم یزد مواردی که می‌تواند در ارتباط با انواع مزاج مطرح شود در قالب جدول زیر آمده است:

جدول ۷- مشکلات مزاجی و راهکارهای معمارانه در اقلیم گرم و خشک (مأخذ: یافته‌های نگارندگان)

مشکلات افزایش تابش آفتاب بر انسان	راهکار معمارانه بومی
<ul style="list-style-type: none"> - بد بویی بدن، فعال کردن بیماری‌های نهفته در بدن، بی‌قراری، خشک شدن نباتات، خطر هلاک شدن 	<ul style="list-style-type: none"> - طراحی رون آفتاب‌گریز (رون راسته) - دوری از آفتاب نیمروز در فصول پاییز و تابستان - ایجاد جبهه‌های متعدد در خانه‌های یزدی
<ul style="list-style-type: none"> - خطر آسیب به چشم، سردرد، خشکی بدن، التهاب پوست، افزایش خطر سرطان، آفتاب سوختگی، خطر افزایش بیماری صرع، خطر افزایش بیماری ناخونک در چشم 	<ul style="list-style-type: none"> - بهره‌گیری از باد با استفاده از رون باد مطلوب (باد شمالی و شرقی) در جهت‌گیری بادگیر و ترکیب آن با رون آفتاب در جهت‌گیری ساختمان - استفاده از حوض

ذکر است که زوایای ۹۰ درجه دارای غلبه عنصر خشک است که در معماری سنتی به خوبی شاهد

یکی دیگر از مواردی که در معماری سنتی بسیار مورد استفاده قرار گرفته است بهره‌گیری از زوایای مختلف در طراحی بناهای ساختمانی است. شایان

ترکیبی از زوایای ۹۰ و بالای ۹۰ درجه هستیم اما در معماری جدید این مهم نادیده گرفته شده است. رابطه دو طرفه مزاج و احوال نفسانی و ارتباط تنگاتنگ فعل آدمی با نظام هستی از یک سو و رابطه دوسویه انسان و محیط مصنوع که دست ساخته‌های معماران را شامل می‌شود که در آن معمار کوشیده است تا با خلق یک بنا آسایش، زیبایی، تناسب، نور، تزئینات و جزئیات و... را به نحوی در بنای خود دخیل کند موضوعی است که در این پژوهش از طریق تبیین رابطه مزاج با یکی از دست‌ساخته‌های بشر مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مهم بارها در طب سنتی از طریق راهکارهایی جهت درمان برخی از امراض از سوی حکما و اطباء تجویز شده است. در معماری طبایع از شهر کویری یزد به‌عنوان شهری با طبع گرم و خشک یاد می‌کنند که در بین ارکان، گرمی را با آتش و خشکی را با خاک نشان می‌دهند. از این رو معماران این اقلیم با بلند ساختن دیوارها، تعبیه حوض، جهت‌گیری در مسیر باد شمال (که باد نیروبخش است) و... تلاش نموده‌اند تا غلبه آتش را با آب، سایه و باد تعدیل کنند.

از این رو پاسخ به این سوال که چه رابطه‌ای بین انواع مزاج و گرایش به معماری سنتی وجود دارد؟ با توجه به غلبه عنصر آتش (گرما) و خاک (خشکی) در اقلیم یزد و وجود همین عناصر در

ساختار مزاجی انسان و صفاتی که به یک بنای سنتی نسبت می‌دهند چه رابطه‌ای وجود دارد؟ به منظور پاسخ به سوالات یاد شده و فرضیاتی که در تناظر با آن مطرح شد یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که؛ فرضیه اول پژوهش با سطح اطمینان ۰/۹۹ در صد و سطح خطای ۰,۰۱ در صد، معنی‌دار و با تفسیر میانگین‌های آزمون F و مقدار P-value کمتر از ۰,۰۵ مورد تایید قرار می‌گیرد. و در ارتباط با فرضیه دوم. از تست Tukey HSD استفاده شده است، در این تست گروه‌های همگن که قرابت بیشتری با متغیر وابسته (گرایش به معماری سنتی) دارند در یک گروه قرار می‌گیرند، به عبارتی گروه‌هایی (امزاجی) که شدت گرایش بیشتری نسبت به معماری سنتی یزد (گرمی و خشکی) داشته‌اند در یک گروه قرار می‌گیرد. در صورتی که نتایج یافته‌های استنباطی را با یافته‌های توصیفی مقایسه کنیم می‌توان به شدت گرایش پاسخگویان، به مصالحی که دارای بافت درشت‌تری هستند، اشاره کرد که با توجه به اقلیم گرم و خشک یزد، سرد مزاج بودن مصالحی چون چوب، خاک، آجر و شدت استفاده از آن در ساخت بسیاری از بناها، تایید کننده این نکته است که اقلیم گرم و خشک با توجه به غلبه گرمی و خشکی مصالحی با ماهیت سرد را می‌طلبد.

پی‌نوشت‌ها

۱. شایان ذکر است که مولفه‌های معماری سنتی که در نمودار یک به آن اشاره شده است در رساله‌ای با عنوان «ارائه‌ی معیارهای مطلوب برای طراحی محیطی در شهر یزد با هدف ارتقای ارتباط بین انسان و محیط مصنوع بر اساس طبیعیات» از طریق روش کیفی کدگذاری شده و سپس استخراج و در نهایت در این مقاله تلاش شده است این مولفه‌های با استفاده از روش‌های کمی مورد آزمون آماری قرار گیرند.

۲. روش سنجش مزاج از نوع قیاسی است، این مهم در منابع طب سنتی نیز مورد تاکید قرار گرفته است «تشخیص و سنجش مزاج پدیده‌ها به دو روش «قیاسی» و «تجربه» صورت می‌گیرد» (عقیلی علوی شیرازی، ۱۳۹۰: ۱۸).

۳. اساس استخراج مولفه‌های پرسشنامه معماری، مصاحبه عمیق با ۲۰ تن از اساتید مرتبط با معماری سنتی و طب سنتی بوده است که با استفاده از روش تحلیل کیفی داده‌ها در سه سطح کدگذاری شده (۱- کدگذاری باز، ۲- کدگذاری محوری و ۳- کدگذاری گزینشی) و سپس مولفه‌های یادشده استخراج گردیده است. با توجه به اینکه روند استخراج مولفه‌های پرسشنامه معماری بخشی از پایان‌نامه پژوهشگر است و با عنایت به متفاوت بودن ماهیت این پژوهش (کمی بودن) از ذکر روند استخراج مولفه‌های این حوزه صرف نظر شده است و صرفاً اشاره‌ای کوتاه به فرایند دستیابی به مولفه‌های پرسشنامه معماری شده است.

4. Cochran

۵. منظور از طب، طب مکمل است و منظور طب جدید یا همان پزشکی نیست. به عبارتی طب جایگزین یا طب مکمل، کلیه روش‌های درمانی است که در حیطه پزشکی رسمی (مدرن) قرار نگرفته است.

6. Vastoshashtra

7. Feng Shui

۸. علم به عناصر چهارگانه بخشی از سنت معماری ایرانی بوده است، بطور نمونه؛ استاد رضا معماران در این باره چنین می‌گوید: «هر معمار باید به عناصر چهارگانه (آب، باد، خاک و آتش) آشنا باشد و عدم شناخت ماهیت این عناصر هم به بنا لطمه می‌زند و هم آن را برای زیست انسان نامناسب می‌سازد (عبدالله زاده، ۱۳۹۴)».

۹. در طب سنتی نور، رنگ، مصالح، شکل و... و لزوم بهره‌گیری از آن بسیار مورد تاکید قرار گرفته است و این مهم کیفیت‌های مزاجی افراد را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. در ادامه منابعی که به این مهم اشاره کرده‌اند آورده شده است.

10. Temperament

۱۱. به اعتقاد ابن سینا مطلوب‌ترین مزاج، مزاج معتدل است و سلامت در این دیدگاه همان «اعتدال» مزاج است، که منظور همان بهره‌مندی متناسب از عناصر چهارگانه، نه الزام مساوی بودن آن‌هاست، که برابری کیفیت‌ها و عناصر در هنگام درآمیختن با یکدیگر به فراهم آمدن مزاج معتدل مطلق می‌انجامد که در عالم واقع وجود ندارد (عبدالله زاده، ۱۳۹۰: ۱۴۳).

12. Choleric

13. Sanguine

14. Phlegmatic

15. Melancholic

۱۶. فیلسوف، عارف و شاعر مسلمان قرن ششم، معروف به شیخ اکبر

۱۷. از متکلمین اشعری قرن هشتم.

۱۸. ملا عبدالرزاق علی بن حسین لاهیجی متخلص به فیاض لاهیجی از متکلمان معروف شیعه و متأثر از اندیشه‌های مشاء.

۱۹. از پزشکان یونان باستان که دیدگاه‌های وی بیش از هزار سال دیدگاه چیره در پزشکی اروپا بود.

۲۰. علامه و فقیه معاصر.

۲۱. به کیفیتی گفته می‌شود که از کیفیت فاعله تاثیر پذیری دارد و شامل رطوبت و یبوست (تری و خشکی) است (ابن سینا، ۱۳۶۷: ۱۲).

۲۲. کیفیت فاعله به کیفیتی گفته می‌شود که خاصیت تاثیرگذاری بر سایر کیفیات را دارد و شامل حرارت و برودت (گرمی و سردی) است (همان).

۲۳. هرچه بافت مصالح درشت‌دانه‌تر باشد سردتر و هرچقدر ریزدانه‌تر باشد طبع گرم‌تری دارد؛ بنابراین فولاد، آهن و فلزات طبع گرم‌تری نسبت به چوب، خاک و آجر دارند (حمزه‌نژاد و ثروتی، ۱۳۹۶: ۵۹).

24. Levene's homogeneity of variance

منابع

- ابن سینا، حسین ابن عبدالله. (۱۳۶۷). قانون در طب، ترجمه عبدالرحمن شرفکندی، تهران: انتشارات سروش؛ ص ۱۹.
 - ابوسهل مسیحی، عیسی بن یحیی (۱۳۶۷). متاب المائه فی الطب، حقه و قدمه له فلوریال سناغوستان دمشق.
 - امامی میبدی، مرضیه (۱۳۹۵). طراحی سلامتکده طب سنتی ایرانی-اسلامی با رویکرد مزاج شناسی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کاشان، گروه هنر و معماری.
 - آهنگی مرکز، امید و سعیدی مهر، محمد (۱۳۹۰). بازخوانی مفهوم مزاج برپایه پزشکی مدرن، فصلنامه فلسفه علم، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، سال اول، شماره دوم؛ صص ۱-۲۳.
 - بقراط (۱۳۸۷). البقراط فی الامراض البلادیه، نقل ابی زید حنین بن اسحاق. تحقیق و ترجمه ی.ان. متوک، تهران، دانشگاه علوم پزشکی ایران.
 - جرجانی، اسماعیل بن حسن (۱۳۸۴). الاغراض الطبیبه و المباحث العلائیه، جلد دوم. تصحیح و تحقیق حسن تاجبخش، تهران: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.
 - جوادی، پامیدا (۱۳۹۷). طراحی دفتر کار برای یک معمار با مزاج صفاوی در شهر تهران، دانشگاه علم و فرهنگ تهران، دانشکده هنر و معماری.
 - حسن زاده آملی (۱۳۸۰). انسان کامل از دیدگاه نهج البلاغه، قم: الف، لام، میم.
 - حلی، جمال‌الدین (۱۳۸۳). شرح تجرید الاعتقاد، ترجمه ابوالحسن شعرانی، تهران: انتشارات اسلامیه.
 - حمزه نژاد، مهدی و ثروتی، زهرا (۱۳۹۶). مولف‌های طراحی بومی محیط به منظور تامین سلامت انسان بر مبنای طب سنتی و اسلامی، فصلنامه پژوهش‌های معماری اسلامی، شماره هفدهم، سال پنجم.
 - دادرس، فائزه، یزدانفر، عباس و حسینی یکتا، نفیسه (۱۳۹۳). تفاوت مزاجی انسان و گرایش به شاخص‌های معماری، فصلنامه پزشکی پرستار: ۳.
 - دهقان تفتی و همکاران (۱۳۹۷). بازخوانی و تبیین مفهوم مزاج روان بر پایه علوم نوین در روانشناسی شخصیت؛ به سوی تدوین راهبردی بومی در ارزیابی زیبایی و ترجیحات محیطی، فصلنامه مطالعات معرفتی دانشگاه آزاد اسلامی، سال بیست و دوم، شماره سوم.
 - رضوی برقی، سید حسین (۱۳۸۸). معماری حمام در متون طب کهن و مقدمه رساله دلاکیه: گلستان هنر، شماره ۱۵، ص ۷۰.
 - عبدالله زاده، محمد مهدی (۱۳۹۴). معماری طبایع: تبیین رویکردی درباره نسبت انسان و محیط مصنوع بر مبنای چهارگانه، دو فصلنامه مطالعات معماری ایران، شماره ۸.
 - عقیلی علوی شیرازی، سید محمد حسین بن محمد هادی (۱۳۹۰). مخزن الادویه (طبع جدید)، تصحیح محمدرضا شمس اردکانی، روجا رحیمی و فاطمه فرجامند، تهران: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی تهران.
 - ملکشاهی، حسن (۱۳۹۰). ترجمه و شرح اشارات و تنبیهات ابن سینا، ج ۲، ج ۱، تهران: انتشارات سروش.
 - مهندسین مشاور آرمانشهر (۱۳۹۰). طرح حفاظت بافت تاریخی، جلد سوم؛ ص ۳۸.
- Mosaddegh, M. & F. Naghibi (2005). "Iran's Traditional Medicine, past and Present". *Tradition Medicine and Materia Medica Research Center*, 1: 1-18.

Original Research Article

Explanation of the Relationship between Temperaments with the Preferences towards Traditional ArchitectureMaryam Mahdavi¹, Mahnaz Mahmoodi^{2*}, Behrouz Mansoori³

1- PhD Student of Architecture, Islamic Azad University, North Tehran Branch

2- Alumni of the Faculty of Architecture and Urbanism, School of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch

3- Alumni of the Faculty of Architecture and Urbanism, School of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch

Abstract

In the Architecture of Temperaments it is said that psychosomatic conditions of humans affect their tendencies towards environmental factors. Therefore, temperamental categorization of users according to traditional medicine can affect their preferences towards architectural elements. Based on this fact, the conformity of architectural preferences with the temperaments of the users is something worthy of note in the architect's mind. Therefore, the main goal of this study is to provide an explanation of the relationship between different temperaments and the intensity of preferring architectural elements in traditional architecture. Based on its goal, this study follows the method of applied-developmental studies, and based on its nature it is performed using the explanatory-analytical methodology. Questionnaires were used to collect data which then was fed into SPSS for analysis. The findings of this study reveal that different temperaments show different intensities of preference when faced with a traditional building. In particular, the more the hot and dry elements are added to the person's temperament, the more the intensity of the reaction is visible. Moreover, the statistical tests show the p-value to be less than 0.01% with a 99% confidence level. This confirms the first hypothesis which predicts the effect of difference in temperament on the architectural elements of traditional architecture. The result of Tukey HSD test also shows that the phlegmatic temperament is the first group with an average of 74.46 and other temperaments (choleric, melancholic and sanguine) take the next places respectively.

Keywords: Temperament, Architectural preferences, traditional architecture, nature, architecture of temperaments

*Email: M_mahmoodi@iau-tnb.ac.ir

مقاله پژوهشی

مطالعه تحلیلی شاخصه‌های کالبدی دفاع غیرعامل در معماری کاروانسراهای عصر صفوی

محسن طبسی^{۱*}، حسن ناصری ازغندی^۲

۱- دانشیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشجوی دکتری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد، مشهد، ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۰، پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۹)

چکیده

مطالعه تحولات دوره صفویه بیانگر آن است که علاوه بر عوامل گوناگون، امنیت نیز یکی از زیربناهای لازم برای شکل‌گیری اقتدار و ثبات سیاسی، تضمین تجارت و بازرگانی، اقتصاد شکوفا، ایجاد شبکه منظم راه‌ها و... بوده است. هرچند تاریخ پرنوسان این دوره و نبردهای متعدد پادشاهان صفوی با سپاهیان عثمانی و ازبک‌ها نشان می‌دهد که مفهوم امنیت در آن روزگار معنای چندانی نداشته است اما همین موضوع سبب شده تا در تمامی دوره‌ها برای تأمین امنیت راه‌ها به مکان‌یابی و شکل‌معماری کاروانسراها توجه شود. در حوزه امنیتی، مفهوم دفاع، به دفاع عامل و غیرعامل قابل تفکیک است. اگرچه اهداف و جهت‌گیری هر دو حوزه مبتنی بر حفظ امنیت و کاهش آسیب‌پذیری در زمینه‌های مختلف انسانی، اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و حاکمیتی است اما تدابیر به کار گرفته‌شده در حوزه دفاع غیرعامل، متفاوت از دفاع عامل است. هدف اصلی این پژوهش، بررسی و تحلیل شاخصه‌های کالبدی دفاع غیرعامل در معماری کاروانسراهای دوره صفوی به منظور بازشناسی نقش معماری در تأمین امنیت است. شناخت عوامل و عناصر کالبدی ایجاد امنیت در معماری کاروانسراها می‌تواند در شناخت هرچه بیشتر ارزش‌های معماری گذشته و پیوند آن با دانش جدید در حوزه معماری و پدافند غیرعامل نیز مؤثر باشد. روش پژوهش حاضر، توصیفی تحلیلی است و جهت دستیابی به اطلاعات موردنیاز از مطالعات اسنادی بهره گرفته شده است. در راستای هدف فوق، اصول پدافند غیرعامل از دیدگاه متخصصان این حوزه، در کاروانسراها مورد شناسایی قرار گرفته و با تطبیق این اصول با چهل‌وسه باب کاروانسرا در چهار گروه شکلی و در اقلیم‌های گوناگون جدولی حاصل آمده که بیانگر میزان توجه به هر یک از عناصر کالبدی ایجاد امنیت در گونه‌های متفاوت است. نتایج حاصل از نمونه‌های مذکور بیانگر آن است که رابطه و میزان کاربرد هر یک از عوامل دفاع عامل و یا غیرعامل در کاروانسراها، وابسته به موقعیت جغرافیایی و وضعیت اقلیمی منطقه، اهمیت راه‌ها و عملکرد کاروانسراها متغیر بوده و در شرایطی که دفاع عامل، به هر دلیلی مقدور نبوده از قابلیت‌های معمارانه دفاع عامل به بهترین شکل ممکن بهره گرفته شده است.

کلید واژه‌ها: معماری، کاروانسرا، پدافند غیرعامل، صفویه

۱- مقدمه

انسان‌ها در طول تاریخ به دلایل و انگیزه‌های متفاوت همچون تجارت، سیاحت و زیارت، دیدوبازدید و... همواره در حال جابه‌جایی و سفر بوده و هستند. از مهم‌ترین لوازم سفر، وجود ساختمانی برای آسایش و محافظت از خطرات در طول مسیر بوده است. بدین منظور ایرانیان به هنرمندانه‌ترین شکل، کاروانسراهایی را در طول مسیرهای ارتباطی بنا نهاده‌اند که این، گونه ارزشمند معماری، در دوره صفویه به اوج و تکامل خود رسیده است؛ لذا شناخت وجوه مختلف معماری این بناها می‌تواند گامی مؤثر در شناخت هرچه بیشتر ارزش‌های معماری گذشته باشد.

در خصوص کاروانسراها، منابع متعددی نگاشته شده‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به کتاب‌های کاروانسراهای ایران (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳)، کاروانسرا در ایران (هادیزاده کاخکی، ۱۳۹۳) و کاروانسراهای ایران زمین، دوره صفویان (شانواز و خاقانی، ۱۳۹۴) اشاره کرد که کاروانسراها را از جنبه‌های گوناگون از جمله تاریخی و گونه‌شناسی کالبدی، بررسی کرده‌اند. از جمله منابع مرتبط با پدافند غیرعامل و معماری نیز می‌توان به کتاب الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار (اصغریان جدی، ۱۳۹۲) اشاره کرد. ولی تاکنون هیچ مقاله‌ای با نگاه تحلیلی به بررسی معماری کاروانسراها از منظر دفاعی و امنیتی نپرداخته است.

بدون شک یکی از کارکردهای کاروانسراها، جنبه امنیتی آن بوده است. تهدید و خطر همواره جزئی جدانشدنی از سفر و جاده بوده که سرمایه‌های مادی و حتی جان انسان‌ها را به خطر

می‌انداخته است. بنابراین انسان در تلاش برای مقابله با تهدیدات و ایجاد امنیت، اقداماتی را در سه حوزه پیش‌گیری، مقابله و اقدام برای بازگشت به شرایط قبل از حادثه دنبال کرده است. دفاع غیرعامل از جمله مباحثی است که در دوره‌های مختلف تاریخی مورد توجه بوده است. با نگاهی به تاریخ ایران، می‌توان نقش حکومت‌های باثباتی همچون صفویان را بر گسترش راه‌ها و ارتباطات، با اهداف مختلف اجتماعی، تجاری، مذهبی، سیاسی، نظامی و امنیتی مشاهده کرد. تأسیسات میان راهی همچون کاروانسراها، میل‌ها، پل‌ها، راهدارخانه‌ها و... از جمله بناهایی هستند که نقش‌های مختلفی را در راستای اهداف فوق بر عهده داشته‌اند و از این میان، کاروانسراها یکی از مهم‌ترین آن‌ها به شمار می‌روند.

فارغ از انواع تقسیم‌بندی‌های شکلی، همواره امنیت، اقامت و تجارت از مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی و شکل‌گیری کاروانسراها بوده‌اند. پژوهش حاضر با توجه به تفاوت آشکار در کاروانسراهای مناطق مختلف با نگاهی تحلیلی به بررسی تفاوت‌های کالبدی آن‌ها از دیدگاه امنیت و پدافند غیرعامل می‌پردازد. بدین منظور کاروانسراهای دوره صفوی (با تأکید بر دوره شاه‌عباس اول) مورد توجه قرار گرفته‌اند. هدف اصلی این پژوهش، بررسی و تحلیل شاخصه‌های کالبدی دفاع غیرعامل در معماری کاروانسراهای دوره صفوی به منظور بازشناسی نقش معماری در تأمین امنیت است. با توجه به این هدف، این سؤال مطرح است که در روزگار صفوی، کالبد معماری کاروانسراها در اقلیم‌های گوناگون چه نقشی در

و آفند تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی، پد پیشوندی است به معنای ضد و هرگاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد معنای آن را معکوس می‌کند. واژه آفند بیشتر به مفهوم جنگ، جدال، پیکار و دشمنی است (زیاری، ۱۳۸۰: ۱۳). از نظر مفهومی پدافند عامل را به معنای دفاع عمل‌گرا در برابر تهاجم‌های نظامی دانسته‌اند؛ بنابراین پدافند غیرعامل، مجموعه سیاست‌ها و اقداماتی است که بدون نیاز به استفاده از تجهیزات نظامی، قادر به حفظ امنیت و دفع دشمن و خطر باشد (lacina, 2006: 91).

تاریخ نشان می‌دهد که شکل‌گیری تمدن‌های اولیه در جهان همواره با جنگ قرین بوده است. انسان‌ها با پناه گرفتن در غارها و ایجاد برج و بارو و قلاع محکم و مرتفع و حفر خندق در جهت پیشگیری از حملات دشمن و حفظ جان و ایجاد امنیت گروهی اقدام نموده‌اند (Nagaraj, 2015: 319). ایرانیان نیز همواره با تهدیدها و تهاجم‌ها مواجه بوده و سعی داشته‌اند تا با روش‌های گوناگون و به صورت غیرعامل از خود دفاع کنند. از جمله تدابیر دفاع غیرعامل در دوره‌های مختلف تاریخی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

در تمدن اورارتو، قلعه در مرتفع‌ترین نقاط ایجاد می‌شد و اگرچه این نقاط دارای ارزش دفاعی ویژه‌ای بودند، اما اورارتوها به آن اکتفا نکرده و با استفاده از امکانات زمین و توپوگرافی در سنگ-چینی دیوارهای دفاعی، روش‌های گوناگونی را به کار بستند. در دوره ماد نیز استفاده از عوامل محیطی با هدف دفاعی به‌خوبی به کار گرفته شده است. در این دوره، دژها بر بالای ارتفاعات و

تأمین امنیت و دفاع غیرعامل داشته‌اند؟ فرضیه پژوهش بر سه اصل مبتنی است:

۱. در مناطقی که (به هر دلیلی) دفاع عامل وجود داشته است، بهره‌گیری از ظرفیت‌های معماری برای دفاع غیرعامل به حداقل کاهش یافته است.
۲. در سایر مناطق، اگر عناصر طبیعی دفاع غیرعامل (به‌عنوان مثال کوهستان) وجود داشته، در معماری کاروانسرا از اجزاء و عناصر کالبدی دفاعی (همچون برج و بارو و ...) کمتر استفاده می‌شده است هرچند به کارگیری این عناصر منتفی نیست.
۳. در مناطقی که نه عناصر طبیعی دفاع غیرعامل وجود داشته و نه دفاع عامل حضور داشته است، حداکثر استفاده از عناصر کالبدی دفاع غیرعامل انجام شده است.

پرسش پژوهش

- در روزگار صفوی، کالبد معماری کاروانسراها در اقلیم‌های گوناگون چه نقشی در تأمین امنیت و دفاع غیرعامل داشته‌اند؟

۲- مبانی نظری تحقیق

۲-۱- واژه‌ها، تعاریف و اصطلاحات

تخصصی

الف. پدافند غیرعامل: پدافند غیرعامل به‌عنوان راهبرد دفاعی در مدیریت سرزمین، اهمیت ویژه‌ای دارد. این واژه در انگلیسی Passive Defense نام دارد که در مقابل اصطلاح Active Defense قرار می‌گیرد. قرارگیری واژه Passive دلالت بر استفاده از امکانات غیرنظامی دارد (Hausen, 2013: 6). در فارسی نیز، واژه پدافند از دو جزء پد

عوارض طبیعی ساخته می‌شدند. ویژگی خاص این شهرها قرارگیری در ارتفاع و دژهای چندلایه بود که هر قدر به محل اقامت حاکم نزدیک می‌شد، مستحکم‌تر بود. در دوره هخامنشی، به عواملی مانند ارتفاعات و رودخانه (به‌عنوان عوامل طبیعی) و ایجاد حصارها و برج‌های دفاعی (عوامل مصنوعی) در جهت ایجاد امنیت اشاره شده است. شهرهای دوره اشکانی، اکثراً یک دروازه بیشتر نداشتند و اشکانیان از طرح‌های مدور در جهت مقابله با اوضاع پر از تنش آن دوران استفاده می‌کردند. در دوره ساسانی اگرچه ساخت شهرهای دایره‌ای ادامه یافت، اما با توجه به امنیت بیشتر نسبت به دوره اشکانی، از شکل چهارضلعی نیز بهره گرفته می‌شد. همان‌گونه که مشخص است از پدافند غیرعامل در جهت ایجاد امنیت سکونتگاه‌ها، به‌ویژه شهرهای مهم یا تأسیسات بین‌راهی استفاده می‌شده است. استحکامات دفاعی و تدابیر حفاظتی فوق، بیانگر تفکر و اندیشه‌های دفاعی با تکیه بر اصولی است که امروزه ما آن‌ها را به‌عنوان تدابیر دفاع غیرعامل می‌شناسیم. مراکز هر قدر حساس‌تر و حیاتی‌تر، تدابیر حفاظتی آن‌ها پیچیده‌تر و پیشرفته‌تر بوده است (امانپور و همکاران، ۱۳۹۴).

موضوع پدافند غیرعامل در متون دینی نیز بارها مورد اشاره بوده است. از جمله خداوند در آیه ۸۰ از سوره مبارکه انبیاء می‌فرماید: *وَعَلَّمْنَاهُ صَنْعَةَ لَبُوسٍ لَكُمْ لِيُحْصِنَكُمْ مِنْ بَأْسِكُمْ فَهَلْ أَنْتُمْ شَاكِرُونَ*. ما به او [حضرت داوود (ع)] ساخت زره را تعلیم نمودیم تا شما را از آسیب جنگ در امان بدارد، پس آیا از شکرگزارانید؟ (انبیاء: ۸۰). در جریان

هجرت پیامبر (ص) نیز خداوند متعال با استفاده از شگردهای اختفاء و فریب که از اصول پدافند غیرعامل است، مانع از دسترسی کفار قریش به ایشان شد (عرب، ۱۳۹۰: ۱۳). حضرت علی (ع) نیز در نامه ۱۲ نهج‌البلاغه می‌فرماید: آنگاه که در میدان جنگ در مقابل دشمن قرار گرفتید، می‌باید قرارگاه شما در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها و یا در کنار رودها باشد تا پوشش و حفاظ شما شود و شما را از دشمن نگهبانی کند (همان: ۱۶). مطالب فوق بیانگر آن است که هرگونه اقدامی که جامعه انسانی، محیط طبیعی و مصنوع آن را با رویکرد حفاظت محور و اقدام غیرنظامی بیمه کند، پدافند غیرعامل به شمار می‌رود. پدافند غیرعامل بیش از آنکه تابع استحکام سازه‌ها باشد، پیرو قاعده پیش‌گیری است (کامران و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۹).

ب. کاروانسرا: از کلمه کاروانسرا به خانه یا سرای کاروان تعبیر شده و محلی بوده است که مسافران به‌طور موقت در آن اقامت می‌کرده‌اند. کاروانسرا در بعضی متون کاروانگاه، کاروانگه و کاروان خانه نیز به کار رفته است (هادیزاده کاخکی، ۱۳۹۳: ۶۰). کارکردهای گوناگونی جهت کاروانسرا عنوان شده است، برخی از گونه شهری آن به کانون مبادله کالا و نوعی مهمان‌خانه در مشرق زمین نام برده و گونه برون‌شهری آن را محلی امن برای حفاظت و آسایش کاروانیان عنوان کرده‌اند (ابراهیم‌زاده و قاراخانی، ۱۳۹۶: ۲).

ریشه واژه کاروانسرا از کاربات، به معنی خانه کاروان اخذ شده است. هیلن برنند کاروانسرا را مکانی می‌داند که کاروانیان برای تجارت و برای

راه ورودی و یا خروجی شهرها بوده است، اما در دوره صفویه به دلیل گسترش امنیت و تجارت، رباط و کاروانسرا مفهوم واحدی یافتند (شانواز و خاقانی، ۱۳۹۴: ۱۹). در مجموع، کاروانسرا ساختمانی بزرگ در بیرون شهر یا درون شهر بود که کاروانیان در وهله اول برای اهداف تجاری و بعدها جهت مقاصد نظامی، سیاسی، دینی و اجتماعی از آن بهره می‌بردند. معماری آن بستگی به جغرافیای منطقه داشت و از امکانات خدماتی و رفاهی نیز برخوردار بود. (همان: ۲۰).

۲-۲- مرور ادبیات پژوهش

الف. منابع درباره کاروانسراها: هرچند ساخت کاروانسراها در طول دوره صفوی رواج داشته اما دوره شاه‌عباس اول را می‌توان دوران شکوفایی معماری کاروانسراها نامید. در این دوره با بهبود شرایط اقتصادی و امنیتی، راه‌های مناسب کاروانی توسعه یافت و در نتیجه آن، کاروانسراهای جدیدی از نظر شکل و کارکرد و با هدف رونق تجارت بنا شدند. در این دوره علاوه بر ارتقای کیفی کاروانسراها، رشد کمی آن‌ها که بنا بر روایتی ۹۹۹ باب بوده است نیز باید مورد توجه قرار گیرد. اگرچه برای کاروانسراهای دوره صفوی عملکردهای دیگری از جمله کارکرد امنیتی- نظامی، خدماتی- رفاهی، سیاسی- خبری، اقتصادی، اجتماعی، مذهبی و حتی کارکردهای غیراخلاقی نیز ذکر شده است (رک: شانواز و خاقانی، ۱۳۹۴) اما بررسی منابع، گویای آن است که تجارت و امنیت همچنان مهم‌ترین کارکرد اکثر کاروانسراهای این دوره است. از جمله

ممانعت از راهزنان و موانع طبیعی در آن رفت‌وآمد داشته‌اند (هیلن برند، ۱۳۷۹: ۳۹۷). صبوری زالوآبی، کاروانسرا را ترکیبی از کاروان به معنی جمعی مسافر که به صورت گروهی سفر می‌کنند و سرا به معنی خانه و مکان می‌داند، که هر دو بخش این کلمه برگرفته از زبان پهلوی ساسانی است (صبوری زالوآبی، ۱۳۹۲: ۱۴۷). از کلمات دیگری که بعضاً مترادف با کاروانسرا به کار رفته است، می‌توان به ساباط، خان، فندق، تیم، تیمچه، رباط و ... اشاره کرد. اگرچه این عنوان‌ها در بررسی‌های دقیق‌تر از دیدگاه کارکردی و جایگاه با یکدیگر متفاوت‌اند، اما از نظر معماری در یک خانواده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، واژه ساباط که ریشه در زبان ایران باستان دارد، از دو بخش سا و بات تشکیل شده است؛ سا به معنی آرامش و بات به معنی ساختمان و آبادی است و در اصطلاح معماری به معنای گذرهای سرپوشیده قوسی، محل استراحتگاه عابران است که گاه از آن در نقش کاروانسرا استفاده شده است (پیرنیا و افسر، ۱۳۷۰: ۱۲۴).

واژه خان در زبان تازی به طور مطلق به جای کاروانسرا به کار رفته است (شانواز و خاقانی، ۱۳۹۴: ۱۸). تیم و یا تیمچه نیز کاروانسراهای بزرگ و کوچک شهری هستند؛ اما در این میان، واژه رباط بیشتر از دیگر عناوین با معنای کاروانسرای بین‌راهی مرتبط است. رباط در آغاز معنای نظامی داشته و به مرور به معنای کاروانسرای مستحکم سر راه به کار رفته است (هادیزاده کاخکی، ۱۳۹۳: ۶۰). کلمه رباط در اصل یک واژه عربی است و به معنای اردوگاه نظامی در کنار

کتاب‌هایی که تماماً و یا بخشی از آن‌ها به بررسی کاروانسراها پرداخته‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

کیانی و کلایس در کتاب *فهرست کاروانسراهای ایران* به معماری انواع کاروانسراها از نظر اقلیمی و شکلی و تهیه جدول‌هایی از فهرست کاروانسراها به تفکیک هر استان پرداخته‌اند. اما تصویری که از معماری کاروانسراها ارائه داده‌اند فقط کاروانسراهای مناطق مرکزی ایران را در بر می‌گیرد و قابل‌تعمیم به سایر مناطق نیست (کیانی و کلایس، ۱۳۷۳: ۵). همچنین، در تبیین نقش کاروانسرا، ضمن تأکید بر ایجاد امنیت مسافران، بر نقش خدمت‌رسانی به روستاهای اطراف به‌وسیله برخی عناصر تأسیساتی خود مانند نانوائی، قصابی، آسیاب، مسجد و... اشاره می‌کنند (همان: ۹). آن‌ها در کتاب دیگری با عنوان *کاروانسراهای ایران*، با اشاره مجدد به موارد فوق، با تهیه مستندات و نقشه‌های کاروانسراهای مناطق مختلف ایران، مرجعی نسبتاً کامل از کاروانسراهای ایران تدوین کرده‌اند که در پژوهش حاضر مورد توجه قرار گرفته است (رک: کیانی و کلایس، ۱۳۶۲).

هیلن برنند در کتاب، *معماری اسلامی*، در مبحث کاروانسرا دو کاربرد تجارت و امنیت را برای کاروانسرا برمی‌شمرد (هیلن برنند، ۱۳۷۹: ۳۹۷). وی با مطالعه تحلیلی، نمونه‌های شاخص کاروانسراها را معرفی می‌کند (همان: ۴۴۱) ولی تحلیل وی از ساختار معماری کاروانسراها با انتقادات جدی مواجه است (رک: مخبر دزفولی، ۱۳۹۳). ماکسیم سیرو در کتابی با عنوان *کاروانسراهای ایران و ساختمان‌های کوچک میان*

راه، ضمن اشاره به راه‌های بازرگانی ایران، معرفی کاروان‌ها و وسایل حمل‌ونقل، تقسیم‌بندی‌های مختلفی از کاروانسراها، بر اساس منابع مالی ساخت، موقعیت جغرافیایی و شیوه ساخت ارائه می‌دهد (رک: سیرو، ۱۳۶۲). وی بر اساس اقلیم، کاروانسراها را به دو دسته کاروانسراهای مناطق کوهستانی و دشت تقسیم کرده است (همان: ۱۲).

هادیزاده کاخکی در کتاب، *کاروانسرا در ایران*، به بررسی کاروانسراها از وجوه گوناگون از جمله انواع راه‌ها، بناهای وابسته، کارکردها، معماری و گونه‌های مختلف کاروانسرا بر اساس اقلیم می‌پردازد (رک: هادیزاده کاخکی، ۱۳۹۳). وی کاروانسراهای ایران را در سه گونه اصلی دسته‌بندی می‌کند؛ کاروانسراهای کاملاً سرپوشیده مناطق کوهستانی، کاروانسراهای کرانه خلیج فارس و کاروانسراهای حیاط دار مناطق مرکزی ایران که خود شامل چند گونه مختلف است از جمله کاروانسراهای مدور، چندضلعی، با تالار ستون‌دار، دو ایوانی، چهار ایوانی و با پلان متفرقه (همان: ۱۰۴-۱۰۰). کیانی نیز در کتاب، *معماری ایران دوره اسلامی*، ضمن بررسی تاریخی، کاروانسراها را از نظر اقلیمی به سه گونه کاروانسراهای کاملاً پوشیده کوهستانی، کاروانسراهای کرانه پست خلیج فارس و کاروانسراهای حیاط دار مرکز ایران دسته‌بندی کرده است (رک: کیانی، ۱۳۹۳).

شانواز و خاقانی در کتاب، *کاروانسراهای ایران زمین دوره صفویان*، تعریفی دیگر از کاروانسرا ارائه می‌دهند. از نظر ایشان، کاروانسرا ساختمانی بزرگ در بیرون شهر و یا درون شهرها بوده است که کاروانیان در وهله اول برای اهداف

در لایه پنجم و داشتن فقط یک راه ارتباط با فضای مجاور، امن‌ترین نقطه کاروانسراها محسوب می‌شوند (همان‌جا). کاویان و غلامی چهارچوب کلی تحولات کاروانسراها در دوره‌های مختلف تاریخی را در تغییراتی که به افزایش امنیت و آسایش بیشتر کاروانیان منجر شده است، جستجو کرده‌اند (کاویان و غلامی، ۱۳۹۵). ایشان دوره صفوی را دوره فراوانی و به تعبیر خود، انفجار الگوها می‌دانند و معتقدند که ساخت کاروانسرا در این دوره به اوج پختگی رسیده و نمونه‌های متنوع با مقیاس‌های مختلف کالبدی و کارکردی در ادوار بعدی نیز ادامه می‌یابد (همان: ۶۴).

گردکانی و انیسی در مقاله خود ضمن مطالعه تاریخی مسیر بندرعباس به لار در دوره صفوی از کاروانسراهای این مسیر نام برده‌اند (گردکانی و انیسی، ۱۳۹۷). ایشان با مطالعه سفرنامه‌ها و متون تاریخی، اهمیت و جایگاه این محور را از وجوه مختلف نشان می‌دهند (همان: ۸۳) و در ادامه، فهرستی از کاروانسراهای این مسیر بر اساس سفرنامه سدیدالسلطنه ارائه کرده‌اند (همان: ۸۶-۸۴). یکی از نکات مهمی که در مقاله مذکور به آن اشاره شده است امنیت این شاهراه ارتباطی است. نویسندگان براساس مطالعه تاریخی نشان داده‌اند که به علت اهمیت این مسیر تجاری برای حیات اقتصادی حکومت و از آنجا که نزدیک‌ترین مسیر انتقال بار به اصفهان بوده است لذا امنیت این مسیر توسط نیروهای نظامی تأمین می‌شده است (همان: ۷۲). ثواقب و نجفی علی‌آبادی نیز در مقاله‌ای به نقش صفویان در رشد کاروانسراها پرداخته و تأمین امنیت راه‌ها از طریق نیروهای

تجاری و بعدها جهت مقاصد نظامی، سیاسی، دینی و اجتماعی از آن بهره می‌بردند (شانواز و خاقانی، ۱۳۹۴: ۲۰). این کتاب به بررسی پیشینه، توسعه، کارکرد و معماری کاروانسراها در دوره صفویه می‌پردازد. نویسندگان، صلح و ثبات دوره صفویه را دلیل بر عدم وجود برج‌های نظامی و یا تزئینی بودن آن‌ها می‌دانند (همان: ۵۴).

مقالات متعددی نیز درباره کاروانسراها نگاشته شده‌اند. رفیع‌فر و لر افشار بر نقش تجارت و بازرگانی در توسعه رونق اقتصادی در دوره صفویه و بالطبع گسترش کاروانسراها تأکید می‌کنند (رفیع‌فر و لر افشار، ۱۳۸۲: ۴۶). آن‌ها ضمن مطالعه کاروانسراهای واقع در یک مسیر ارتباطی به بررسی ساختارهای فرهنگی و مطالعات انسان‌شناختی از طریق بررسی کاروانسراها پرداخته و چنین نتیجه گرفته‌اند که هرگاه حکومت‌های مقتدر و دولت‌های توانمند در کشور بر سر کار بوده‌اند احداث کاروانسرا در ایران رونق یافته و به تبع آن ارتباطات و تجارت نیز توسعه یافته است (همان: ۵۶). ایشان همچنین نتیجه گرفته‌اند که کاروانسرا به‌عنوان بخشی از یک مسیر ارتباطی و به‌منظور داشتن کارکرد مؤثر همراه با ساختمان‌هایی در کنار خود بنا می‌شده است تا زنجیره ارتباطی کامل شود (همان‌جا).

سهیلی و رسولی امنیت و دسترسی را از مهم‌ترین عوامل در خلق روابط فضایی کاروانسراهای ایران عنوان می‌کنند (سهیلی و رسولی، ۱۳۹۳: ۵۷) و با استفاده از روش چیدمان یا نحو فضا در تحلیل روابط خاص معماری کاروانسراهای ایرانی نشان می‌دهند که حجره‌های کاروانسراها با قرارگیری

نمای اصلی کاروانسرا قابل تفکیک هستند (تاتاری و نیستانی، ۱۳۹۳: ۱۱۴). مقاله مذکور در حد تکرار برخی مطالب، باقی مانده و نه تنها تحلیلی کالبدی از کاروانسراهای استان ارائه نمی‌دهد بلکه حتی از معرفی کاروانسراها نیز باز مانده است.

ب. درباره پدافند غیرعامل: مفهوم امنیت تمام ابعاد زندگی را در برمی‌گیرد و به بقای موجودیت انسان پیوند می‌یابد. احساس امنیت، برخاسته از ساختارها و فرآیندهایی است که فرد خود را در برابر هر گزند عینی یا ذهنی، ماندگار تلقی کند. بنابراین امنیت امری استنباطی است که واقعیت یافتن آن در محیط، مستلزم اقداماتی ویژه است. در حوزه امنیت و اقدامات مرتبط با آن، صاحب‌نظران دیدگاه‌های متفاوتی را مطرح کرده‌اند که بررسی آن می‌تواند منجر به کشف حلقه ارتباطی نحوه ایجاد امنیت در کاروانسراها و دانش پدافند غیرعامل شود.

اصغریان جدی در کتاب، *الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار*، به تفصیل به نظریه‌های موجود در زمینه تهدیدات، دفاع غیرعامل و معماری می‌پردازد و معتقد است که امروزه وجه دفاع در معماری مورد غفلت واقع شده است. به باور وی در معماری به دفاع غیرعامل به صورت محدود و ناقص توجه شده است. نتایج پژوهش وی نشان می‌دهد که الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار با استفاده از روش میان‌رشته‌ای امکان‌پذیر است و عدم رسیدگی متعادل و میان‌رشته‌ای به دفاع غیرعامل منجر به خلق آثار ناقص می‌شود که لازمه نگهداری از آنها صرف هزینه‌های بسیار زیاد در آینده خواهد بود (رک: اصغریان جدی، ۱۳۹۲).

نظامی تأکید کرده‌اند (ثواقب و نجفی علی‌آبادی، ۱۳۹۱: ۶۰). ایشان همچنین بر مبنای مطالعات تاریخی نشان داده‌اند که شاه‌عباس اول نقش اساسی در رونق تجارت و شکوفایی اقتصاد داشته و پس از وی این شکوه و عظمت روی به افول نهاده است (همان: ۵۸). ثواقب همچنین در مقاله‌ای دیگر به‌طور خاص به نقش ممتاز شاه‌عباس اول و تأثیر سیاست‌های وی بر رونق تجاری ایران پرداخته است. وی بر اساس متون تاریخی و سفرنامه‌ها به‌طور مشخص به ساخت کاروانسراهای ایمن و تأمین امنیت مسیرهای تجاری توسط سپاهیان یاد می‌کند (ثواقب، ۱۳۸۵: ۴۷).

کوهستانی و همکاران در مقاله‌ای به بررسی ساختار امنیتی کاروانسراهای دوره صفوی پرداخته و اصلی‌ترین عامل تأمین امنیت را حکومت و سیاست‌های جاری دانسته‌اند و پس از آن به نیروی انسانی (کاروان‌سرادار و نگهبانان) و عامل معماری (هشت‌ضلعی بودن، پخ گوشه‌ها، عرض دیوارها، وجود برج و بارو) اشاره کرده‌اند (کوهستانی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۰). این مقاله اگرچه به‌خوبی از منابع تاریخی و سفرنامه‌های عصر صفوی بهره جسته است اما فاقد تحلیل کالبد معماری کاروانسراها است.

تاتاری و نیستانی در مقاله‌ای به بررسی ورودی کاروانسراهای صفوی خراسان رضوی پرداخته‌اند. ایشان ضمن معرفی و توصیف فضاهای مرتبط با ورودی (پیش‌تاق، درگاه و هشتی) کاروانسراهای خراسان را به دو دسته تقسیم می‌کنند، نخست آن‌ها که ورودی ساده و هم‌سطح با نمای خارجی دارند و دیگر آن‌ها که ورودی‌شان جلوتر و از سطح

میرهاشمی، ۱۳۹۵). تدابیر به کاررفته در هریک از این مراحل متفاوت است. به عنوان نمونه مرحله برنامه‌ریزی شامل مکان‌یابی، ایجاد موانع و پراکنندگی است. همچنین در مرحله جلوگیری از دید مستقیم دشمن از تدابیر استتار، اختفا و عوامل فریب استفاده می‌شود. در مرحله طراحی معماری می‌توان به عواملی همانند ایجاد فضای چند عملکردی، معماری داخلی امن، ورودی و خروجی اضطراری، مرمت‌پذیری و طرح نمای داخلی و خارجی اشاره کرد (همان: ۷).

فرزین و همکاران در مقاله‌ای به معرفی اصول دفاع غیرعامل در قلعه شاهدژ از قلاع اسماعیلیه پرداخته‌اند. بر مبنای نظر ایشان موقعیت قرارگیری بر بلندی، استتار و اختفا با بهره‌گیری از مصالح بوم آورد و عوامل معمارانه همچون باروی ضخیم، ورودی منحصر به فرد، اتاق‌های نگهبانی و ... از جمله اصول دفاع غیرعامل در احداث بناهای مهم به شمار می‌روند (فرزین و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۰۳). تقوی و همکاران نیز در مقاله‌ای با همین سیاق به بررسی و معرفی اصول پدافند غیرعامل در یکی دیگر از قلاع اسماعیلیه (قلعه کوه قائن) پرداخته و موارد مشابهی را ذکر کرده‌اند (تقوی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۰-۴۷).

امانپور و همکاران در بررسی ملاحظات دفاعی در شهرهای تاریخی ایران به ویژگی‌های دفاع غیرعامل در دوره‌های مختلف تاریخی به تفکیک مادها، هخامنشیان، سلوکیان، اشکانیان و ساسانیان می‌پردازند و موارد مهم در بررسی امنیت را مکان‌یابی هسته اولیه شهر، سلسله‌مراتب دفاعی شهر، تأثیر عامل فاصله بر دفاع غیرعامل، استفاده مناسب

پازوکی طرودی در کتاب، استحکامات دفاعی در ایران دوره اسلامی، تدابیر و استحکامات مورداستفاده در طول تاریخ در جهت ایجاد امنیت در سرزمین ایران را مورد بررسی قرار می‌دهد و بر نقش موقعیت قرارگیری و عوارض جغرافیایی در نحوه شکل‌گیری امنیت تأکید می‌کند. به باور وی مهم‌ترین اصل در مکان‌یابی، موقعیت قرارگیری است تا با انتخاب صحیح بتوان امنیت لازم را تأمین کرد (رک: پازوکی طرودی، ۱۳۷۶). موغلی و همکاران در کتاب، پدافند غیرعامل، امنیت ملی و شهر ضمن بررسی بنیادها و فلسفه تاریخی پدافند غیرعامل، امنیت و پدافند غیرعامل را در برنامه‌ریزی شهری مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها سه رویکرد اصلی در پدافند غیرعامل شامل رویکردهای تهدید محور، قابلیت محور و فرصت محور را مطرح کرده و به تبیین و توصیف ویژگی‌های هریک می‌پردازند. نویسندگان، اصول پدافند غیرعامل را شامل استتار، اختفاء، پوشش، فریب، پراکنندگی، استحکامات، اعلام خبر، قابلیت بقا و موضع فریبنده می‌دانند (رک: موغلی و همکاران، ۱۳۹۴)

در ارتباط با مقالات در حوزه پدافند غیرعامل می‌توان به مقاله اصغریان جدی و میرهاشمی اشاره کرد که در آن دانش بومی پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی دوره‌های تاریخی ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. مؤلفان، پدافند غیرعامل در معماری و شهرسازی را شامل مرحله برنامه‌ریزی، مرحله ضد مراقبت و اغتشاش در دید، مرحله جلوگیری از دید مستقیم دشمن و مرحله طراحی معماری می‌دانند (رک: اصغریان جدی و

نگارندگان در تکمیل عوامل فوق به عوامل معمارانه دیگری از جمله ایجاد استحکامات، افزایش عمق دسترسی به فضاهای با درجه اهمیت بیشتر و کنترل ارتباطات کالبدی نیز تأکید دارند. بررسی پیشینه تحقیق جای خالی پژوهشی که بتواند ارتباط دو حوزه پدافند غیرعامل و کاروانسراها را برقرار کند نشان می‌دهد.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر روش‌شناسی تحقیق و با توجه به هدف اصلی، رویکردی تحلیلی به موضوع دارد. متغیرهایی که بر مبنای مطالعات اسنادی به دست آمده عبارت‌اند از موقعیت جغرافیایی و اهمیت راه‌ها، شکل پلان (شامل حیاط دار مستطیل شکل و چندضلعی، سرپوشیده درون‌گرا و برون‌گرا)، عناصر مرتبط با دفاع غیرعامل (شامل تعداد ورودی، اتاق نگهبانی و برج دیدبانی)، تحلیل کالبدی (شامل عمق دسترسی به اتاق‌ها و تعداد لایه‌های فضایی). متغیرهای مذکور بر امنیت و دفاع غیرعامل تمرکز دارند. جامعه آماری پژوهش حاضر دربرگیرنده کاروانسراهای ساخته‌شده در دوره صفوی است که برحسب شکل پلان در چهار گروه به شرح جدول ۳ دسته بندی شده‌اند. نمونه‌ها بر اساس قضاوت پژوهشگران به صورت غیر تصادفی و غیر احتمالاتی برگزیده شده و به منظور رفع ابهام در خصوص اعتبار نمونه‌گیری، سعی شده تا نمونه‌ها به گونه‌ای انتخاب شوند که:

- ترجیحاً در فهرست آثار ملی ثبت شده باشند؛ هرچند برخی از آن‌ها در فهرست مذکور ثبت

از عوارض توپوگرافی در مکان‌یابی شهر و دسترسی‌ها می‌دانند (رک: امانپور و همکاران، ۱۳۹۴). کریمی و علی پور سیلاب نیز با نگاهی تاریخی مفهوم دفاع غیرعامل در دوران اسلامی را بررسی کرده و مواردی همچون مکان‌یابی، استحکامات، فریب، اختفا و استتار را از اصول پدافند غیرعامل دانسته‌اند (کریمی و علی پور سیلاب، ۱۳۹۲: ۱۱۴).

حشمتی و همکاران در مقاله‌ای با عنوان دفاع و امنیت در شهرهای ایرانی اسلامی از منظر پدافند غیرعامل به بررسی نقاط ضعف و قوت شهرها از این منظر پرداخته‌اند (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶۲). در مقاله مذکور به اصول پدافند غیرعامل به شرح زیر اشاره شده است: انتخاب عرصه‌های ایمن در جغرافیای کشور؛ تعیین مقیاس بهینه استقرار جمعیت و فعالیت در فضا؛ پراکندگی در توزیع عملکردها متناسب با تهدیدها و جغرافیا؛ کوچک‌سازی و ارزان‌سازی و ابتکار پدافند غیرعامل؛ توجیه اقتصادی پروژه؛ موازی‌سازی سامانه‌های پشتیبانی؛ مقاوم‌سازی استحکامات؛ مکان‌یابی استقرار عملکردها؛ مدیریت بحران دفاعی در صحنه‌ها؛ استتار و نامرئی‌سازی؛ کور کردن سیستم اطلاعاتی دشمن؛ اختفا با استفاده از عوارض طبیعی و ژئومورفولوژیکی؛ ابتکار عمل و تنوع در تمامی اقدامات؛ حفاظت اطلاعات سامانه‌های حیاتی؛ تولید سازه‌های دو منظوره.

اغلب منابع، مکان‌یابی، مقاوم‌سازی، استحکامات، پراکندگی و پوشش را از مباحث مهم پدافند غیرعامل دانسته‌اند که برخی از آن‌ها امکان تعمیم به محیط شهری و ساختمان‌های مسکونی را دارند.

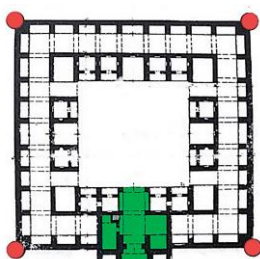
نشده و برخی دیگر پیشتر تخریب شده‌اند و به همین سبب، انتخاب این چنین مواردی برای مطالعه، ارزشی مضاعف در جهت حفظ اسناد آن‌ها دارد. - واجد ارزش‌های معماری و هنری باشند به نحوی که امکان مطالعات تحلیلی را فراهم سازند. - پراکندگی جغرافیایی نمونه‌ها در سراسر محدوده جغرافیایی مورد مطالعه لحاظ شده باشند. - پراکندگی زمانی نمونه‌ها (از نظر سال و دوره ساخت) در طول دوره صفوی، نیز مدنظر بوده است.

بر اساس آنچه اشاره شد، تعداد ۴۳ باب از کاروانسراهای موجود در چهار گروه شکلی به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. بدیهی است با توجه به تعدد شاخص‌های مورد مطالعه و حجم بالای جامعه آماری، تعداد نمونه‌ها به صورتی انتخاب شده‌اند که میزان داده‌های تکراری به حداقل ممکن برسد. نمونه‌های برگزیده در زیر معرفی شده‌اند (جدول ۱) (تصاویر ۱ تا ۴).

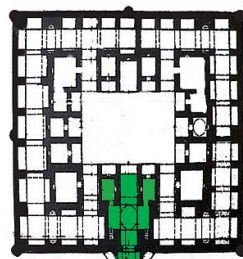
جدول ۱- کاروانسراهای مورد مطالعه. (مأخذ: نگارندگان).

گونه	نام کاروانسرا	موقعیت	شکل پلان	شماره ثبت در فهرست آثار ملی
واط دار مستطیل	بلاد آباد	اصفهان، نائین	چهار ایوانی	۱۲۱۱۸
	بهجت آباد	اصفهان، نطنز	چهار ایوانی	-----
	بهرام	اصفهان، اردستان	چهار ایوانی	-----
	کوهپایه	یزد، نائین	چهار ایوانی	۲۶۹۸
	حسینیه	اصفهان، گلپایگان	چهار ایوانی	۲۷۰۳
	پل دوشان	قزوین، رشت	چهار ایوانی	-----
	زواره	اصفهان، زواره	چهار ایوانی	۶۱۴۴
	برسیان	جنوب غربی اصفهان	دو ایوانی	-----
	سگری	یزد، نائین	چهار ایوانی	-----
	شاهون	یزد، رفسنجان	چهار ایوانی	-----
	میان کتل	بم، بیرزن	چهار ایوانی	-----
	دو کوهک	شیراز، فهلیان	دو ایوانی	-----
	چهل پایه	راور، مشهد	چهار ایوانی	-----
	بنگی امام	کرج، قزوین	چهار ایوانی	۲۱۷۵
	قوشه	شرق سمنان	چهار ایوانی	-----
	جم	تبریز، مرند	چهار ایوانی	-----
	قلعه پهلوی	بندرعباس، لار	متفرقه	-----
	واط دار هشت ضلعی	بادنی ۳	بندرعباس، لار	چهار ایوانی
زین الدین		یزد، کرمان	مدور	-----
امین آباد		شیراز، آباده	هشت ضلعی	-----
بنارویه		لار، جهرم	هشت ضلعی	-----
خان خوره		آباده، شیراز	هشت ضلعی	-----

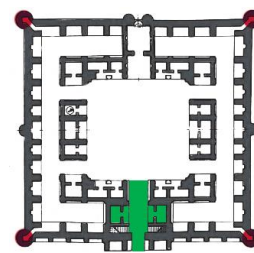
-----	هشت ضلعی	شیراز، پاسارگاد	ده بید	سربویشده درون گرا
-----	کوهستانی	تبریز، میانه	شبلی	
۲۹۲۰	کوهستانی	تبریز، اهر	کویچه بثل	
-----	کوهستانی	کرمان، سیرجان	سنگ تو	
۲۲۸۲	کوهستانی	کرمان، سیرجان	خانه سرخ	
۲۷۹۵	کوهستانی	تهران، فیروزکوه	گدوک	
-----	کوهستانی	جاده هراز	میرزا عبدالله خان	
-----	کوهستانی	جاده فیروزکوه	امین آباد	
-----	کوهستانی	آبعلی	امامزاده هاشم	
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	برگه سه تا	سربویشده برونگرا
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	بادنی ۱	
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	بادنی ۲	
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	هاشم	
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	دشت	
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	تکیه خانه	
-----	خلیج فارس	لار، بندرعباس	شونو	
-----	متفرقه	بندرعباس، لار	برکه سلطان	
-----	کرانه خلیج فارس	بندرعباس، لار	برکه سفید	
-----	کرانه خلیج فارس	بندرعباس، لار	شرق تنگه نو	
-----	کوهستانی	بندرعباس، سیرجان	تنگه دکان	
-----	کرانه خلیج فارس	بندرعباس، لار	گچینه ۲	



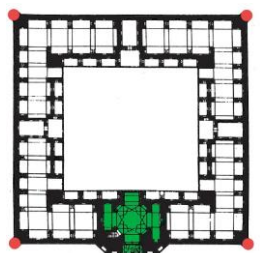
کاروانسرای بهرام



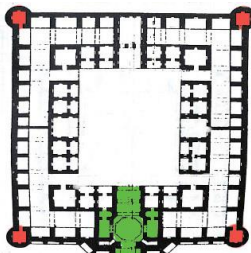
کاروانسرای بهجت آباد



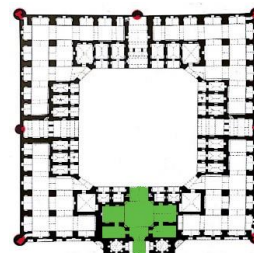
کاروانسرای بلاد آباد



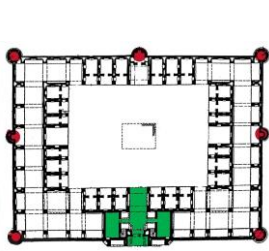
کاروانسرای پل دوشان



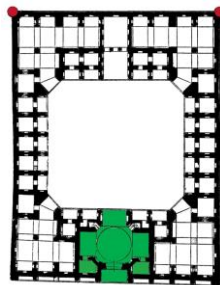
کاروانسرای حسینیه



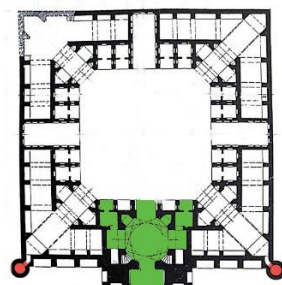
کاروانسرای کوهپایه



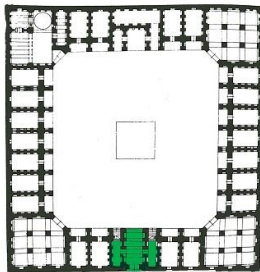
کاروانسرای سگزی



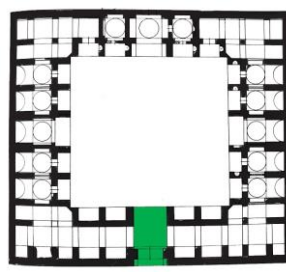
کاروانسرای برسیان



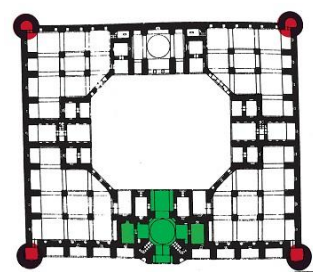
کاروانسرای زواره



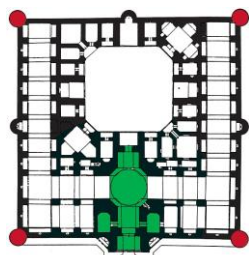
کاروانسرای دوکوهک



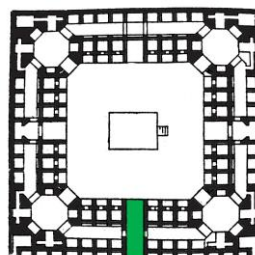
کاروانسرای میانکتل



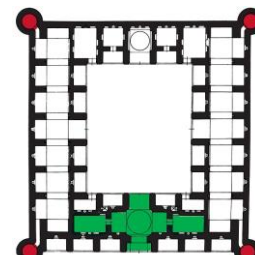
کاروانسرای شاهون



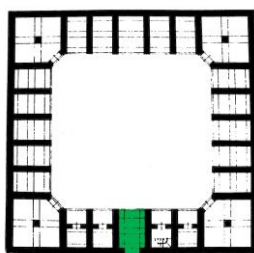
کاروانسرای قوشه



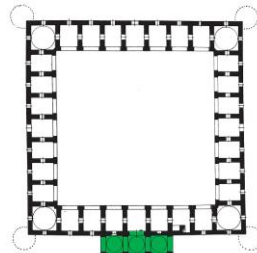
کاروانسرای ینگی امام



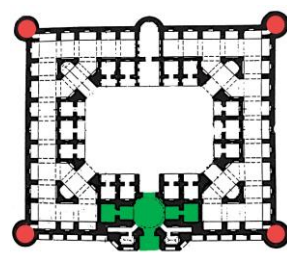
کاروانسرای چهل پایه



کاروانسرای بادنی ۳

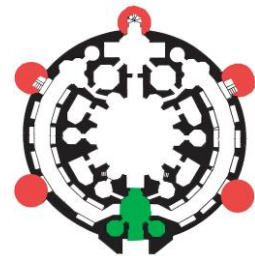
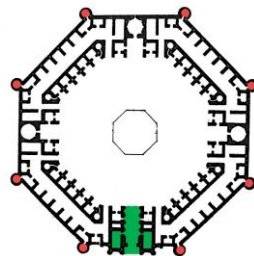
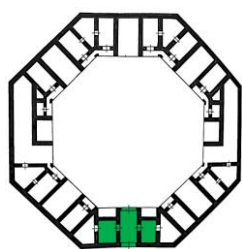


کاروانسرای قلعه پهلوی



کاروانسرای جم

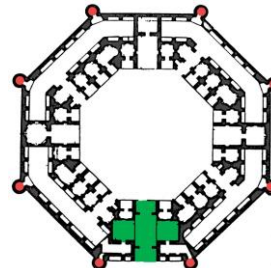
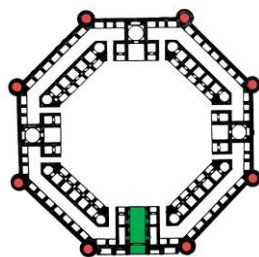
تصویر ۱- کاروانسراهای حیاط دار مستطیلی (مأخذ: کیانی، ۱۳۷۳).



کاروانسرای بنارویه

کاروانسرای امین آباد

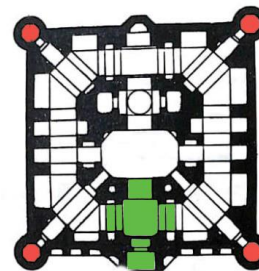
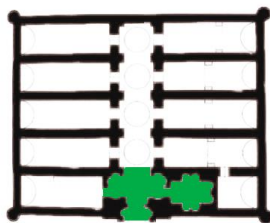
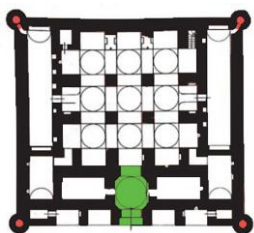
کاروانسرای زین الدین



کاروانسرای دهبید

کاروانسرای خان خوره

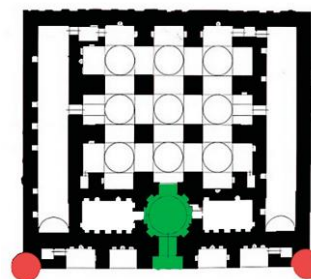
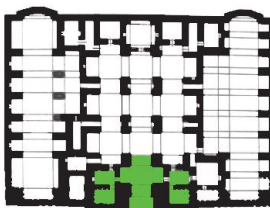
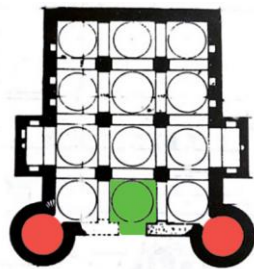
تصویر ۲- کاروانسراهای حیاط دار چندضلعی (مأخذ: کیانی، ۱۳۷۳).



کاروانسرای سنگ تو

کاروانسرای کویچه بئل

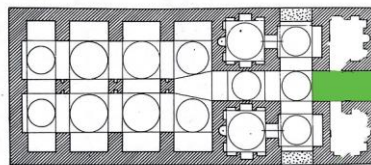
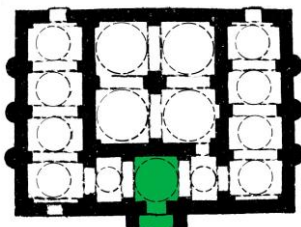
کاروانسرای شبلی



کاروانسرای میرزا عبدالله خان

کاروانسرای گدوک

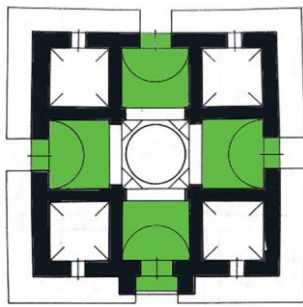
کاروانسرای خانه سرخ



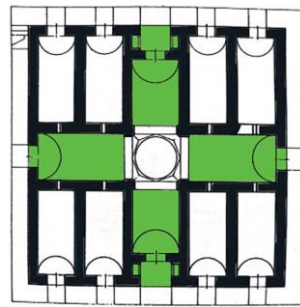
کاروانسرای امامزاده هاشم

کاروانسرای امین آباد

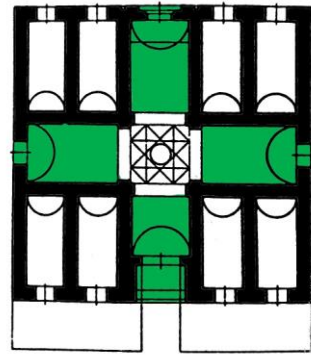
تصویر ۳- کاروانسراهای سرپوشیده درون گرا (مأخذ: کیانی، ۱۳۷۳).



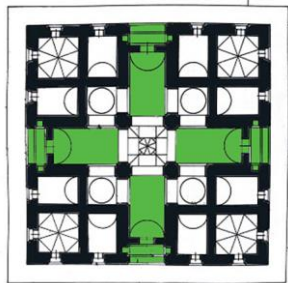
کاروانسرای بادنی ۲



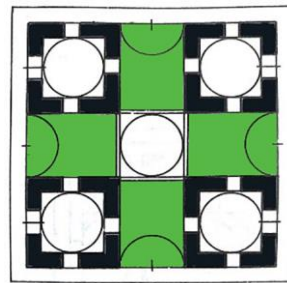
کاروانسرای بادنی ۱



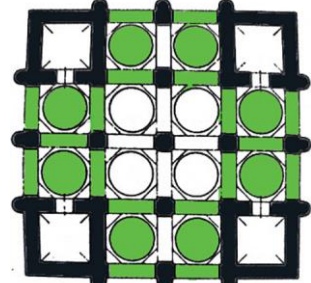
کاروانسرای برگه سه تا



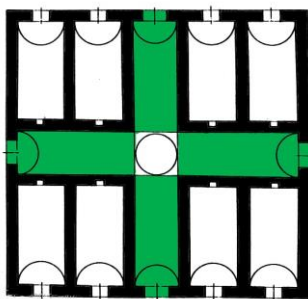
کاروانسرای تکیه خانه



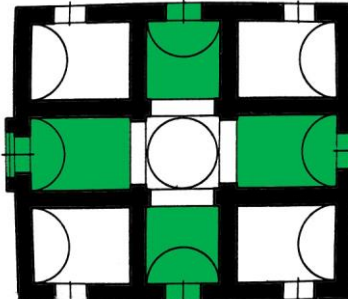
کاروانسرای دشت



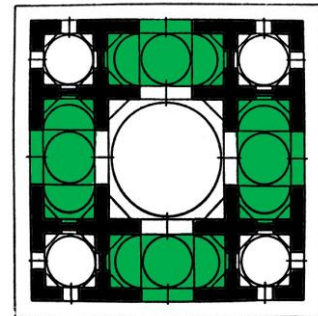
کاروانسرای هاشم



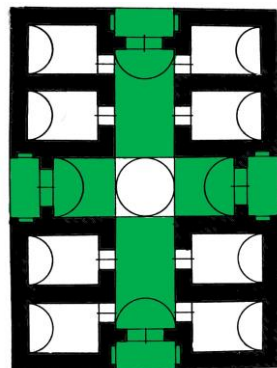
کاروانسرای برکه سفید



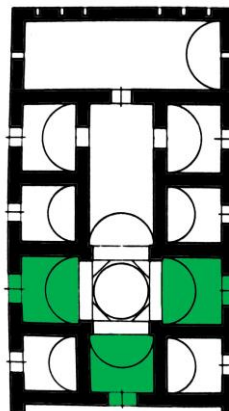
کاروانسرای برکه سلطان



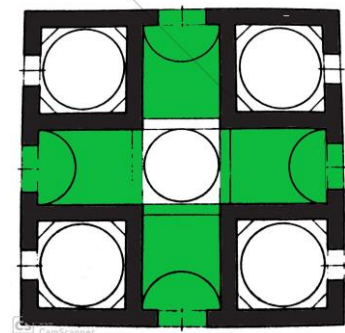
کاروانسرای شونو



کاروانسرای گچینه ۲



کاروانسرای تنگه دکان



کاروانسرای شرق تنگه نو

تصویر ۴- کاروانسراهای سرپوشیده برونگرا (مأخذ: کیانی، ۱۳۷۳).

۴. یافته‌های پژوهش

ایجاد، مکان‌یابی، شکل مناسب، توسعه و گسترش کاروانسراها از عوامل مختلفی متأثر بوده که ساده‌ترین آن‌ها نیاز مبرم کاروانیان به آسایش و حفاظت در مقابل راهزنان و موانع طبیعی بوده است. موقعیت اقلیمی و طبیعی نیز در پیدایش این بنا سهم بسزایی داشته است. از عوامل دیگر می‌توان به مسافت طولانی و دور بودن شهرها از یکدیگر، میزان اهمیت راه‌ها و شبکه‌های منظم جاده‌ها، مازاد تولید با توجه به اتکای اقتصادی اغلب حکومت‌های ایران به کشاورزی، مسائل سیاسی و نظامی، دین و مذهب و ... اشاره کرد. بدون شک در بین عوامل فوق، امنیت یکی از عوامل اصلی در ایجاد، مکان‌یابی، انتخاب شکل بهینه و توسعه و گسترش کاروانسراها بوده است و از عوامل و عناصر معمارانه ایجاد امنیت باید به موارد زیر اشاره کرد:

- **ورودی کاروانسرا:** کاروانسراهای بین‌راهی عموماً یک طبقه هستند و در بعضی از آن‌ها روی دروازه ورودی و روی ایوان جبهه مقابل ورودی، اتاق یا اتاق‌هایی برای نگهداری کاروان‌سرادار یا مأموران ساخته می‌شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که کاروانسراهای متکی بر دفاع غیرعامل تنها یک در ورودی یا دروازه دارند که در شامگاه، بسته می‌شده و سرایدار یا کاروان‌سرادار در اتاق بالای کاروانسرا به نگهداری از کاروانیان مشغول بوده است.

- **برج‌های دیدبانی:** یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در کاروانسراهای برج‌دار، برج‌ها در چهار گوشه و بعضاً در دو گوشه کاروانسرا ساخته می‌شده‌اند که نگهبان در بالای آن مستقر می‌شده است. فضای داخل برج‌ها اشکال منظم هندسی دارند. وجود این برج‌ها اعم از این که دفاعی و یا تزئینی باشند، سبب شده است که کاروانسرا همچون قلعه‌ای مستحکم به نظر آید. در لبه جان‌پناه و مهتابی برخی از کاروانسراها، کنگره‌هایی ایجاد شده که هم به عنوان سیستم دفاعی عمل می‌کرده و هم برای طبقات کاروانسرا حکم نماکاری را داشته است. جهت استحکام و مقاومت بیشتر، مصالح عمده از آجر بوده است. بر بالای سردر بنا اتاق‌هایی برای دیدبانی و حفاظت دروازه ساخته می‌شده است.

- **موقعیت قرارگیری کاروانسرا:** موقعیت قرارگیری کاروانسراها عاملی مهم در تأمین امنیت بوده است. بهره‌گیری مناسب از عوارض جغرافیایی و توپوگرافی منطقه باعث می‌شده تا کاروانسراها در مکان بهینه بنا شوند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که ساخت برخی کاروانسراها در ارتفاعات و نقاط کوهستانی، در همین راستا و در جهت بهره‌گیری بیشتر از شرایط دفاع غیرعامل بوده است.

- **شکل و فرم کاروانسرا:** بر اساس یافته‌های تحقیق حجم اغلب کاروانسراها به شکل مکعب است و مواردی از کاروانسراهای چندضلعی و یا مدور نیز بررسی شده‌اند که علت شکل‌گیری آن‌ها بیشتر از جنبه دفاعی بوده است. پلان کاروانسراهای چندضلعی هم از داخل و هم از خارج، یکسان بوده‌اند ولی کاروانسراهای مدور از خارج، پلان دایره‌ای شکل و از داخل، پلان چندضلعی داشته‌اند.

- **شکل و فرم کاروانسرا:** بر اساس یافته‌های تحقیق حجم اغلب کاروانسراها به شکل مکعب است و مواردی از کاروانسراهای چندضلعی و یا مدور نیز بررسی شده‌اند که علت شکل‌گیری آن‌ها بیشتر از جنبه دفاعی بوده است. پلان کاروانسراهای چندضلعی هم از داخل و هم از خارج، یکسان بوده‌اند ولی کاروانسراهای مدور از خارج، پلان دایره‌ای شکل و از داخل، پلان چندضلعی داشته‌اند.

۶- ایجاد لایه‌های فضایی همانند حصار خارجی، اسطبل، اتاق‌ها، حیاط به ترتیب از خارج به داخل. (عامل پدافندی: مکان‌یابی استقرار عملکردها).

- **دفاع عامل:** اگرچه عواملی همچون ورودی، برج‌ها، نگهبانی، شکل، موقعیت قرارگیری و چیدمان فضایی، عناصر کالبدی با رویکرد دفاع غیرعامل در کاروانسراها هستند، دفاع عامل نیز در شکل‌گیری گونه خاصی از کاروانسراها که در کرانه خلیج فارس متمرکز هستند، تأثیرگذار بوده است. می‌توان چنین متصور شد که عدم استفاده از ویژگی‌های حفاظتی در معماری کاروانسراهای حوزه خلیج فارس، تأمین امنیت مسیرهای دسترسی به بندرعباس توسط حکام شهرها و آبادی‌های طول راه بوده است. این موضوع در ادامه مورد بحث و تحلیل قرار گرفته است.

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر شکل کالبدی به عنوان مبنای بررسی کاروانسراها در نظر گرفته شده است لذا بر اساس تفاوت‌های قابل توجه در میزان و چگونگی استفاده از عوامل دفاع غیرعامل در گونه‌های مختلف کاروانسراها، پنج متغیر وابسته در چهار گروه کاروانسرا، شامل کاروانسراهای حیاط دار مستطیل‌شکل، کاروانسراهای حیاط دار چندضلعی، کاروانسراهای سرپوشیده برون‌گرا و کاروانسراهای سرپوشیده درون‌گرا، بررسی شده‌اند. (جدول ۲)

- **سازمان‌دهی فضایی:** در مرور ادبیات تحقیق عواملی مانند ارتباط، هم‌پیوندی، کنترل، انتخاب و عمق مورد توجه بوده‌اند. در پژوهش حاضر این عوامل که با امنیت و دفاع مرتبط هستند، تحت عنوان لایه‌های فضایی ایجاد شده و عمق دسترسی به فضاها، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. یک نقطه در صورتی عمیق خوانده می‌شود که برای رسیدن به آن ناگزیر از عبور از چند فضای دیگر باشیم. یافته‌های پژوهش نشان از متغیر بودن عمق دسترسی به اتاق‌ها در گونه‌های مختلف دارد که در جای خود مورد بحث و تحلیل قرار گرفته است.

در مجموع و بر اساس یافته‌های تحقیق، عناصر کالبدی با رویکرد امنیت در کاروانسراها و نقش آن‌ها در دفاع غیرعامل عبارت‌اند از:

۱- استفاده از بارو و برج‌های پیش‌آمده در چهارگوشه ساختمان و گاهی در امتداد دیوارها. (عامل پدافندی: ایجاد استحکامات)

۲- نیاز به عبور از فضاهایی مانند دروازه‌های ورودی، هشتی، راهرو، حیاط و ایوان جهت رسیدن به اتاق‌های اقامتی. (عامل پدافندی: افزایش عمق دسترسی به فضاها با درجه امنیت بیشتر)

۳- استفاده از دروازه ورودی. (عامل پدافندی: کنترل ارتباط داخل و خارج)

۴- ایجاد فضا یا اتاق نگهبانی در هشتی ورودی. (عامل پدافندی: کنترل ارتباط داخل و خارج)

۵- استفاده از اشکال هندسی چندضلعی و یا دایره (عامل پدافندی: تسلط بیشتر بر محدوده قرارگیری

بنا)

جدول ۲- یافته‌های پژوهش درباره عناصر کالبدی امنیت غیرعامل کاروانسراها

گونه کاروانسراها	کاروانسرا	عناصر مرتبط			تحلیل کالبدی	
		تعداد ورودی	اتاق نگهداری	برج دیدبانی	عمق دسترسی به اتاق‌ها	تعداد لایه‌های فضایی
حیاط دار مستطیلی	بلاد آباد	۱	دارد	دارد	۵	۴
	بهبخت آباد	۱	دارد	ندارد	۵	۴
	بهرام	۱	دارد	دارد	۵	۴
	کوهپایه	۱	دارد	دارد	۵	۴
	حسینیه	۱	دارد	دارد	۵	۴
	پل دوشان	۱	دارد	دارد	۵	۳
	زواره	۱	دارد	دارد	۵	۴
	برسیان	۱	دارد	دارد	۵	۴
	سگری	۱	دارد	دارد	۵	۴
	شاهون	۱	دارد	دارد	۵	۴
	میان کتل	۱	ندارد	ندارد	۵	۳
	دوکوهک	۱	دارد	ندارد	۵	۳
	چهل پایه	۱	دارد	دارد	۵	۳
	ینگ‌امام	۱	ندارد	ندارد	۵	۴
	قوشه	۱	دارد	دارد	۵	۴
	جم	۱	دارد	دارد	۵	۴
	حیاط دار چندضلعی	قلعه پهلوی	۱	ندارد	ندارد	۴
بادنی ۳		۱	ندارد	ندارد	۴	۳
زین‌الدین		۱	دارد	دارد	۵	۴
امین آباد		۱	دارد	دارد	۵	۴
بنارویه		۱	دارد	ندارد	۵	۳
سرپوشیده درون‌گرا	خان خوره	۱	دارد	دارد	۵	۴
	ده‌بید	۱	دارد	دارد	۵	۴
	شیلی	۱	ندارد	دارد	۳	۴
	کویچه بئل	۱	دارد	ندارد	۳	۳
	سنگ تو	۱	دارد	دارد	۳	۳
	خانه سرخ	۱	دارد	دارد	۳	۳
	گدووک	۱	دارد	ندارد	۳	۳
	میرزا عبدالله خان	۱	ندارد	دارد	۲	۲
سرپوشیده برون‌گرا	امین آباد	۱	ندارد	ندارد	۲	۲
	امامزاده هاشم	۱	ندارد	ندارد	۳	۳
	برگه سه تا	۴	ندارد	ندارد	۱	۳
	بادنی ۱	۴	ندارد	ندارد	۱	۳
	بادنی ۲	۴	ندارد	ندارد	۱	۳
	هاشم	۴	ندارد	ندارد	۲	۲
	دشت	۴	ندارد	ندارد	۱	۲
	تکیه خانه	۴	ندارد	ندارد	۱	۳
شونو	۴	ندارد	ندارد	۱	۳	

۳	۱	ندارد	ندارد	۴	برکه سلطان
۳	۱	ندارد	ندارد	۴	برکه سفید
۳	۱	ندارد	ندارد	۴	شرق تنگه‌نو
۳	۱	ندارد	ندارد	۳	تنگه دکان
۳	۲	ندارد	ندارد	۴	گچینه ۲

۵- بحث و تحلیل

۵-۱- شکل‌گیری و تحلیل کالبدی کاروانسراهای حیاط دار مستطیلی

هسته اولیه این گونه از کاروانسراها شامل یک فضای باز (حیاط مرکزی) و تعدادی فضاهای مستقل کوچک به‌عنوان اتاق یا غرفه جهت استراحت مسافران و کاروانیان است. مطالعه نمونه‌ها نشان می‌دهد که ارتباط با حیاط و اتاق‌ها در کاروانسرا از طریق تنها یک در ورودی ایجاد شده است که در دو طرف آن ایوانچه‌هایی وجود دارد. منحصر شدن امکان ورود به کاروانسرا، تنها از یک محل، منجر به کنترل بهتر ورود و خروج و در نتیجه امنیت بیشتر کاروانسرا بوده است.

برج‌ها، اتاق نگهبانی و دیوارهای قطور خارجی، از جمله مهم‌ترین استحکامات کاروانسراها بودند. برای تأمین امنیت، برج‌های پیش‌آمده به‌صورت نیم‌دایره و استوانه‌ای شکل در چهار گوش ساختمان و گاهی اوقات در امتداد دیوارهای خارجی در نظر گرفته شده‌اند و در هشتی ورودی اتاق نگهبانی و بعضاً دو ردیف پلکان قرار دارد که مسافران را به اتاق‌های بالا و بام کاروانسرا می‌رساند. این اتاق‌ها به‌منزله محیط دیدبانی و حفاظت دروازه کاروانسرا بوده است.

روش چیدمان فضایی، در این گونه از کاروانسراها نقش مهمی در ایجاد لایه‌های فضایی دارد و می

توان آن را از عوامل مهم در طراحی معماری با هدف امنیت غیرعامل عنوان کرد. لایه‌های ایجادشده از خارج به داخل شامل حصار خارجی، اسطبل، حیاط و اتاق‌ها است. در اکثر این کاروانسراها عمق دسترسی به اتاق‌ها پنج و در بعضی موارد چهار است، یعنی برای رسیدن به اتاق باید از چهار یا پنج فضای دیگر عبور کرد. در مواردی که موقعیت قرارگیری کاروانسرا مناسب بوده یا وجود دفاع عامل مطرح بوده، عمق دسترسی و یا تعداد لایه‌های فضایی کاهش یافته است. با توجه به استمرار سنت‌های معماری صفوی در دوره قاجار نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقی که سهیلی و رسولی در این خصوص انجام داده‌اند همخوانی دارد (رک: سهیلی و رسولی، ۱۳۹۳).

۵-۲- شکل‌گیری و تحلیل کالبدی کاروانسراهای حیاط دار چندضلعی

فرم کلی این بناها از خارج دایره‌ای و یا چندضلعی است؛ اما آرایش فضای داخلی که حیاط و اتاق‌ها در آن وجود دارند، چندضلعی است. شکل‌گیری لایه‌های فضایی از خارج به داخل همانند کاروانسراهای حیاط دار مستطیل شکل است. امکان دسترسی به اتاق‌ها از طریق تنها یک در ورودی و گذر از هشتی و نگهبانی و حیاط، بیانگر لزوم کنترل ورود و خروج از

نگهبانی و برج دیدبانی نیستند؛ که گویای توجه کمتر به استحکامات در مبحث دفاع غیرعامل است. ورود به اتاق‌ها در مواردی مستقیماً پس از دروازه ورودی و در گونه‌های دیگر پس از هشتی یا راهرو، امکان‌پذیر است. ویژگی‌های فوق بیانگر آن است که عواملی همچون استحکامات، لایه‌های فضایی و عمق دسترسی به عنوان عوامل اصلی در دفاع غیرعامل در این گونه کاروانسراها مطرح نبوده‌اند، و نگارندگان بر این باورند که عوارض جغرافیایی و توپوگرافی از عوامل اصلی تأثیرگذار در دفاع غیرعامل در کاروانسراهای این مناطق بوده است.

۴-۵- شکل‌گیری و تحلیل کالبدی

کاروانسراهای سرپوشیده برون‌گرا

این کاروانسراها عموماً بنایی به‌غایت ساده، به شکل چهارگوش با اتاق مرکزی صلیبی‌شکل و اتاق‌های جانبی هستند. اتاق نگهبانی و برج دیدبانی در هیچ‌یک از کاروانسراهای بررسی‌شده وجود ندارد. در این گروه از کاروانسراها، اتاق‌ها یا مستقیماً به بیرون مرتبط هستند و یا از طریق راهرو به فضای خارجی ارتباط دارند. عدم توجه جدی به عوامل دفاع غیرعامل در کاروانسراهای این منطقه، تنها می‌تواند ناشی از وجود آرامش و امنیت مبتنی بر دفاع عامل بوده باشد. تحلیل کمی متغیرهای بررسی‌شده در جدول‌های ۳ و ۴ آمده‌اند.

کاروانسرا است. با هدف دفاع از محدوده اطراف کاروانسرا، برج‌های پیش‌آمده به‌صورت استوانه‌ای در امتداد دیوار خارجی شکل گرفته‌اند.

به نظر می‌رسد که عملکرد این کاروانسراها بیشتر نظامی و امنیتی بوده است بنابراین دفاع عامل نیز در تأمین امنیت این کاروانسراها مؤثر بوده‌اند. افزوده شدن دو عامل شکل (دایره و چندضلعی) و موقعیت قرارگیری (تپه‌ها و عوارض) به‌عنوان دفاع غیرعامل به مجموعه عوامل ذکرشده در دفاع غیرعامل کالبدی کاروانسراهای حیاط دار چندضلعی و همچنین استفاده از دفاع عامل (نیروی نظامی و بازدارنده) در این گونه کاروانسراها بر اهمیت امنیت و استفاده از تمام ظرفیت‌ها در جهت حفظ و اشاعه آن به مناطق اطراف حکایت دارد و تأییدی بر عملکرد نظامی آن است.

۳-۵- شکل‌گیری و تحلیل کالبدی

کاروانسراهای سرپوشیده درون‌گرا

نمونه ساده این نوع کاروانسراها از اتاق‌های گنبددار مرکزی یا یک ردیف اتاق گنبددار و تعدادی اسطبل (در همان ردیف) تشکیل شده‌اند. این کاروانسراها از هر طرف بسته هستند و جلوی بادهای مزاحم و برف زمستانی را می‌گیرند. در این گونه از کاروانسراها فقط یک ورودی وجود دارد؛ که نقش مهمی در کنترل فضای داخلی کاروانسرا و دفاع غیرعامل دارد. از تعداد هشت باب کاروانسرای بررسی‌شده، چهار باب آن دارای اتاق

جدول ۳- تحلیل یافته‌های پژوهش از منظر عناصر معمارانه پدافند غیرعامل

گونه	تعداد ورودی							
	اتاق				بیش از ۱			
	نگهبانی		دیدبانی		۱		بیش از ۱	
	%	F	%	F	%	F	%	F
حیاط دار مستطیلی	۱۸	۱۰۰	۰	۰	۷۷	۱۴	۶۶	۱۲
حیاط دار چندضلعی	۵	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۵	۸۰	۴
سرپوشیده درون‌گرا	۸	۱۰۰	۰	۰	۵۰	۴	۵۰	۴
سرپوشیده برون‌گرا	۰	۰	۱۰۰	۱۲	۰	۰	۰	۰
مجموع	۳۱	۷۲	۱۲	۲۸	۲۳	۵۳	۴۷	۲۰

نشانی از اتاق نگهبانی و برج‌های دیده‌بانی به چشم نمی‌آید.

جدول ۴ نشان می‌دهد که در گونه حیاط‌دار (مستطیلی و چندضلعی) عمق دسترسی به اتاق‌ها، چهار و پنج بوده است در حالی که با افزایش عامل عوارض طبیعی (در مناطق کوهستانی، گونه سرپوشیده درون‌گرا) عمق اتاق‌ها به دو و سه کاهش یافته است. با حضور دفاع عامل در کرانه خلیج فارس (گونه سرپوشیده برون‌گرا) این عمق به دو و یک رسیده است. به عبارت دیگر، رسیدن به اتاق‌ها در این گونه از کاروانسراها بسیار آسان و در نتیجه امنیت اتاق‌ها کم بوده است. بررسی تعداد لایه‌های فضایی نیز نتایج مشابهی را نشان می‌دهد.

جدول فوق نشان می‌دهد که تمامی نمونه‌ها در گونه حیاط‌دار (مستطیلی و چندضلعی) و گونه سرپوشیده درون‌گرا فقط دارای یک ورودی بوده‌اند. در حالی که همگی کاروانسراهای سرپوشیده برون‌گرا بیش از یک ورودی داشته‌اند. بررسی اتاق نگهبانی و برج‌ها نشان می‌دهد که در مواردی که نه دفاع عامل حضور داشته و نه عوارض طبیعی منطقه به کمک معمار آمده، بهره‌گیری از عناصر کالبدی (اتاق نگهبانی و برج‌ها) افزایش یافته و هرگاه که یکی از دو عامل مذکور (دفاع عامل و عوارض جغرافیایی) افزایش یافته، از میزان بهره‌گیری از قابلیت‌های کالبدی بنا کاسته شده است به نحوی که در کاروانسراهای گونه سرپوشیده برون‌گرا (در کرانه خلیج فارس)

جدول ۴- تحلیل یافته‌های پژوهش از منظر تحلیل کالبدی (مأخذ: نگارندگان)

تحلیل کالبدی																گونه
تعداد لایه‌های فضایی								عمق دسترسی به اتاق‌ها								
۴		۳		۲		۵		۴		۳		۲		۱		
%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	
۶۷	۱۲	۳۳	۶	۰	۰	۸۹	۱۶	۱۱	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
۸۰	۴	۲۰	۱	۰	۰	۱۰۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
۱۲/۵	۱	۶۲/۵	۵	۲۵	۲	۰	۰	۰	۰	۷۵	۶	۲۵	۲	۰	۰	
۰	۰	۸۶	۱۰	۱۴	۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴	۲	۸۶	۱۰	
۴۰	۱۷	۵۱	۲۲	۹	۴	۴۹	۲۱	۵	۲	۱۴	۶	۹	۴	۲۳	۱۰	

۶- نتیجه گیری

هرچند سیر تغییر و تحول معماری کاروانسراهای ایران در ادوار تاریخی (از ساسانیان تا صفویه) متأثر از علل و عوامل مختلفی همچون اقلیم، فرهنگ، مذهب، مهارت و... بوده است، اما در شکل گیری هر ساختاری (ساختارهای حکومتی، شهری، معماری و...) نیازهای کاربردی مردم نقشی بنیادین را بر عهده دارند و حرف اول را می زنند. امنیت کاروانها یکی از اساسی ترین نیازهای مردم و ضامن ثبات و رونق اقتصادی بوده است و معماری کاروانسراها بر همین اساس و با هدف تأمین امنیت، شکل می گرفته اند. البته واضح است که عوامل گوناگونی در شکل گیری اجزای مختلف کاروانسراها تأثیر داشته اند.

مطالعه حاضر نشان می دهد که موقعیت راهبردی جاده های کرانه خلیج فارس و نقش مهم این مسیرهای تجاری در سطح بازرگانی و اقتصاد کشور، تأمین امنیت آنها را (به صورت دفاع عامل) از سوی حکومت ضروری می ساخته است. لذا در کاروانسراهای این منطقه حفظ امنیت بر عهده کالبد معماری نهاده نشده و بهره گیری از ظرفیت های معماری برای دفاع غیرعامل کاملاً نادیده گرفته شده است.

در مناطقی که عوارض طبیعی و موقعیت جغرافیایی وجود داشته، معمار با هوشمندی در انتخاب مکان بهینه برای کاروانسرا از این عوارض نهایت استفاده را برده و عناصر معماری را کاهش داده است. این کار باعث کاهش هزینه های ساخت

نیز شده است. لازم به ذکر است که بعضی از نمونه های بررسی شده علاوه بر داشتن موقعیت مناسب جغرافیایی از عناصر کالبدی نیز بهره گرفته اند. به نظر می رسد که این امر اهمیت مسیر یا منزل را نشان می دهد.

عمدتاً در مناطقی که نه عناصر طبیعی دفاع غیرعامل (نظیر کوه و رودخانه و...) وجود داشته و نه به دلایل مختلف، دفاع عامل توجیه نداشته یا مقدور نبوده است، معمار سعی می کرده تا برای تأمین امنیت از عناصر کالبدی حداکثر بهره را بگیرد و با کاهش ورودی ها، ایجاد اتاق نگهداری و برج دیده بانی و افزودن عمق دسترسی و تعداد لایه های فضایی تا حد ممکن به دفاع غیرعامل در مقابل تهاجم های احتمالی پردازد.

مطالعه حاضر همچنین نشان می دهد که کاروانسراهای حیاط دار (مستطیلی و چندضلعی) و کاروانسراهای سرپوشیده درون گرا شباهت هایی در بهره گیری از عناصر کالبدی برای تأمین امنیت داشته اند؛ در حالی که کاروانسراهای سرپوشیده برون گرا ویژگی های متفاوتی با سایر گونه ها دارند. سخن آخر این که امنیت کاروانها و تضمین مال و جان مردم، نشانی از قدرت سیاسی و اقتصادی حکومت به شمار می رفته است و معماران هوشمند ایرانی بر حسب نوع و اهمیت مسیر تجاری، از شرایط محیطی و اقلیمی، عوارض جغرافیایی و عناصر کالبدی موجد امنیت، برای ایجاد یا ارتقای امنیت کاروانسراها بهره می برده اند.

منابع و مآخذ

- قرآن کریم.
- ابراهیم‌زاده، آرمین و قاراخانی، علیرضا. (۱۳۹۶). بررسی کارکرد و جزئیات معماری کاروانسراهای صفوی و چگونگی احیای آن‌ها. تهران: کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر.
- اصغریان جدی، احمد. (۱۳۹۲). الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- اصغریان جدی، احمد؛ میرهاشمی، سید احسان. (۱۳۹۵). دانش بومی پدافند (دفاع) غیرعامل در معماری و شهرسازی دوره‌های تاریخی ایران و نمونه‌های تکامل‌یافته این تجربه‌ها. دانش‌های بومی ایران. سال دوم، شماره ۳ (بهار و تابستان ۱۳۹۴)، ۷-۴۲.
- امانپور، سعید؛ احمدی، رضا و داوودی منجزی، انیس. (۱۳۹۴). بررسی ملاحظات دفاعی در شهرهای تاریخی ایران؛ مطالعه موردی بافت قدیم شهر دزفول. پدافند غیرعامل. دوره ۶، شماره ۴ (زمستان ۱۳۹۴)، ۱-۱۴.
- پازوکی طرودی، ناصر. (۱۳۷۶). استحکامات دفاعی در ایران دوره اسلامی. تهران: سازمان میراث فرهنگی.
- پیرنیا، محمدکریم و افسر، کرامت‌الله. (۱۳۷۰). راه و رباط. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- تاتاری، مهدی و نیستانی، جواد. (۱۳۹۳). مطالعه عناصر معماری فضاهای ورودی؛ موارد بررسی کاروانسراهای صفوی خراسان رضوی. پیام باستان‌شناسی. شماره ۲۱ (بهار و تابستان ۱۳۹۳)، ۱۰۹-۱۲۰.
- تقوی، عابد؛ فرزین، سامان؛ کوهستانی، حسین و عبداللهی، مهسا. (۱۳۹۶). مؤلفه‌های دفاع غیرعامل در دژ قلعه کوه قائن. پژوهشنامه خراسان بزرگ. سال هشتم، شماره ۲۷ (تابستان ۱۳۹۶)، ۴۱-۵۴.
- ثواقب، جهانبخش. (۱۳۸۵). سیاست‌های شاه‌عباس اول در رونق تجاری ایران. پژوهشنامه تاریخ. شماره ۲ (بهار ۱۳۸۵)، ۴۱-۶۰.
- ثواقب، جهانبخش و نجفی علی‌آبادی، فرزین. (۱۳۹۱). نقش صفویان در رشد کاروانسراها. تاریخ. شماره ۲۶ (پاییز ۱۳۹۱)، ۴۲-۶۸.
- حشمتی، مهدی؛ موحد، علی و بشارتی، محمدرضا. (۱۳۹۵). دفاع و امنیت در شهرهای ایرانی اسلامی از منظر پدافند غیرعامل. مدیریت و پژوهش‌های دفاعی. دوره ۱۵، شماره ۸۲ (تابستان ۱۳۹۵)، ۵۹-۸۶.
- رفیع فر، جلال‌الدین؛ لرافشار، احسان. (۱۳۸۲). بررسی انسان‌شناختی کاروانسراهای عصر صفوی. نامه انسان‌شناسی. دوره اول، شماره ۴ (پاییز و زمستان ۱۳۸۲)، ۳۷-۶۰.
- زیاری، کرامت‌الله. (۱۳۸۰). برنامه‌ریزی پدافند و پناهگاه شهری. صفه. دوره ۱۱، شماره ۳۲ (بهار و تابستان ۱۳۸۰)، صص ۷۶-۸۹.
- سهیلی، جمال‌الدین و رسولی، نسترن. (۱۳۹۳). مطالعه تطبیقی نحو فضای معماری کاروانسراهای دوره قاجاریه. هویت شهر. دوره ۱۰، شماره ۲، شماره پیاپی ۲۶ (تابستان ۱۳۹۵)، ۴۷-۶۰.
- سیرو، ماکسیم. (۱۳۶۲). کاروانسراهای ایران و ساختمان‌های کوچک میان راه‌ها. ترجمه عیسی بهنام. تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی.
- شانواز، بلال و خاقانی، راضیه. (۱۳۹۴). کاروانسراهای ایران زمین دوره صفویان. تهران: نشر پازینه.
- صبوری زالوآبی، آرش. (۱۳۹۲). تاریخچه کاروانسرا. تاریخ پژوهی. شماره ۵۵ (تابستان ۱۳۹۲)، ۱۴۵-۱۸۲.
- عرب، امیرحسین. (۱۳۹۰). کاربست شهرسازی و پدافند غیرعامل. تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- فرزین، سامان؛ جانفدا، مجتبی؛ کوهستانی، حسین و حاجی‌زاده، محمدامین. (۱۳۹۹). قلعه شاهدژ، پیشرو در اصول دفاع غیرعامل دوره اسماعیلیان در قهستان (خراسان جنوبی). پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام. شماره ۲۶ (بهار و تابستان ۱۳۹۹)، ۱۸۵-۲۰۵.

- کامران، حسن؛ وارثی، حمیدرضا؛ پریزادی، طاهر و حسینی امینی، حسن. (۱۳۹۰). بررسی نقش طرح‌های توسعه کالبدی در پراکنده رویی شهری با رویکرد پدافند غیرعامل؛ نمونه موردی: شهر سنندج. جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. دوره ۹، شماره ۱۷ (پاییز و زمستان ۱۳۹۰)، ۱۷۹-۲۰۹.
- کاویان، مجتبی؛ غلامی، غلامحسین. (۱۳۹۵). بررسی سیر تحول معماری کاروانسراهای حیاط دار مرکز ایران. اثر. دوره ۳۷، شماره ۷۵ (زمستان ۱۳۹۵)، ۴۹-۶۵.
- کریمی، علیرضا و علی پور سیلاب، جواد. (۱۳۹۲). نگاهی به مفهوم تاریخ دفاع غیرعامل در عصر اسلامی. مطالعات تاریخ اسلام. سال پنجم، شماره ۱۸ (پاییز ۱۳۹۲)، ۹۳-۱۱۶.
- کوهستانی، حسین؛ ملکی، هومن؛ موفق، محمدحسین و ناصر قرایی، محسن. (۱۳۹۶). ساختار امنیتی کاروانسراهای دوره صفویه. مطالعات تاریخ انتظامی. شماره ۱۲ (بهار ۱۳۹۶)، ۶۷-۸۲.
- کیانی، محمد یوسف. (1393). معماری ایران دوره اسلامی. تهران: انتشارات سمت.
- کیانی، محمد یوسف و کلایس، ولفرام. (۱۳۶۲). فهرست کاروانسراهای ایران. تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران.
- کیانی، محمد یوسف و کلایس، ولفرام. (۱۳۷۳). کاروانسراهای ایران. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- گردکانی، زبیده و انیسی، علیرضا. (۱۳۹۷). بررسی و شناخت مسیر تاریخی بندرعباس به لار و کاروانسراهای موجود در آن. اثر. شماره ۸۳ (زمستان ۱۳۹۷)، ۶۹-۸۷.
- مخبر دزفولی، فهیمه. (۱۳۹۳). گذری تاریخی بر هنر و معماری اسلامی؛ نقد کتاب هنر و معماری اسلامی از رابرت هیلن براند. نقد کتاب تاریخ. شماره ۱ و ۲ (بهار و تابستان ۱۳۹۳)، ۱۳۳-۱۴۰.
- موغلی، مرضیه؛ متقی، افشین و حسینی امینی، حسن. (۱۳۹۴). پدافند غیرعامل، امنیت ملی و شهر. تهران: نشر انتخاب.
- هادیزاده کاخکی، سعید. (۱۳۹۳). کاروانسرا در ایران. تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- هیلن برند، رویرت. (۱۳۷۹). معماری اسلامی. ترجمه باقر آیت‌الله زاده شیرازی، تهران: نشر روزنه.
- Hausen, K. (2013). *Active vs. Passive defense against a strategic attacker*. International Game Theory Review. Vol. 13(1): 1-12.
- Lacina, B. (2006). *Explaining the severity of civil wars*. Journal of Conflict Resolution. 50 (2): 89-276.
- Nagaraj, A. (2015). *Protection of simple series and parallel systems with components of different values*. Reliability Engineering and System Safety. 87: 315- 323.

Original Research Article

Analytical Study of the Physical Characteristics of Passive Defense in the Architecture of Safavid CaravanseraisMohsen Tabassi^{1*}, Hasan Naseri Azghandi²

1- Architecture Department, Faculty of Art & Architecture, Islamic azad University, Mashhad Branch

2- Department of Architecture, Islamic Azad University, Mashhad Branch

Abstract

A study of the Safavid history shows that security can be a factor in the emergence of political authority and can directly affect trade and the economy. The concept of defense is of two types, active defense and passive defense. Although both have the same goals, their methods are very different. The purpose of this study is to study the caravanserais of the Safavid period from the perspective of passive defense. The study adopts a positivist approach to the subject in terms of research methodology, and, in terms of the purpose, it is based on comparative descriptions. The variables obtained based on documentary studies are the geographical location and importance of the roads, the plan forms (including rectangular and polygonal courtyards and introverted and extroverted roofed spaces), elements related to passive defense (including number of entrances, guard rooms and watchtowers) and physical analysis (including depth of access to rooms and the number of spatial layers). These variables focus on passive security and defense. Totally, 43 Safavid caravanserais are classified into four groups (rectangular with a courtyard, polygon with a courtyard, roofed introverted and roofed extroverted spaces), and the principles of passive defense are examined in them. The results show that rectangular and polygonal courtyard caravanserais as well as introverted indoor caravanserais have many similarities in terms of using physical elements for security. Extroverted indoor caravanserais, on the other hand, have different characteristics from other the types. In fact, the study shows that, mainly in areas where the natural elements of passive defense (such as mountains and rivers) do not exist and (for various reasons) agent defense is not justified or impossible, the architect has tried to provide most of the physical elements of security and passive defense against possible attacks by reducing entrances, creating a guard rooms and watchtowers, and increasing the depth of access and the number of layers of space as much as possible. In addition, the strategic position of the Persian Gulf coastal roads and the important role of these trade routes at the level of trade and economy of the country have made it necessary for the governments to ensure their security as an agent of defense. Therefore, in the caravanserais of this region, maintaining less security has been entrusted to the body of architecture. The results generally show that the variety of active defense and passive defense factors in caravanserais depends on the geographical location, the importance of the routes, and the architectural form of the caravanserais.

Keywords: Architecture, Caravanserai, Passive defense, Safavid era, Iran

*Email:mohsentabasi@mshdiau.ac.ir