Journal of
Architecture in
hot and dry climate

10th Year – No. 16- Fall and Winter 2022.PP: 36-51

Original Research Article

The key parameters in the structural design of mill pits as a wet space in qanat watermills located in Central Iran: A case study of watermills in Naeen

Shahriar Nasekhian[1*]

[1] Assistant Professor in Preservation and Restoration of Historical Buildings. Art University of Isfahan, Isfahan, Iran.

:10.22034/AHDC.2022.17509.1607

Received:
August 23, 2022
Accepted:
February 8, 2023

Keywords:
Mill, Aqueduct, Tanureh effect, Naeen

Abstract

Mills as the heritage of antecedents' knowledge represent suitable exploitation from climate and environmental situations. These structures are a combination of various knowledge and skills in the fields of architecture, construction, water engineering, mechanical engineering and mine engineering. Regarding the fact that Naeen is located in a low-water area and lacks running rivers, aqueducts are regarded as the sole source of water supply. Beside using aqueducts in agriculture, through designing and building mills, water energy is used to move mill stones and flour productions. These buildings are located in plantations or near residential areas. Also, these elements of Iranian architecture in the past had vital effects on the people life, but, today, due to some factors such as drought and decreased aqueducts water level, its being not cost-effective, and the advent of diesel motors to make wheat flour,they have become obsolete and changed to abandoned and non-functional buildings. Architectural spaces, water entrance and exit channel and eddy, and mechanical systems (e.g., turbine, wings) are the three elements complementing each other in the mill. Although all mills have the same function, they have different appearances. Every mill has its own form, volume and proportions. The present study uses a descriptive-analytical and evaluative method based on field and library study. At first, Naeen mills are surveyed and discussed, and then their typology is analyzed. It is important to say that the used maps as the result of the field study by the authors are presented for the first time. The results of the study demonstrate that, based on their architecture and location, Naeen mills can be categorized in two three types including those on the ground, underground and on the clay wall.

E-ISSN: 2645-372X /© 2023. Published by Yazd University This is an open access article under the CC BY 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

* **Corresponding author:** Shahriar Nasekhian E-mail: s.nasekhian@aui.ac.ir

Address: Preservation and Restoration of Historical Buildings. Isfahan University of Art, Isfahan,Iran.

Extended Abstract

1. Introduction

Nowadays, in order to update traditional technologies, it is essential to take a closer look at certain historical structures particularly those that are of considerable public interest such as watermills. Modern technology must, therefore, be exploited in such a way as to be at the service of traditional technologies. Watermills have had a vital function in Persian culture since ancient times. Although it seems that modern flour mills have superseded old watermills, leaving no place for traditional ones in modern architecture, the challenges in designing the watermills and the innovative solutions found by the traditional architects still contain delicate points deserving serious consideration for contemporary architects. The main challenges in constructing watermills included designing a mill pit (a round-shaped space for collecting water), leading the qanat water into it, directing the water into the mill itself, and finally separating the wet spaces from the dry ones. Nonetheless, light, humidity control, materials as well as functional-spatial hierarchy were among the other parameters which had to be taken into consideration by traditional architects.

2. Research Methodology

Given that the corresponding sources of the present topic have been scantily available, this research is carried out mainly based on field studies and observations. In fact, today, nearly all traditional watermills have lost their booming state and turned into just deserted buildings. In addition, certain watermills have been either totally demolished because of using farmlands for developing purposes or so desperately damaged over time and/or negligence that nothing is left to be examined. Considering the research questions, a descriptive-analytic approach was adopted for the first part of the article, namely, examining the studied cases, and a deductive approach in the second part (discussion). The dire structural conditions of many watermills made it very difficult for the researcher to take exact and correct notes of their characteristics. The instructions and guidance that the researcher received from the knowledgeable persons, millers and the local architects were especially helpful to fulfill the research objectives.

3. Results and discussion

In ancient Iran, constructing enclosed spaces as temples or shrine was not initially popular. Ancient Iranians worshipped their deities in open public places, usually on natural heights. Places of worship in ancient Iran can be generally divided into three groups including single buildings without chartaqi (four arches), single buildings with chartaqi and buildings with chartaqi as a member of a group of buildings. The comparative study of the plan and form of the shrine in building no. 3 of Dahaneh-e Gholaman and the one in Kouh-e Khajeh, as well as the examination of their architectural features such as introversion, structure, central courtyard, platform, fire altar, and presence of water revealed similarities and differences between the two. The similarities include the introvert design of both shrines because of the climate of

Sistan region and the existence of fire altars at the center of both with a particular dissimilarity. There are three fire altars belonging to three deities Anahita, Mitra and Ahura Mazda in the shrine of building no. 3 of Dahaneh-e Gholaman, but there is only one fire altar in the shrine of Kouh-e Khajeh. One of the differences between the two places is that the shrine in building no. 3 of Dahaneh-e Gholaman is a separate space, while the fire temple in Kouh-e Khajeh is a component of the collective structure of Kaferoun Castle. The space of the shrine of building no. 3 in Dahaneh-e Gholaman consists of an open central courtyard, while that of the fire temple in Kouh-e Khajeh is covered with a dome. The comparative examination of the architecture of these two places of worship indicated that these buildings are unique and that they most probably inspired the design and structure of the other fire temples in ancient Iran.

4. Conclusion

The dry climate of Naeen made the traditional architects harness the water energy innovatively by devising qanat watermills. The qanats of Naeen, like the ones in other cites of Iran with dry regions, flow either on or under the ground. Therefore, it has been inevitable for the traditional architects to consider one of these two modes. In the past, architects selected the most suitable location to establish the watermill and considered all the parameters. In the first step, they designed a pit to take advantage of the water potential energy. Then, they separated the wet and dry spaces. The creativity and capability of the traditional architects in connecting the qanat water to the mill pit, designing the pit in proportion to the qanat water discharge in order to exploit the water potential energy to spin the millstone, is really admirable. Depending on the type of available qanats, either on-the-ground or underground, the watermills operating by ground water were established in farmlands, and those powered by underground water were built underground before the outlet of the qanat. Another parameter affecting the design of the mill pit was the amount of qanat water discharge. Accordingly, the mill pits were designed in two types. For the qanats flowing on the ground with sufficient discharge, the mill pits were generally dug less than five meters deep. For the pool-type qanats with lower discharge, the mill pits were generally dug more than 10 meters deep. Unlike the previous studies in this field, in this study, a structural element of the whole system of the watermills in Naeen was examined and analyzed. As far as the design of the mill pits is concerned, the results of the study could solve certain puzzles that had remained unnoticed. The know-how of the mill pit design and the history of the watermills as a whole are the prerequisites for any preservation or restoration activity.

* **Corresponding author:** Shahriar Nasekhian E-mail: s.nasekhian@aui.ac.ir

Address: Preservation and Restoration of Historical Buildings. Isfahan University of Art, Isfahan,Iran.

دوره ۱۰، شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۴۰۱. صفحات ۳۶ تا ۵۱

مقاله پژوهشی

بازشناسی عوامل مؤثّر در طراحی کالبدی تنوره به عنوان فضای تر، در آسیاب‌های قناتی منطقه مرکزی ایران(مطالعه موردی آسیابهای شهرستان نایین)

شهریار ناسخیان [1*]

۱- استادیار دانشکده حفاظت و مرمت دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت:
۱ شهریور ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش:
۱۹ بهمن ۱۴۰۱

چکیده

با توجه به واقع شدن نایین در منطقه‌ای کم آب و همچنین فقدان رود جاری، قنات‌ها به عنوان تنها منبع تأمین آب مطرح بوده‌اند. در کنار استفاده از قنات در کشاورزی، با طراحی و ساخت آسیاب از انرژی آب برای حرکت سنگ آسیاب و تولید آرد بهره گیری شده است هر چند این عناصر معماری ایرانی در گذشته نقش حیاتی در زندگی مردم داشته‌اند، ولی امروزه در اثر عوامل چندی رونق خود را از دست داده و به بناهایی متروکه و فاقد کاربری تبدیل شدند. این بناها که بناهایی خدماتی و عام المنفعه در معماری ایرانی می‌باشند آموزه‌های قابل استخراج و اررزشمندی را در خود نهفته‌اند. چگونگی استفاده از انرژی آب قنات برای تولید آرد و طراحی و ساخت فضاهای کالبدی مرتبط با این کارکرد، یکی از شاخص‌ترین مسائل در طراحیِ آسیابهای قناتی به شمار می‌رود. این پژوهش سعی بر آن دارد که به چگونگی حل این مسأله در پیدایش آسیابهای قناتی نایین بپردازد. در این راستا با بهره‌گیری از راهبردهای توصیفی-تحلیلی و استدلال منطقی، به جمع آوری داده‌های آسیابهای قابل مطالعه در سطح شهرستان نایین پرداخته شد و از طریق تحلیها و برداشتهای میدانی، آسیابها مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. در نتیجه تحلیها و مطالعات میدانی صورت گرفته، مشخص شد که با طراحی و ساخت عنصر کالبدی تنوره به عنوان تنها فضای تر آسیاب که از سه جزء کانال متصل به قنات، استوانه تجمیع آب و مجرای فشار تشکیل می‌شود؛ امکان استفاده از انرژی آب و تولید آرد در آسیاب فراهم آمده است. عامل موقعیت قرارگیری قناتِ متصل به تنوره باعث پیدایش دو نوع تنوره روزمینی قرارگرفته در میان کشتخوانها و تنوره زیرزمینی متصل به کوره قنات و قبل از مظهر شده است. بر اساس عامل میزان آبدهیِ قنات، تنوره‌های آسیابهای قناتی نایین به دو گونه تنوره‌های ساده کم عمق و تنوره‌های مرکب عمیق قابل تقسیم بندی می‌باشند. دستاوردهای تحقیق حاضر از ابهامات موجود در زمینه طراحی عنصر تنوره در آسیابها که تاکنون نادیده انگاشته شده بود، تا حد قابل قبولی توانست کم کند و باعث شناخته شدن این عناصر کمتر شناخته شده معماری ایرانی شد.

کلیدواژه ها:
آسیاب، قنات، تنوره، طراحی کالبدی، نایین

doi : 10.22034/AHDC.2023.18890.1675

E-ISSN: 2645-372X /© 2023. Published by Yazd University This is an open access article under the CC BY 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نویسنده مسئول: شهریار ناسخیان. آدرس پستی: اصفهان، دانشگاه هنر اصفهان. دانشکده حفاظت و مرمت.
Email: s.nasekhian@aui.ac.ir

۱ مقدمه

توجه به بناهای تاریخی به خصوص بناهای عام‌المنفعه مانند آسیاب‌ها، به منظور انطباق فناوری‌های بومی با دانش امروز و به روز کردن آنها، و از سویی دیگر بومی کردن فناوری‌های نوین و تطبیق آنها با ویژگیهای فرهنگ ایرانی ضروری و حائز اهیمت است. امروزه آسیاب‌ها جای خود را به کارخانه های تولید آرد پیشرفته داده‌اند و در نگاه اول به نظر می‌رسد دیگر جایی در معماری مدرن وامروزی ندارند؛ اما در این بناها مسائلی به چشم می‌خورد که پاسخ معماران کهن به این مسائل حاوی نکات ارزشمندی است و مطالعه و بررسی انها برای معماران معاصر لازم به نظر می‌رسد. مسأله طراحی تنوره و ورود آب از قنات به تنوره و سپس وارد شدن به آسیاب و تفکیک فضاهای تر از سایر فضاهای خشک آسیاب، شاید به عنوان اصلی‌ترین مسأله این بناها مطرح شود؛ اما در کنار آن مسائلی چون، روشنایی، کنترل رطوبت، تهویه، مصالح و همچنین سلسله مراتب فضایی –کارکردی از دیگر مسائلی هستند که مورد نظر معماران بوده‌اند. روی آسیاب‌ها پژوهش بسیار کمی نسبت به سایر گونه‌های شهری و روستایی انجام گرفته است و در آنها تنها به بررسی کلی آسیاب‌ها پرداخته‌اند. تنوره به عنوان تنها عنصرِ تر آسیاب، به عنوان واسط و اصلی‌ترین فضای اتصالی بین قنات و صحن آسیاب (محل استقرار چرخ و سنگ آسیاب) مطرح است؛ از این رو مطالعه و بررسی تحلیلی آن، به عنوان عنصری کلیدی چه از دیدگاه جایگاه آن در چگونگی اتصال با قنات و چه از دیدگاه تأثیر قنات بر طراحی کالبدی آن، موضوع این تحقیق است. در همین جهت پس از بازشناسی مفاهیم مربوط به آسیاب قناتی و فضاهای اصلی آن ، داده‌های تأثیرگذار بر شکل‌گیری تنوره در جستجوی پاسخ به پرسشهای ذیل در ارتباط با آسیاب‌های قناتی شهرستان نایین، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

پرسش های پژوهش:

۱. تنوره به عنوان فضای تر آسیاب، در آسیاب‌های قناتی نایین از چه اجزایی تشکیل شده است و الزامات طراحی آن چیست؟

۲. عوامل تأثیر گذار بر طراحی کالبدی تنوره‌های آسیاب‌های قناتی کدامند؟ و این عوامل باعث پیدایش چند گونه تنوره در آسیاب‌ها شده‌اند؟

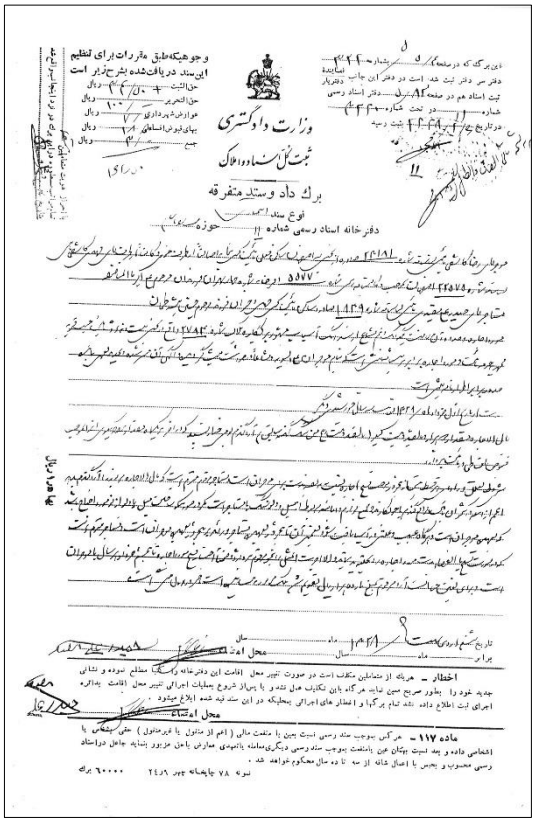
۲ پیشینه تحقیق

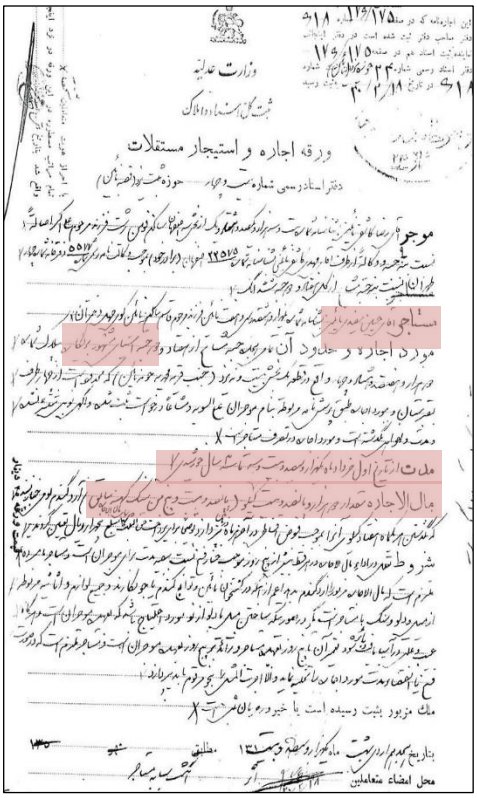
با توجه به کمی منابع مرتبط، بخش عمدهٔ پژوهش بر مطالعات و مشاهدات میدانی استوار است. در حال حاضر همهٔ این آسیاب‌ها رونق وکاربری خود را از دست داده‌اند و به بناهایی متروکه تبدیل شده‌اند. تعدادی از آسیاب‌ها در اثر توسعهٔ کِشتخوان‌ها به طور کامل تخریب و تعدادی نیز بر اثر گذشت زمان و عدم رسیدگی و نهایتاً متروکه شدن به حدی دچار فرسودگی گشته‌اند که قابل مطالعه نیستند. در تحقیق حاضر با توجه به پرسش های مطرح شده در مقدمه تحقیق از دو راهبرد تحقیق توصیفی – تحلیلی در بخش اول مقاله که مطالعه و شناخت نمونه‌های مورد مطالعه است و استدلال منطقی در بخش بحث و تحلیل، استفاده شده است. وضعیت نابه‌سامان کالبدی تعداد زیادی از آسیاب‌ها مشکلاتی را برای برداشت صحیح ودقیق از مشخصات آسیاب‌ها به دنبال داشته است. کمک‌ها و راهنمایی‌های افراد مطّلع از قبیل، آسیابانان قدیمی و معماران محلی در راستای پیشبرد اهداف پژوهش بسیار راهگشا بود.

در مورد آسیاب‌هایی که از قنات استفاده می‌کردند منابعی در دسترس است[۱]؛ ولی منابع مکتوب در مورد قنات‌ها وآسیاب‌های نایین انگشت شمار است. کتاب صفی نژاد (۱۳۸۳) به نام «نظام‌های آبیاری سنتی نایین» حاوی اطلاعاتی در مورد نظام مدیریت وتقسیم آب و نیز مختصری در مورد قنات‌های نایین است. همچنین مقالهٔ مرادی (۱۳۷۱) به نام «قنات‌های نایین و محمدیه قدیم ونقش آنها در سازمان معماری و شهر سازی» حاوی اطلاعاتی کلی در مورد معرفی قنات‌های نایین است که اشاره‌ای نیز به آسیاب مهریجان دارد. سلطانی محمدی و همکاران(۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «مکان‌یابی، کارکرد و معماری آسیاب دستکند ریگاره» به مطالعه و بررسی آسیاب ریگاره پرداخته است. براساس اسناد موجود در واحد ثبت اداره میراث فرهنگی استان اصفهان تاکنون جز آسیاب ریگاره آسیاب دیگری از شهرستان نایین و آسیاب‌های مورد مطالعه در این تحقیق، در فهرست آثار ملی ایران به ثبت نرسیده است.

۲-۱ پیشینه آسیاب‌های قناتی نایین

از دیرباز در ایران از انواع آسیا بر طبق شرایط اقلیمی هر منطقه، برای آرد کردن گندم و تهیه نان – که در واقع مهم‌ترین غذای روزانه‌شان بود – استفاده می‌شد. در منطقه‌ای که آب قنات یا رودخانه در دسترس بوده، انواع آسیاهای آبی (آسیاب) و در مکانی که وزش باد غالب بود، آسیای بادی (آسباد) رونق داشت. واژهٔ آسیاب از دو جزء آس و آب تشکیل شده است. در فرهنگ معین ذیل واژهٔ 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 گذشته و سنگ فوقانی به قوت دست آدمی یا ستور یا باد یا آب یا برق و یا بخار چرخد و حبوب و جز آنرا خرد و آرد سازد» (معین ۱۳۶۲). بر این مبنا آسیاب آسی است که نیروی حرکتی خود را از آب به دست می‌آورد. در مناطق پر آب، رودخانه و مانند آن و در مناطق کم آب مانند نایین، قنات این نیرو را تأمین می‌کند. به علّت کمبود منابع و مدارک کافی و معتبر به ویژه فقر مطالعات باستان شناسی اظهار نظر جامع و دقیق در مورد تاریخچهٔ این آسیاب‌ها دشوار است. ولی همهٔ آنها تا حدود چهل سال پیش دایر بودند که به تدریج به دلیل کم شدن آب قنات و ورود آسیاب دیزلی به منطقه از کار افتادند. تعدادی اجاره نامه ووقفنامه نیز مربوط به حدود ۱۰۰ سال قبل از بعضی از آسیاب‌ها در دست است (تصویر۱). لذا قدمت اکثر آنها را به دورهٔ قاجار و قبل از آن می‌توان نسبت داد (جدول ۱). علاوه بر این مستندات تاریخی که اختراع آسیاب را در قرن‌های نخستین میلادی به ایرانیان نسبت می‌دهد[۲] و وجود قنات‌های با سابقه‌ای مانند وَرزیجان، میرکان وکِه‌خسرو که قدمتی برابر با قدمت شهر نایین دارند؛ نشانگر این مطلب می‌تواند باشد که آسیاب قناتی از سده‌های دورتر در نایین مورد استفاده بوده است.


وزارت دادگستری
ثبت کل اسناد و املاک
برگ داد و ستد متفرقه
دفتر خانه اسناد رسمی شماره
حوزه

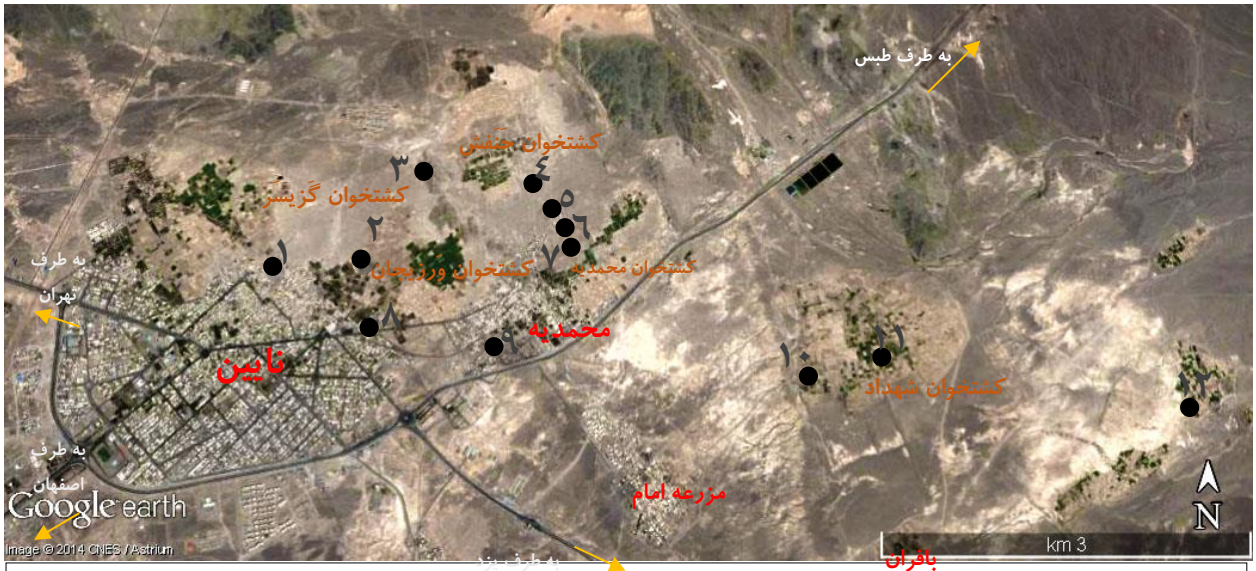

وزارت عدلیه
ثبت کل اسناد و املاک
ورقه اجاره و استیجار مستقلات
دفتر اسناد رسمی شماره
حوزه

تصویر ۱: دو اجاره نامه از دهه ۲۰ و ۴۰ شمسی از آسیاب ریگاره که بر طبق آن آقای مهدی کاشفی مالک ۱/۵ دانگ آسیاب با مال الاجارهٔ سالانه ۱۵۲۰ کیلو گرم آرد گندم، سهم خود از آسیاب را به آقای حسین مفیدی اجاره می‌دهد. نکتهٔ جالب اجاره نامه این است که وسایل آسیاب اعم از چرخ و سنگ و میله ودَلو را باید مستأجر تهیه کرده و اختیار فسخ اجاره نامه نیز با موجر بوده که می‌توانسته است مستأجر خود را با فرد دیگری جایگزین کند. در حال حاضر ۱/۵ دانگ آسیاب از طرف خانوادهٔ کاشفی به ادارهٔ میراث فرهنگی نایین اهدا شده است(ماخذ: سلطانی محمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۵۳).

۳ مواد و روش‌ها

۳-۱ انتخاب نمونه های قابل مطالعه

انتخاب ۱۲ نمونه مورد بررسی در تحقیق حاضر بر این اساس صورت گرفته است که آسیاب‌های انتخابی قابل مطالعه کالبدی بوده و شدت آسیب مانع از مطالعه آنها نگردد. آسیاب‌های مورد مطالعه در محدودهٔ جغرافیایی شهر نایین، وتوابع آن از جمله شهر بافران و روستاهای محمدیه، و مزرعه امام واقع شده‌اند (تصویر ۲ و جدول ۱).



۱. قطب‌الدینی ۲. موسی ۳. ملانور ٤. کلکلو ٥. میرزا حسن ٦. سُرگار ۷. حاج خواجه ۸.مهریجان ۹.ریگاره ۱۰.که خسرو ۱۱.شهداد ۱۲.بزرگ گور آباد

تصویر ۲: موقعیت آسیاب‌ها در محدودهٔ شهرنایین مشخص شده بر روی عکس Google earth

جدول ۱: مشخصات عمومی آسیاب‌های نایین.منبع نگارندگان

مشخصات عمومی آسیاب های نایین

ردیف	نام آسیاب	سال یا دورهٔ ساخت	شمارهٔ ثبت در فهرست آثار ملی وسال ثبت	قنات مورد استفاده در آسیاب	وضعیت فعلی قنات	آدرس	توضیحات
۱	بالا	قاجار	ندارد	گزیسَر	خشک	کشتخوان گزیسَر	تخریب کامل
۲	میان	قاجار	ندارد	گزیسَر	خشک	کشتخوان گزیسَر	تخریب کامل
۳	در دروازه	قاجار	ندارد	گزیسَر	خشک	کشتخوان گزیسَر	
۴	قطب الدینی	قاجار	ندارد	گزیسَر	خشک	کشتخوان گزیسَر	
۵	موسی	قاجار	ندارد	گزیسَر	خشک	کشتخوان گزیسَر	
۶	ملا نور	قاجار	ندارد	گزیسَر	خشک	کشتخوان گزیسَر	
۷	کلکلو	قاجار	ندارد	جَنَفش	دایر	کشتخوان جَنَفش	
۸	میرزا حسن	قاجار	ندارد	جَنَفش	دایر	کشتخوان جَنَفش	
۹	سُرگار	قاجار	ندارد	جَنَفش	دایر	کشتخوان جَنَفش	
۱۰	حاج خواجه	قاجار	ندارد	جَنَفش	دایر	کشتخوان جَنَفش	تخریب کامل
۱۱	میرکان	–	ندارد	میرکان	دایر	محلهٔ باغستان نائین	مدفون در دل زمین
۱۲	ریگاره	–	۱۳۸۹/۱۱/۱۹-۲۹۷۷۸	که خسرو	دایر	بافران -کشتخوان گورآباد	بعد از مرمت مورد بازدید قرار میگیرد
۱۳	شهداد	قاجار	ندارد	شهداد	دایر	مزرعه امام- کشتخوان شهداد	
۱۴	که خسرو	قاجار	ندارد	که خسرو	دایر	مزرعه امام – کشتخوان که خسرو	
۱۵	بزرگ گور آباد	قاجار	ندارد	گورآباد	دایر	بافران -کشتخوان گورآباد	
۱۶	کوچک گور آباد	قاجار	ندارد	گورآباد	دایر	بافران -کشتخوان گورآباد	

٤ نتایج و یافته ها

٤-١ بخش های آسیاب‌های قناتی

آسیاب برای آردکردن غلات، نیاز به ورود و گردش آب دارد. در وهلهٔ اول باید انرژی لازم برای چرخاندن سنگ آسیاب در آب به وجود آید و در وهله دوم آب ورودی به آسیاب باید از آن خارج و دوباره به مسیر اصلی خود باز گردد. لذا دو اصل مهم در معماری آسیاب، نخست طراحی تنوره به عنوان فضای تر بر اساس میزان آب قنات و سپس تفکیک فضاهای خشک و تر از یکدیگر است. لذا آسیاب به دو بخش اجزای خشک و تر ؛ قابل تقسیم بندی است. در آسیاب‌های نایین ساختار و ترکیب‌هایی متفاوت از این فضاها دیده می‌شود:

٤-١-١ بخش های خشک یک آسیاب قناتی

ورودی

ورودی آسیاب‌ها بر خلاف بسیاری از بناهای سنتی، بسیار ساده و به دور از تزئینات است. در همهٔ آسیاب‌ها هیچ علامت مشخصه‌ای،دلیل بر وجود آسیاب–حتی نمودی بیشتر از حجم خارجی آسیاب– ملاحظه نشد. با نگاهی به مجموعه آسیاب‌هایی که بررسی شد تنها اصل در ورودی را می‌توان سرپوشیده بودن آنها دانست. به این ترتیب ورودی‌ها در سه حالت ورودی‌های ساده، در وسردر ورودی و مجموعه‌ای (در وسردر و انبار و ..)قابل تقسیم بندی هستند(تصاویر ۳ تا۶). ابعاد وتناسبات سردرها به دلیل امنیت آسیاب به نحوی است که چهارپا و بار آن بتواند از سردر عبور کند و عرض آن بین ۱/۱۵ و ۱/۲۵ متر متغیر است. در ورودی‌های مفصل فضاهایی خاص برای نگهداری چهارپایان واستراحت مراجعه کنندگان است که نشان دهندهٔ حجم مراجعه وکارکرد دائمی آسیاب است.

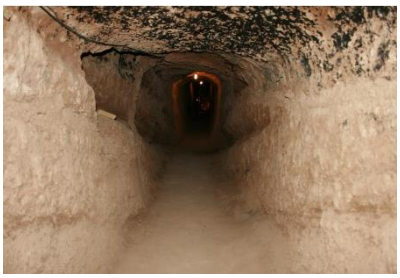
تصویر۳. ورودی و سردر آسیاب که خسرو. منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تصویر۴. ورودی مجموعه ای آسیاب شهداد. منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تصویر۵. ورودی ساده آسیاب طحانی. منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

دالان

بعد از ورودی دالانی ساخته می‌شود که نقش ارتباطی بین بخش‌های مختلف آسیاب را بر عهده دارد. طول دالان و فضاهایی که مجاور آن قرار می‌گیرند در هر آسیاب بسته به مساحت آن متفاوت است. در آسیاب‌های دستکند این دالان به صورت شیب‌راهی است که تا صحن آسیاب امتداد دارد (تصویر۶). در این آسیاب‌ها قسمتی از شیب‌راهه در بیرون آسیاب تا ورودی آن به صورت رو باز است (تصاویر۷و۸). در انتهای دالان قبل از ورود به صحن دو سکو در طرفین در نظر گرفته می‌شود. به دلیل حضوردائمی آسیابان و نظارت بر کار آسیاب، این سکوها محل نشستن و استراحت آسیابان است. در بعضی آسیاب‌ها مانند قطب‌الدینی و طحانی صحن بلافاصله بعد از ورودی قرار گرفته و دالان ارتباطی در نظر گرفته نشده است.



تصویر ۶ . دالان دستکند آسیاب ریگاره که تا صحن امتداد دارد منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تصویر۷. شیب‌راهه رو باز منتهی به ورودی آسیاب گورآباد.این آسیاب در میان تپه‌ای کنده شده است. منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تصویر ۸. شیب‌راهه رو باز منتهی به ورودی آسیاب ریگاره منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

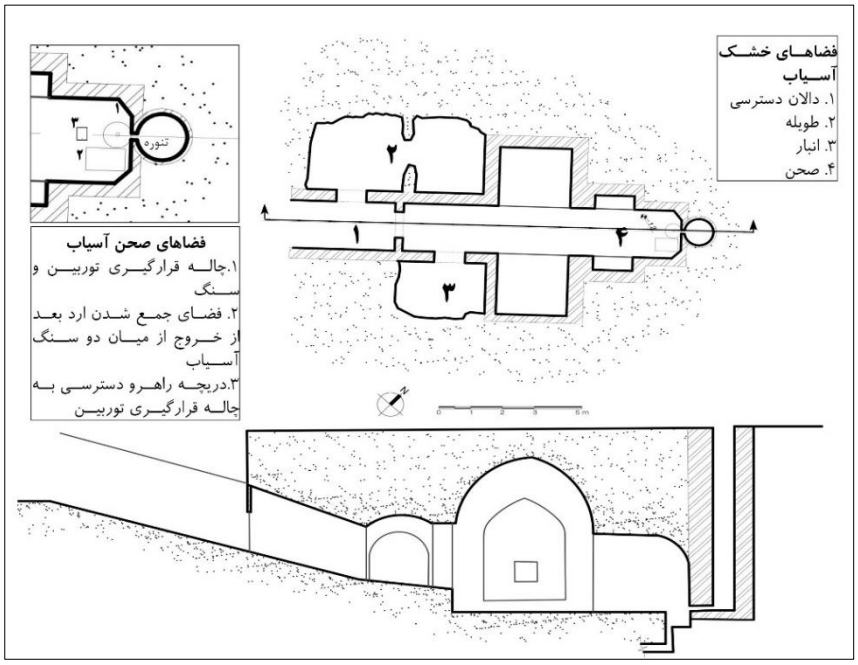
صحن

صحن آسیاب فضای اصلی و کارکردی محسوب می‌شود و اغلب مربع شکل بوده و پوشش آن تاق کلنبو است (تصویر۸). هورنوی تاق وظیفهٔ نورگیری و تهویه را در فضای صحن انجام می‌دهد. در هر طرف سکویی قرار دارد که یک سکو مختص نگهداری آرد و دیگری محل گندم بوده است. ابعاد وکارکرد صحن در هر آسیاب بسته به میزان کارآیی و وسعت آسیاب متفاوت است. صحن درآسیاب طحانی و قطب‌الدینی حدود ۳۰ متر مربع مساحت دارد و یکی از سکوهای کنار آن برای محل استراحت آسیابان در نظر گرفته شده است (تصویر۱۰). ولی در آسیاب‌های وسیع‌تر موسی، گورآباد و کِه‌خسرو، قبل از صحن فضای استراحت آسیابان قرا گرفته و صحن دارای مساحتی در حدود ۱۳ متر مربع است. دیوار انتهایی صحن موازی با تنوره در بیرون آسیاب است. در کنار این دیوار دو عنصر چالهٔ استقرار چرخاب و حفرهٔ جمع شدن آرد[۳]قرارگرفته‌اند (تصویر۱۱). در داخل چاله، چرخاب و بر روی آن نیز سنگ‌های آسیاب قرار می‌گیرد. دسترسی به این چاله نیز از طریق دریچه و یک راهرو زیرین از داخل صحن صورت می‌گیرد (تصویر۱۲).

تصویر۹. صحن آسیاب طحانی و فضاهای مجاور آن منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

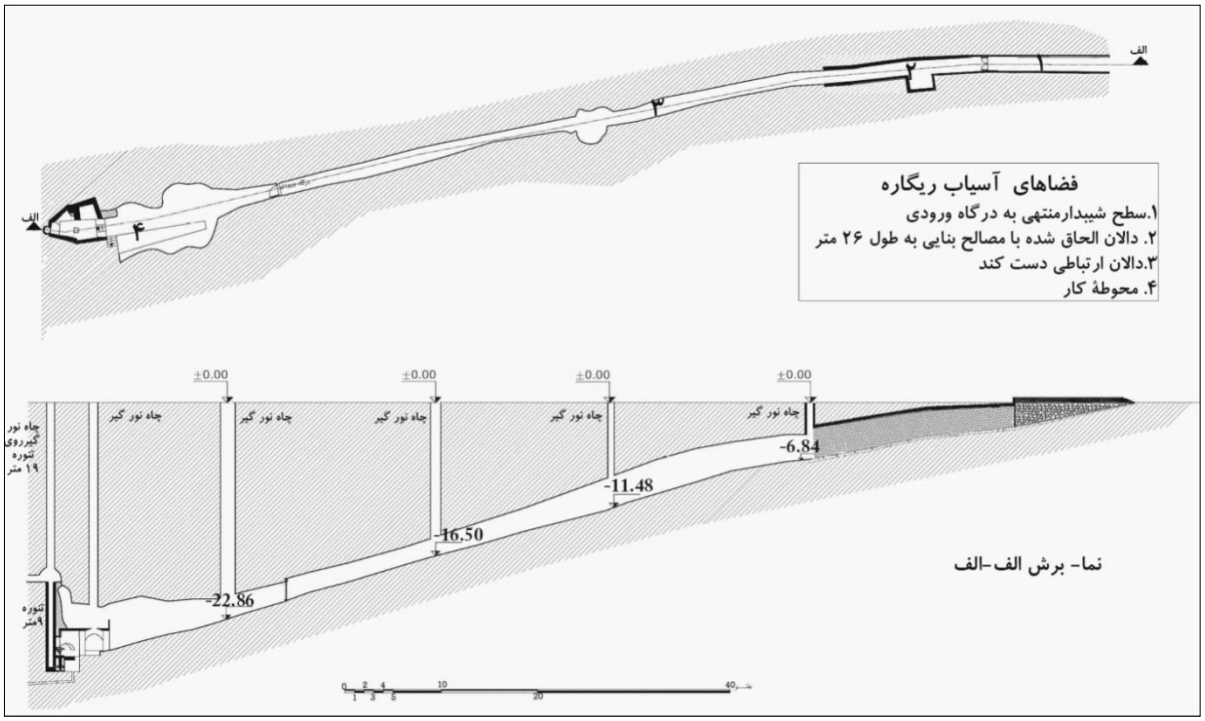
تصویر۱۰. تاق کلمبوی صحن آسیاب شهداد منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تصویر۱۱. محل چاله استقرار توربین و حفره جمع شدن آرد در انتهای صحن آسیاب ریگاره منبع: نگارندگان،۱۳۹۸



تصویر۱۲.فضاهای کالبدی خشک یک آسیاب قناتی مشخص شده در پلان و نما برش آسیاب ملا نور. منبع:نگارندگان

در آسیاب‌های دستکند صحن آسیاب بعد از کنده شدن درون خاک با مصالح بنایی و سازه‌های تاقی ساخته می‌شوند و وزن جداره‌ها و خاکی که به آن فشار می‌آورد را سازهٔ تاقی آن تحمل می‌کند (تصویر۱۳). در ایران، اخیراً واژه «دستکند» به کار برده می‌شود و منظور از آن کلیهٔ آثار معماری است که در دل تپه یا زمین کنده می‌شود. در واقع، واژهٔ مورد بحث واژه نوپایی است که – چه بسا بیش از دیگر واژه‌ها – تعریفی نسبتاً کامل از این گونه آثار به دست دهد. این واژه از یک طرف بیانگر فعل «کندن» است که در فرهنگ فارسی معین به «حفر کردن زمین و مانند آن» معنی شده است و از طرفی با اضافه شدن پیشوند «دست» به آن، بر عمل کندن به وسیله انسان تأکید دارد. اگر معماری را به مفهوم عام یعنی هنر ساماندهی و محصور کردن فضای خالی بنامیم، معماری دستکند در تعریفی متفاوت، هنر خالی کردن درون توده پر، معنا می‌شود (اشرفی،۱۳۹۰، ۲۷). تعدادی از آسیاب‌های دستکند در نقطه‌ای مکان‌یابی شده‌اند که اختلاف سطح زمین باعث به وجود آمدن دیواره‌ای رسی به شکل تپه و با بلندای زیاد شده و در نتیجه امکان نفوذ افقی به درون زمین فراهم آمده است. این آسیاب‌ها بر اساس الزامات کارکردی ـتکنیکی، برای استفاده از آب رو آمدهٔ قنات، پیش‌روی افقی آنها به درون زمین کم است و در عمق کمتری نزدیک سطح زمین قرار می‌گیرند.



تصویر۱۳. فضاهای کالبدی آسیاب زیرزمینی و دستکند ریگاره. تنوره این زیرزمینی این آسیاب در عمق ۱۹ متری زمین قرار گرفته است. منبع: سلطانی محمدی و همکاران، ۵۴:۱۳۹۲)

طویله: برای نگهداری حیوانات بارکش نیز از فضاهای جانبی و وابسته به آسیاب است که در برخی در کنار فضاهای اصلی با دسترسی مستقل از بیرون ساخته شده است. در تعدادی از آسیاب‌ها نیز ورودی این فضا از داخل آسیاب است.

٤-١-٢ اجزای تر آسیاب

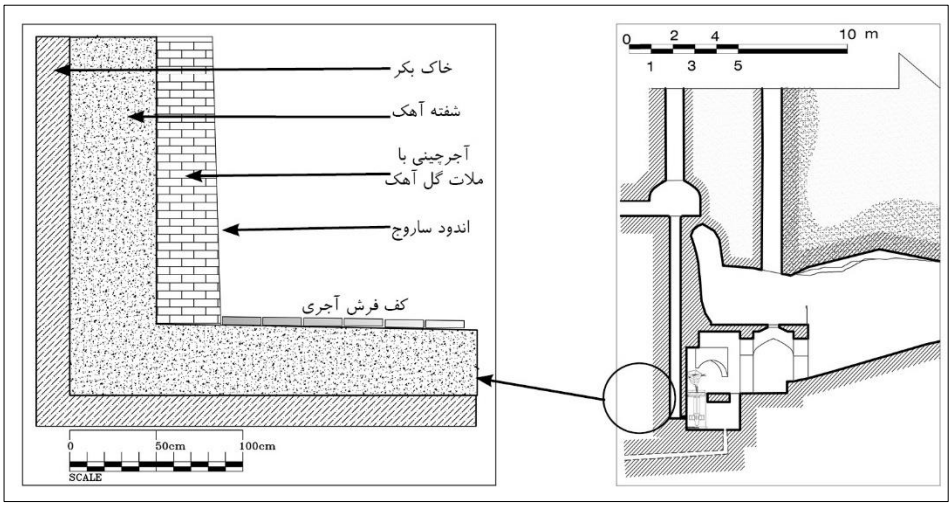
- کانال متصل به قنات

آسیاب‌های نایین به دلیل اقلیم کم آب منطقه، همگی دردستهٔ آسیاب قناتیِ تنوره‌ای قرار می‌گیرند. قنات یک نظام برای استخراج آب‌های زیرزمینی است[۴] که آنها را می‌توان بر حسب طول، میزان دبی آب و عمق چاه‌های آن تقسیم‌بندی کرد. [۵]براساس بده دو نوع با بده ثابت و متغیر یافت می‌شود: قنوات با بده متغیر و فصلی قنواتی هستند که در اراضی شنی واقع‌اند و ممّر آن‌ها به موازات رودخانه‌ها و مسیل‌هاست. مقدار بده آن‌ها تابع میزان بارندگی و آب رودخانه یا سیلاب است و در واقع زه‌کش رودخانه‌ها یا مسیل‌ها هستند (بهنیاء، ۱۳۷۹، ۲۴). قنات‌های کِه‌خسرو و گورآباد جزء این دسته قنوات محسوب می‌شوند. در نایین به این نوع قنوات، استخری نیز گفته می‌شود چون این قناتها به‌دلیل حجم کم آبدهی برای بهبود کیفیت آبیاری ابتدا در استخری ذخیره می‌شوند (عموماً در طول شب) و با گشودن دریچه خروجی آن‌ها (عموماً هنگام روز) به آبیاری در کشتخوان می‌پردازند. قنوات با بده ثابت و همیشگی قنواتی که دارای طول زیاد، حوضه

آبدهی وسیع و کوره‌ای عمیق نسبت به سطح زمین هستند و غالباً در دشت‌ها واقع‌اند، بده آن‌ها ثابت و همیشگی است و در فصول مختلف سال نوسانات مقدار بده آن‌ها چندان محسوس نیست (همان، ۲۴-۲۳). در پایین به این نوع قنات‌های پر آب با میزان آبدهی ثابت، «خودپا» نیز اطلاق می‌شود چون بر خلاف نوع استخری به دلیل میزان آبدهی بالا نیاز به ذخیره سازی در استخر برای آبیاری با کیفیت تر ندارند. این نوع قناتها در نقطه‌ای به نام «سرآب» به اصطلاح رو آمده و سپس توسط «شاه جوی‌ها» در همه نقاط کشتخوان تقسیم می‌گردد. [۶] در قناتهای استخری و هم در قناتهای خودپا کانالهایی به شاه‌جوی‌ها متصل شده و آب را به تنوره منتقل می‌کنند.[۷] بخشی از جداره‌های کانال در محل اتصال به تنوره‌ها با آجر و ملات گل آهک اجرا شده است. به منظور قطع و وصل جریان آب به داخل تنوره، در انتهای این کانال در محل اتصال به تنوره مجرایی از تنبوشهٔ سفالی قرارمی‌گرفت. در مواقعی که به هر دلیل مانند تعویض کردن سنگ آسیاب، تعمیرات توربین وپره‌ها، تمیز کردن تنوره و...نیاز بود که جریان آب به داخل تنوره قطع شود؛ مجرای تنبوشه مسدود می‌شد.

- تنوره (استوانه تجمیع آب)

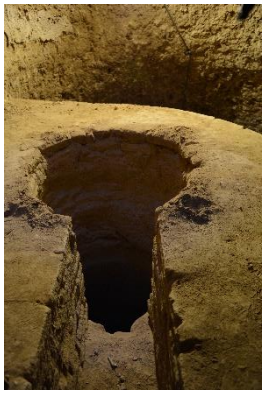
استوانه تجمیع آب در محوطهٔ بیرونی آسیاب، موازی با دیوار صحن قرار می‌گیرد و فضاهای آسیاب در سطح پایین‌تری از آن واقع می‌شوند (تصویر۱۵)، لذا ارتفاع کلی آنها از عمق تنوره‌ها تبعیت می‌کند. عایق بندی درست و اصولی از الزمات طراحی و ساخت یک تنوره محسوب می‌گردد. بعد از حفر در زمین همزمان با چیدن بدنه تنوره با آجر و ملات ماسه آهک، تا سطح زمین، گرداگرد آن شفته اهک ریخته شده و کف تنوره نیز با آجر مفروش می‌شود (تصویر۱۴).



تصویر۱۴. جزییات اجرایی بدنه وکف تنوره های آسیابهای قناتی نایین منبع: نگارندگان.

تصویر۱۵. کانال متصل به قنات در تنوره آسیاب موسی منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

تصویر۱۶.کانال متصل به قنات در تنوره زیرزمینی آسیاب ریگاره منبع : نگارندگان،۱۳۹۸



تصویر۱۷. موقعیت قرارگیری فضاهای باقیمانده آسیاب سرگار نسبت به تنوره منبع : نگارندگان،۱۳۹۸

همانطور که اشاره شد کانالی متصل به قنات، آب را به تنوره منتقل می‌کند. تنوره اکثر آسیاب‌ها که از آب روامده قنات، در کشتخوانها استفاده می‌کنند بر روی زمین قرار می‌گیرد (تصویر۱۶). در این تنوره‌های روزمینی، استفاده از راهکارهایی به منظور جلوگیری از آسیب زدن مخاطرات طبیعی مانند وقوع سیلابهای فصلی به آنها از ضروریات محسوب می‌گردد. لذا با ساخت سدهای خاکی کوچک در گرداگرد تنوره، جریان سیلابهای احتمالی به داخل تنوره منحرف و از مسیرهای امن به بیرون کشتخوان هدایت می‌شدند. بر خلاف تنوره‌های روزمینی دو تنوره در دو اسیاب ریگاره و مهریجان در زیر زمین واقع شده‌اند (تصویر۱۷). این تنوره‌ها، به مجرای قنات که در حال حرکت به طرف مظهر است متصل شده‌اند. قنات مورد استفاده در این آسیاب‌ها از لحاظ الزامات تکنیکی حفر، وضعیتی خاص دارد که آن‌را از بقیه قنات‌ها متمایز می‌کند. در این دو قنات به‌خوبی رابطه متقابل و دو طرفه بین ساختار قنات و چگونگی طراحی و احداث تنوره قابل مشاهده است. سازه‌ای خاص که در واژه‌شناسی مقنّیان محلی سُرنا (sorna) نامیده می‌شود در ساختار این قنات‌ها وجود دارد که البته در هر قنات نیز نوع آن متفاوت است. بهنیاء در کتاب قنات‌سازی و قنات‌داری این سازه را با عنوان «زورنا» (zorna) ذکر کرده و این‌گونه آن‌را تعریف می‌کند: وقتی که آب از مظهر، به جای این‌که در هَرَنج جاری شود، به کوره‌ای که در ارتفاع پایین‌تر در زیر زمین کنده شده است بریزد، این حالت زورنا نام می‌گیرد. ایجاد زورنا برای استفاده از نیروی پتانسیل آب و جلوگیری از تبخیر آن است (بهنیاء، ۳۳:۱۳۷۹) پاپلی یزدی در تعریف زورنا آورده که چاهی است که آب قنات را به سطحی پایین‌تر از سطح پیش‌بینی شده هدایت می‌کند و آب را به سطح زمین، به یک میله چاه دیگر یا به کوره قنات دیگر می‌رساند (پاپلی یزدی و همکاران،۴۷:۱۳۸۸). تهرانی نیز این سازه را با نام آبشار ذکر کرده و دلیل ایجاد آن‌را جابجایی مظهر قنات می‌داند. مادر چاه قنات تابع آب‌های ساکن در زیرِ زمین بوده و تقریباً ثابت است سپس موقعیت مظهر قنات روشن می‌شود. نوع خاک، محل بهره برداری از آب، مسیر مشکل‌ساز و غیر امن و سیل‌گیر، آلودگی ناشی از فاضلاب، املاح مضر و... تأثیر خود را بر این امر دارد. گاهی با در نظر گرفتن مسائل مختلف، جابجایی مظهر قنات انجام می‌پذیرد که می‌توان با به‌کارگیری مواد و مصالح لازم، آبشارهایی در کوره قنات به‌وجود آورد و یا اگر ارتفاع شکستگی زیاد باشد اقدام به احداث آسیاب نمود (تهرانی، جزوه سازه‌های سنتی: بخش قنات ص ۳). در قنات که‌خسرو نوع این سازه، سرنا به کوره قنات است که به‌صورت چاهی است که آب بعد از فرو ریختن در آن وارد تراز پایین‌تری می‌شود که تا مظهر قنات در مزرعه کِه‌خسرو امتداد دارد. در واقع سُرنا سطح قنات را به دو تراز بالایی و پایینی تقسیم می‌کند. به نظر می‌رسد با ایجاد این سازه، مظهر قنات که بر روی بافت مسکونی قرار می‌گرفت را به زمین‌های پایین‌تر در کشتخوان کِه‌خسرو (مکان فعلی) منتقل کرده‌اند؛ بنابراین امکان مناسبی نیز برای ساخت آسیاب ریگاره در این نقطه فراهم آمده است. آب از سطح بالایی قنات در عمق ۱۹ متری زمین در تنوره زیرزمینی و ۹ متری این آسیاب فرو می‌ریزد؛ بنابراین فضاهای آسیاب به‌صورت دستکند و در عمق ۲۸ متری زمین قرار می‌گیرند. آب استفاده شده در آسیاب توسط کانالی خارج و به مجرای قنات که در اثر ایجاد سرنا پایین‌تر رفته متصل می‌شود. سُرنا اختلاف سطح ایجاد شده بین آب در سطح بالایی قنات و آبی که در اثر فرو ریختن در تنوره به سطح پایین‌تری می‌آید را از بین می‌برد. تنوره آسیاب مهریجان نیز تنوره دیگری است که به کوره قنات مهریجان در زیر زمین و قبل از مظهر متصل شده است.

- چاله استقرار چرخاب (توربین)

انتهای تنوره موازی با چالهٔ قرار گیری چرخآب تنبوشه‌ای سنگی قرار دارد. داخل این تنبوشه استوانه‌ای از جنس چوب تعبیه شده؛ سپس مجرایی آهنی (تصویر۱۹) با میخ‌های فلزی ویژه به داخل این استوانهٔ چوبی کوبیده می‌شد. آب از داخل این مجرا با فشار ثقلی زیاد پس از برخورد به پره‌های چرخابِ افقی (توربین) متصل به سنگ رویی، باعث چرخیدن این سنگ می‌شود. در هر آسیاب بسته به میزان آب قنات قطر این مجرا تعیین می‌شد که در زمان‌های پرآبی یا کم آبی امکان تنظیم مجرا بر اساس میزان آب ورودی به آسیاب وجود داشت. در مواقعی به دلیل نوسانات آب قنات (مانند کم شدن آب در تابستان)، آب قدرت پر کردن تنوره و ایجاد قدرت و فشار لازم برای چرخش سنگ را از دست می‌داد؛ بنابراین مقدار کمتری آرد به دست می‌آمد. در این حالت با تکه‌های فلزی موسوم به «مِسمار» که دورمجرا قرار می‌گرفت قطر مجرا کمتر شده؛ در نتیجه آب قدرت پر کردن تنوره راپیدا می‌کرد. مسلّم است که در هنگام پرآبی این تکه‌های حلبی از دور مجرا برداشته می‌شد. همانطور که اشاره شد چرخاب در داخل چاله‌ای ساروج اندود در صحن آسیاب و موازی با تنوره قرار می‌گیرد(تصویر۲۰). طول و عرض و عمق چاله در هر آسیاب بسته به ابعاد سنگ‌های آسیاب متفاوت است. به منظور جمع آوری آرد، سمت راست چاله، موازی دوسنگ آسیاب، فضایی ساروج اندود قرار دارد. ابعاد این فضا نیز بسته به میزان تولید آرد در هر آسیاب متفاوت است (عموماً حدود ۴۰×۵۰×۷۵ سانتیمتر). برخورد آب به پره‌های چرخاب متصل به سنگ رویین، باعث حرکت سنگها می‌شود، چرخش سنگ رویین آسیاب و اصطکاک مابین دو سنگ رویین و زیرین، گندم بین دو سنگ را آرد می‌کند. گندم آرد شده، از مابین دو سنگ در اثر نیروی گریز از

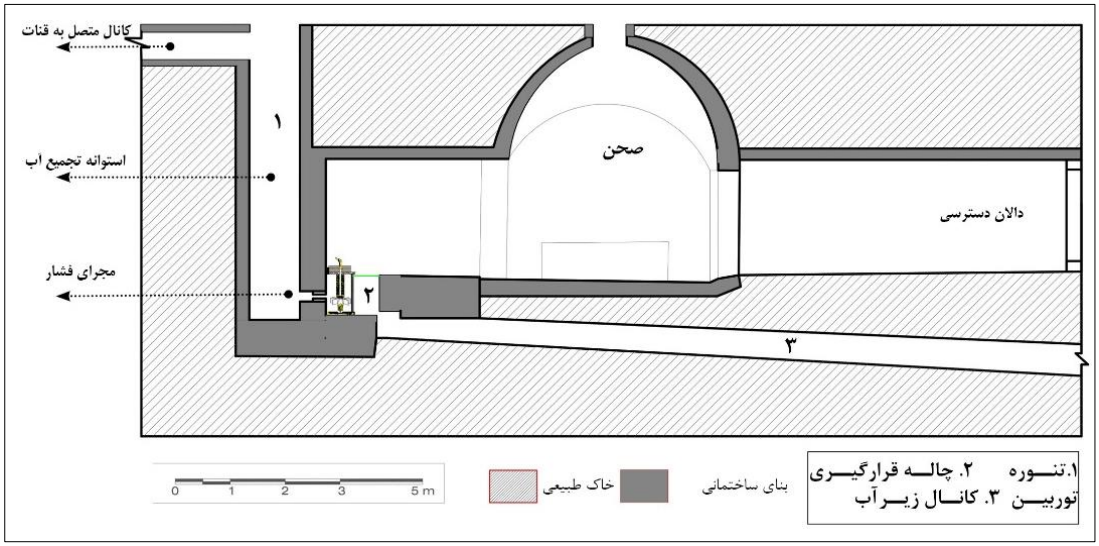
مرکز، به داخل این فضا در کنار سنگ‌ها پرتاب و در آن جمع می‌شود. از دیگر فضاهای صحن آسیاب می‌توان به دریچه‌ای سنگی اشاره کرد که به راهروی زیرزمینی متصل به چاله چرخاب دسترسی دارد. در مواقعی که توربین و پره‌ها به هر دلیلی (مانند: تعویض پره‌ها، تعویض میله، و ...) نیاز به تعمیر و سرکشی پیدا می‌کرد؛ دسترسی به این فضا به سهولت امکان‌پذیر می‌شد.

- کانال زیرآب(برگشت آب از آسیاب به قنات)

بعد از برخورد آب به پره‌های چرخاب و حرکت سنگ آسیآب توسط کانالی موسوم به کانال زیرآب از آسیاب خارج و دوباره به شاه‌جوی‌ها متصل می‌شود.این کانال‌ها بسته به هر آسیاب دارای طرح‌ها و ساختارهای متفاوتی می‌باشند. برخی با تنبوشه‌های سفالی و تعدادی نیز در اصطلاح آسیابانان سنگ‌چین شده‌اند.[۸]

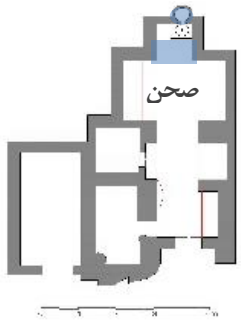
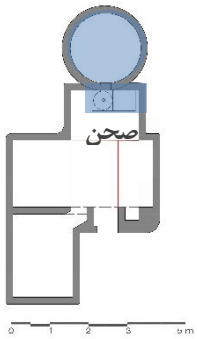
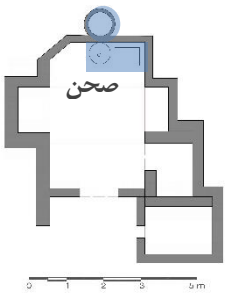
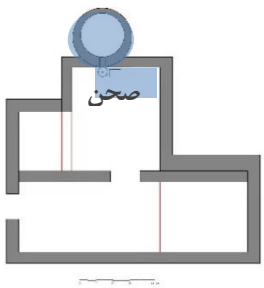
تصویر۱۸. تنوره آسیاب گور آباد منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

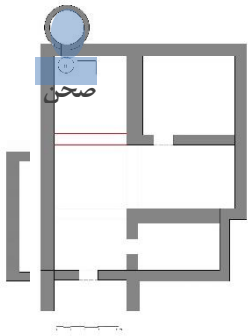
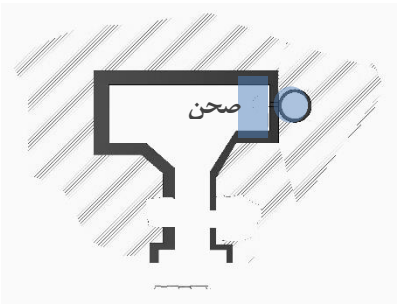
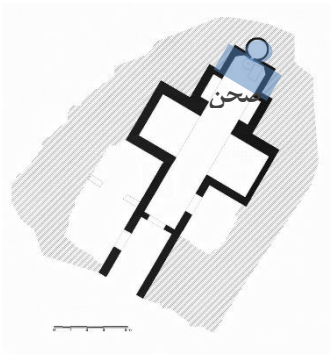
تصویر۱۹. در پوش مجرای فشار تنوره آسیاب ریگاره که در بر روی تنبوشه انتهای استوانه تجمیع آب، این مجرا قرار می‌گیرد.



تصویر۲۰. اجزای تر یک آسیاب قناتی مشخص شده بر روی نما برش آسیاب موسی .در این تصویر اجزای تنوره نیز مشخص شده است. منبع: نگارندگان.

جدول ۲. مشخصات کالبدی اجزای تر آسیابهای قناتی نایین منبع: نگارندگان

آسیاب		اجزای کالبدی تر آسیاب قناتی		
پلان	نام	کانال تنوره متصل به قنات	تنوره	موقعیت چاله استقرار توربین درصحن
	که خسرو	متصل به استخر مظهر قنات	عمق استوانه تجمیع آب۴ متر	ضلع کوچک
	طحانی	متصل به جوی اصلی کشتخوان	عمق استوانه تجمیع آب ۱ متر	یک دوم میانی ضلع
	شهداد	متصل به جوی اصلی کشتخوان	عمق استوانه تجمیع آب ۳ متر	ضلع کوچک
	قطب الدینی	متصل به جوی اصلی کشتخوان	عمق استوانه تجمیع آب ۴ متر	یک ضلع

آسیاب		اجزای کالبدی تر آسیاب قناتی		
پلان	نام	کانال تنوره متصل به قنات	تنوره	موقعیت چاله استقرارتوربین درصحن
	موسی	متصل به جوی اصلی کشتخوان	عمق استوانه تجمیع آب۵ متر	ضلع کوچک
	ملا نور	فصلی- در زمستان متصل به آب هرز قنات	عمق استوانه تجمیع آب ۴متر	یک دوم میانی ضلع
	گور آباد	متصل به مظهر قنات قبل از کشتخوان	عمق استوانه تجمیع آب ۱۳متر	ضلع کوچک

۵ بحث در نتایج و یافته ها

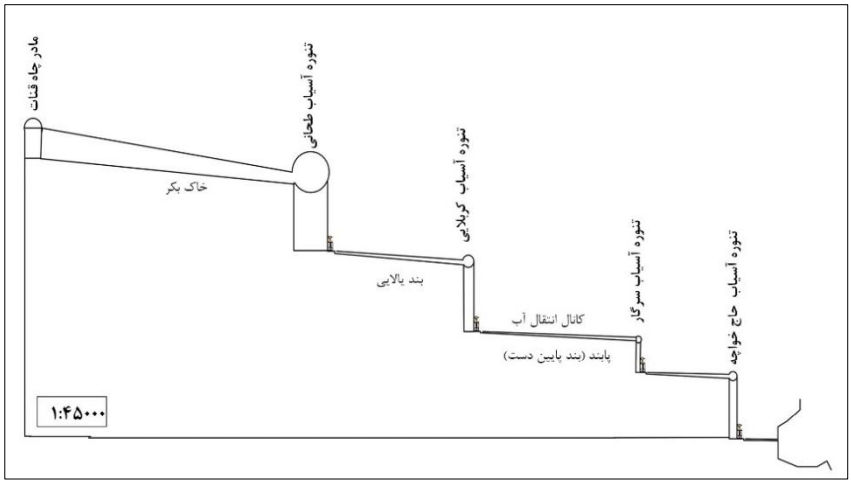
۵-۱ بحث و تحلیلِ عوامل تأثیر گذار: تاثیر نوع قنات بر اساس میزان آبدهی، در طراحی کالبدی تنوره‌ها

در آسیاب‌های قناتی، آب قنات قبل از ورود به تنوره و تجمیع در آن، انرژی لازم برای حرکت توربین و سنگهای آسیاب را ندارد. لذا با طراحی عنصر کالبدی تنوره که دارای الزامات کارکردی-کالبدی است، این کار در آسیاب‌ها محاسبه و انجام گرفته است. آب انتقالی توسط کانال متصل به قنات در استوانه تنوره تجمیع می‌گردد. با تجمیع آب در تنوره توسط سقوط آب از سطح بالاتر به سطحی پایین‌تر، انرژی پتانسیلی آب به انرژی جنبشی تبدیل و باعث حرکت سنگ آسیاب می‌گردد. در ادامه این بخش عواملی که بر طراحی کالبدی این عناصر تأثیر گذاشته‌اند تحلیل و بررسی می‌شود. همانطور که اشاره شد قناتهای نایین بر اساس میزان آبدهی به دو نوع قناتهای

خود پا و قناتهای استخری تقسیم می‌شوند. آسیاب‌ها در نایین نیز که مانند اکثر مناطق کویری، در دستهٔ آسیاب‌های قناتی تنوره‌ای قرار می‌گیرند؛ از هر دو نوع قنات مورد اشاره استفاده می‌کردند. طبق رابطهٔ $\rho = \varphi g h$ مقدار p یا فشار با h یا ارتفاع بر حسب متر نسبت مستقیم دارد؛ لذا طراحی تنوره نیز با میزان آبدهی قنات متصل به آن نسبت مستقیم دارد. بنابراین بر اساس میزان آبدهی قنات، ابعاد تنوره طراحی و اجرا می‌گردد تا انرژی لازم برای چرخاندن سنگها، در آب ذخیره شده در تنوره فراهم آید. در ادامه این بخش تأثیر دو نوع قنات مطالعه شده در طراحی کالبدی تنوره‌های آسیاب‌های نایین مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

- تنوره‌های کم عمق (زیر پنج متر)

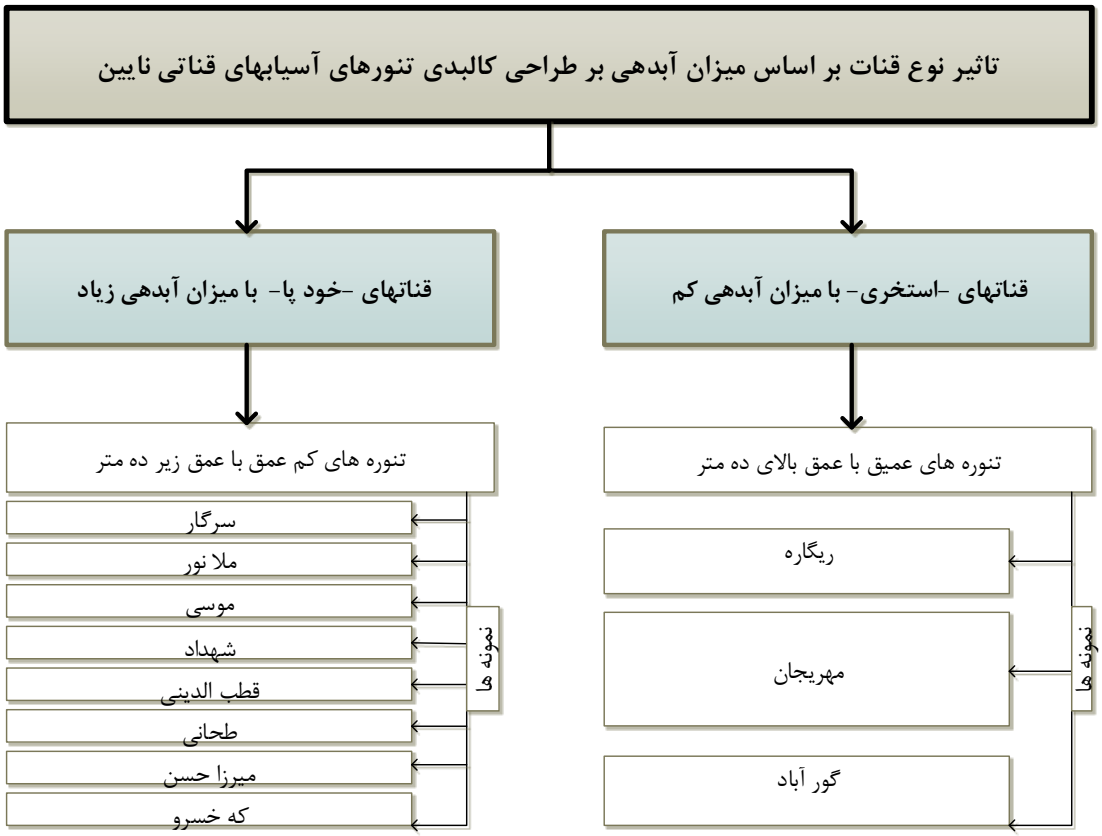
ماهیت کارکردی آسیاب‌ها به عنوان یکی از بناهای وابسته به قنات باعث شده که در نقطه‌ای مکان یابی شوند که امکان استفاده از آب قنات برای آنها فراهم آید. قنات‌های «خود پا» بر خلاف قنات‌های استخری قنات که بعد از رو آمدن ابتدا در استخر مظهر ذخیره می‌شود؛ در نقطه‌ای در ابتدای کشتخوان با نام «سر آب» به اصطلاح رو آمده و سپس برای آبیاری وارد کشتخوان‌ها می‌شود. هشت تنوره متصل به قناتهای خود پا در این گونه قرار می‌گیرند. برای طراحی این تنوره‌ها، از عامل ریخت طبیعی زمین که در کشتخوان‌ها به صورت طبقه به طبقه می‌باشد، استفاده می‌شود. در سطح بالایی کشتخوان تنورهٔ ساخته شده و برای استفاده از آب فضاهای خشک آسیاب از قبیل ورودی، دالان ارتباطی، صحن، انبار و طویله نیز در سطحی پایین‌تر از تنوره قرار می‌گیرند. تنوره دو آسیاب موسی و مُلانور که متصل به قنات خود پای گَزیسَر که از پرآب‌ترین قنات‌های نایین بوده است؛ به ترتیب دارای عمق۵ و ۴ متر هستند (جدول ۲). دسترسی به قنات که در حال آبیاری کشتخوان‌ها است، باعث ایجاد این آسیاب‌ها بر روی زمین و ساخته شدن همهٔ فضاهای آنها با مصالح بنایی می‌شود. به دلیل اینکه در اثر اختلاف سطحی که بر اثر ورود آب به عنصر چاه مانند تنوره –که باید در درون زمین حفرشود– در مسیر آب به وجود می‌آید بنابر این فضاهای خشک آسیاب باید در نقطه‌ای از کشتخوان مکان‌یابی شوند که ساختار و شکل طبیعی زمین امکان طراحی تنوره و به دنبال آن استقرار این فضاها در سطحی پایین‌تر از تنوره را فراهم کند. علاوه بر این بعد از حرکت سنگ، آب باید از آسیاب خارج و به مسیر اصلی خود برگردد. ریخت طبیعی تعدادی از کشتخوان‌ها در اصطلاح کشاورزان محلی به صورت «بَند و پا بَند»(طبقه به طبقه) می‌باشد. به هر طبقه یک «بند» و طبقهٔ پایین هر بند «پا بند» گفته می‌شود. آسیاب‌ها نیز برای رعایت الزامات کارکردی خود از این ریخت زمین استفاده کرده‌اند. ابتدا تنوره در حد فاصل اتصال بین دو بند طراحی می‌شود. آب از بند بالایی وارد تنوره شده و فضاهای آسیاب نیز پایین دست تنوره در بند پایینی قرار می‌گیرند. بنابراین با ساخت آسیاب هم نیاز تولید آرد مرتفع شده و هم با استفاده از تنورهٔ آنها بر اساس این ریخت زمین، انتقال آب در کشتخوان صورت می‌گیرد. آسیاب‌های طحانی، شهداد و قطب‌الدینی در زمینی صاف ساخته شده‌اند. سطح آنها حدود ۱ متر پایین‌تر از سطح زمین‌های اطراف است، و دسترسی به آنها از طریق رمپی صورت می‌گیرد. در این آسیاب‌ها تنبوشه‌هایی سفالی در داخل زمین بر اساس شیب در ترازی هم‌سطح تنوره تا بند پایین‌دست آسیاب آب برگشتی را انتقال می‌دهند. در کشتخوان حَنَفش، آسیاب طحانی در زمینی هموار و با تنورهٔ ۱/۵ متری ساخته شده است. بعد از این آسیاب در یک مسیر خطی ۳ تنوره روزمینی دیگر بر اساس استقرار در حل فاصل بین دو بند طراحی شده‌اند (تصویر۲۱). در دو کشتخوان وَرزیجان و محمدیه که کشتخوان مسطّح است و ریخت زمین به صورت «بند و پا بند» نمی‌باشد آسیابی نیز طراحی نشده است.



تصویر۲۱. موقعیت قرارگیری چهار اسیاب روزمینی کشتخوان حنفش ، بعد از مظهر قنات که با استفاده از ریخت طبیعی زمین که به صورت بند و پابند می‌باشد در این کشتخوان ساخته شده اند منبع: نگارندگان،۱۳۹۸

-تنوره‌های عمیق(بالای ده متر)

سه تنوره متصل به قناتهای استخری در این گونه قرار می‌گیرند. قناتهای استخری بر خلاف قناتهای خود پا که بده آب آنها ثابت و همیشگی است؛ مقدار آبدهی پایینی دارند و بیشتر زهکش مسیلها یا رودخانه‌ها محسوب می‌گردند. به همین منظور در مظهر آنها پس ازساخت استخر و ذخیره سازی آب، آبیاری زمینهای کشاورزی شروع می‌شود. در تنوره‌های متصل به قناتهای استخری با حجم آب قناتِ ورودی کم؛ با طراحی تنوره‌ای عمیق‌تر بر مقدار فشار آب افزوده می‌شد تا قدرت لازم برای آرد کردن غلات در آب به وجود آید. تنوره سه آسیاب ریگاره، میرکان و گور آباد چنین وضعیتی به لحاظ طراحی تنوره دارند. عمق تنوره این آسیاب‌ها به ترتیب، ۱۰، ۱۲ و۱۳ متر می‌باشد.



نمودار ۱. گونه های تنوره در نمونه آسیابهای مطالعه شده منبع: نگارندگان

۶ نتیجه گیری

اقلیم کویری و کم آب منطقه نایین، آسیاب‌های نایین را در دستهٔ آسیاب‌های تنوره‌ای قناتی قرار می‌دهد. قناتهای نایین نیز مانند قناتهای سایر مناطق از دوحالت رو آمده در میان کشتخوان‌ها و جاری در مجرای خود در دل زمین خارج نبوده؛ لذا امکان دسترسی و استفاده از این دو وضعیت قنات، اصل اجتناب ناپذیری در طراحی آسیاب‌ها محسوب می‌گردد. معماران گذشته با بهره‌گیری از مهارت، خلاقیت و هوشمندی و با در نظر گرفتن تمامی شرایط، بعد از مکان یابی آسیاب، در نخستین اقدام در ساخت این بناها طراحی و اجرای عنصر تر آسیاب به اسم تنوره برای استفاده از انرژی آب و تفکیک آن از فضاهای خشک آسیاب را مد نظر قرار می‌دادند. خلاقیت و توانمندی آنها در حل مسأله چگونگی متصل کردن قنات به تنوره و طراحی کالبدی تنوره بر اساس میزان آبدهی قنات، به منظور بهره گیری از انرژی جنبشی آب برای چرخاندن سنگ و تولید آرد بسیار در خور توجه است. باتوجه به اینکه آسیاب‌ها از هر دو نوع قنات خودپا و استخری در نایین استفاده می‌کردند، گونه تنوره‌های رو زمینی با اتصال به قناتهای خودپا

قرارگرفته در میان کشتخوانها و تنوره‌های زیرزمینی متصل به کوره قناتهای استخری قبل از مظهر و در زیر زمین به وجود آمده‌اند. عامل میزان آبدهی قنات ، عامل اثر گذار دیگری است که بر طراحی کالبدی تنوره‌ها تأثیر گذار بوده و باعث پیدایش دو گونه تنوره شده است. تنوره‌های کم عمق با عمق زیر پنج متر با اتصال به قناتهای خودپا با میزان آبدهی بالا، به وجود می‌آیند. قناتهای استخری با میزان آبدهی کمتر نسبت به قناتهای خود پا، باعث طراحی گونه تنوره‌های عمیق با عمق بالای ده متر شده‌اند. در این تحقیق بر خلاف پژوهشهای پیشین در این زمینه، به شکل مستقیم یک عنصر کالبدی در کلیت کالبدی آسیاب‌های نایین مورد تحلیل و واکاوی قرار گرفت، و دستاوردهای آن از ابهامات موجود در زمینه طراحی عنصر تنوره در آسیاب‌ها که تاکنون نادیده انگاشته شده بود، تا حد قابل قبولی توانست کم کند. این کسب معرفت نسبت به چگونگی طراحی و پیشینه کالبدی یک بنا پیش نیاز هر نوع اقدام عملی بر روی کالبد از قبیل حفاظت، مرمت، و...می‌باشد.

پی نوشت‌ها

۱. از جملهٔ این منابع می‌توان به «آسیاب‌های قناتی یزد»(عباسی هرفته و فرح زا ،۱۳۹۰)و «آسیاب‌هایی که با آب قنات کار می‌کنند»(پاپلی یزدی،۱۳۶۴)اشاره کرد.

۲. مهدی فرشاد در کتاب تاریخ مهندسی در ایران ص ۹۵ اشاره کرده است که نخستین تاریخ به دست آمده در خصوص آسیاب در ایران مربوط به دورهٔ اشکانی و در زمان مهرداد پادشاه اشکانی است.

۳. به این حفره در اصطلاح آسیابانان «گود چو» به معنای محل گودِ جمع شدن آرد، گفته می‌شود. آسیابان آرد را از درون حفره جمع آوری کرده و در جوال‌های صاحبان گندم می‌ریخت. برای رعایت مسائل بهداشتی و عدم وارد شدن مواد زاید به آرد و همچنین به دلیل مجاورت با آب دیوارها و پوشش این فضا با ساروج اندود می‌شدند. کف سازی نیز با آجر وملات آهکی صورت می‌گرفت. این فضا در آسیاب‌های دستکند ابتدا در زمین کنده شده و سپس با سیستم دیوار باربر و سازه‌های تاقی ساخته می‌شود.

۴. قنات یا کاریز عبارت است از مجموعه‌ای از چند میله چاه و یک کوره (مجرا، تونل؛ دهلیز، کانال) زیرزمینی که با شیبی کمتر از شیب سطح زمین، آب موجود در لایه (لایه‌های) آبدار مناطق مرتفع زمین را به کمک نیروی ثقل و بدون کاربرد نیروی کشش و هیچ نوع انرژی الکتریکی جمع‌آوری می‌کند و به نقاط پست‌تر می‌رساند؛ به عبارت دیگر، قنات را می‌توان نوعی زهکش زیرزمینی دانست که آب جمع‌آوری شده توسط این زهکش به سطح آورده می‌شود و به مصرف آبیاری یا شرب می‌رسد (بهنیاء، ۱۳۷۹، ۹).

۵. در نایین دسته‌بندی دیگری براساس مصارف آب قنات می‌توان ارایه داد. قنات‌هایی که بلافاصله بعد ازمظهر برای آبیاری وارد کشتخوان می‌شوند (مانند قنات‌های گزَیسَر، حَنَفش، گور آباد و کِه‌خسرو) «قنات زراعی» نامیده می‌شوند. برخلاف قنات زراعی، «قنات شهری» (مانند وَرزیجان، مهریجان ومحمدیه) بعد از مظهر ابتدا وارد بافت مسکونی شده و بعد از استفاده در خانه‌ها، حمام‌ها و... به آبیاری باغات کنار شهر و سپس کشتخوان‌ها می‌پردازد. از قنات شهری میرکان یا مهریجان در بافت تاریخی نایین محلات سرای نو، گودالو، بخشی از چهل دختران، باغستان، حمام امامزاده وتعدادی باغ استفاده می‌کردند. آسیاب مهریجان را در پایان مسیر آن در کنار بافت مسکونی محله باغستان مکانیابی کرده‌اند (تنها آسیابی است که با بناهای شهری مانند مسجد و آب‌انبار همجوار است). امروزه جز قنات گزیسر و قنات مهریجان که خشک شده‌اند، بقیه قنات‌ها با میزان آب بسیار کمتر نسبت به گذشته، دایر می‌باشند.

۶. کشتخوان شامل محدوده زراعی است که توسط یک قنات آبیاری می‌شود. کشتخوان‌ها اکثراً به نام قنات آن‌ها نامیده می‌شوند؛ آسیاب‌های نایین در ۵ کشتخوان گَزیسَر، شهداد، حَنَفش، گورآباد و کِه‌خسرو واقع شده‌اند.

۷. در مواقعی که به هردلیلی (مانند تعمیرات تنوره، جایگزینی پره‌ها، تعویض سنگ‌ها و.) آب نمی‌بایست وارد آسیاب شود در ابتدای کانال انتقال دریچه‌ای تعبیه شده بود که با بستن این دریچه، جریان آب به داخل تنوره قطع می‌شد و از کانال دیگری که برای آن در نظر گرفته بوده‌اند به مسیر خود ادامه می‌داد.

۸. در حالت سنگ‌چین جداره‌های کانال و پوشش آن به نحوی که آب از آن رسوخ نکند با سنگ‌های تخت پوشانده می‌شد.

References

- Abbasi Herfateh, Mohsen, Farahza, Nariman. (2011). Qanat Watermills in Yazd. Soffeh Journal, Issue 170, 55-155. (In Persian).

- Ashrafi, Mahnaz. (2011). A typological Study of Hand-Dug Architecture. Journal of Architecture and Urban Planning. Issue 7, 25-47. (In Persian).

- Behniya, Abdolkarim. (2000). Qanats: Excavation and Management. Tehran: Academic Publishing Center. (In Persian).

- Farshad, Mehdi. (1983) The History of Engineering in Iran. Tehran: Neishabur Foundation. (In Persian).

- Moieen, Muhammad. (1983). Persian Dictionary. Tehran: Amir Kabir. (In Persian).

- Muhammad Mofradi, Asghar. (1995). The Qanats in Naeen and Old Muhammadiyyeh and Their Roles in Organization of Architecture and Urban Studies. Articles presented in the Conference on the History of Architecture and Urban Studies in Iran. Vol 1, 139-148. (In Persian).

- Papoli Yazdi, Muhammad Hussein & et al. (2009). The Qanats in Taft. Mashad: Papoli Publication. (In Persian).

- Papoli Yazdi, Muhammad Hussein. (1985). Watermill Operating by Qanat. Journal of Literary Studies of Mashad Ferdowsi University. Serial No 18, Issue 1, 3-30. (In Persian).

- Safinejad, Javad. (2005). Traditional Irrigation System in Naeen. Iranian National Committee on Irrigation & Drainage and Isfahan and Chahar Mahal-o-Bakhtiari Regional Water Organization. (In Persian).

- Soltani Muhammadi, Mehdi and Soleimani, Arian. (2013). Rigareh Watermill: Location, Function & Architecture. Asar Journal. Issue 63, 51-68. (In Persian).

- Tehrani, Farhad. Bita, A Course Pamphlet on Traditional Structures, Qanats. Architecture and Urban Studies Faculty of Shahid Beheshti University, Restoration Department. (In Persian).