مکان‌یابی، کارکرد و معماری آسیاب دست‌کند ریگاره

مهدی سلطانی محمدی
کارشناس ارشد مرمت و احیای بناها و بافت‌های تاریخی.
mahdisoltani2012@yahoo.com
آرین سلیمانی
کارشناس ارشد مرمت و احیای بناها و بافت‌های تاریخی.
aryansoleimani.uni@gmail.com
محمود ستایش مهر
کارشناس ارشد مرمت و احیای بناها و بافت‌های تاریخی.
msetayeshmehr@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۶

چکیده
به دلیل فقدان رود جاری در نایین، در کنار استفاده از آب قنات در کشاورزی، با طراحی و ساخت آسیاب از انرژی آب این قنات‌ها برای تولید آرد بهره‌گیری شده است. فضاهای معماری، کانال‌های ورود و خروج آب، تنوره و اجزای سیستم مکانیکی (چرخاب (توربین)، پره‌ها، تبری و ...) سه جزء متفاوت ولی در عین حال مکمّل هم در یک آسیاب هستند. این پژوهش به عنوان اولین مطالعه‌ای که یکی از آسیاب‌های نایین را بررسی می‌کند سعی بر آن دارد تا ضمن معرفی اجمالی آسیاب ریگاره به بررسی عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی و معماری این آسیاب بپردازد. بیش‌تر آسیاب‌های نایین به دلیل قرارگیری‌شان در میان زمین‌های کشاورزی که امکان استفاده از آب جاری قنات را برای آنها ممکن می‌کرده است، بر روی زمین احداث شده اند. بر خلاف این آسیاب‌ها آسیاب ریگاره در نقطه‌ای مکان-یابی شده است که قنات کِه‌خسرو در عمق ۱۹ متری زمین به طرف مظهر خود حرکت می‌کند. بنابراین با محاسبهٔ تنورهٔ ۹ متری برای آن، در عمق ۲۸ متری و با معماری دست‌کند، آسیاب طراحی و ساخته شده است. در مسیر قنات کِه‌خسرو و در نزدیکی آسیاب سازه‌ای به نام سُرنا قرار دارد که سطح قنات را به دو تراز تقسیم می‌کند و در نتیجه آب مورد استفاده در آسیاب می‌تواند توسط کانالی به مجرای قنات در تراز پایینی آن برگشت کند. این پژوهش بر پایهٔ روش توصیفی ـ تحلیلی و ارزیابانه، مبتنی بر مطالعات و مشاهدات میدانی نتیجه خواهد گرفت که وجود سازهٔ سُرنا در قنات کِه‌خسرو، باعث مکان‌یابی آسیاب در این نقطه شده است. هم‌چنین قرارگیری آسیاب در مکان فعلی، و به دنبال آن عامل دسترسی به آب قنات کِه‌خسرو، علت دست‌کند شدن آسیاب شده است. معماری دست‌کند آسیاب نیز در ذیل گونهٔ آثار دست‌کند عمودی و دستهٔ فضاهای زیر زمینی قرار می‌گیرد..

واژه‌های کلیدی
معماری دست‌کند، آسیاب زیرزمینی، ریگاره، قنات کِه‌خسرو، نایین.

مقدمه

آسیاب ریگاره از آثار تاریخی شهرستان نایین در محوطهٔ قبرستان فعلی محمدیه قرار دارد. محمدیه در امتداد خیابان امام خمینی نایین به سمت شرق قرار گرفته است و هم‌اکنون نیز بخشی از شهر نایین است و زیر نظر شهرداری آن اداره می‌شود. این آسیاب در عمق ۲۸ متری زمین برای دسترسی به آب قنات کِه‌خسرو ایجاد شده و هم‌نشینیِ مناسب و درخور توجهی با این قنات به وجود آورده است. تمامی فضاهای معماری این آسیاب به صورت دست‌کند در دل زمین ایجاد شده اند. به سبب کم شدن آب قنات و مقرون به صرفه نبودن تولید آرد توسط آسیاب و هم‌چنین ورود موتورهای دیزلی برای آرد کردن گندم به نایین، به‌مرور آسیاب رونق و کاربری خود را از دست داد و از اوایل دههٔ ۱۳۵۰ شمسی به بعد ورودی و تمام چاه‌های نورگیر آن از خاک پر شد و آسیاب به گونه‌ای در درون زمین مدفون شد. ادارهٔ میراث فرهنگی نایین در سال ۱۳۸٤ به بازگشایی و مرمت آسیاب پرداخت و در تاریخ ۱۳۸۹/۱۱/۱۹ این اثر به شمارهٔ ۲۹۷۷۸ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسید.[1] پژوهش حاضر بر پایهٔ مطالعات میدانی و مصاحبه با افراد مطّلع (سنت شفاهی) به این سؤالات پاسخ می‌دهد:

- چرا با وجود ساخت اکثر آسیاب‌های نایین بر روی زمین، این آسیاب با معماری دست‌کند و در این عمق طراحی و ساخته شده است؟
- نحوهٔ ورود و خروج آب و استفاده از انرژی آن برای تولید آرد چگونه و به چه کیفیت بوده است؟
- چرا تکنیک معماری آسیاب دست‌کند است؟ خصوصیات و کارکرد این فضاهای دست‌کند چیست؟

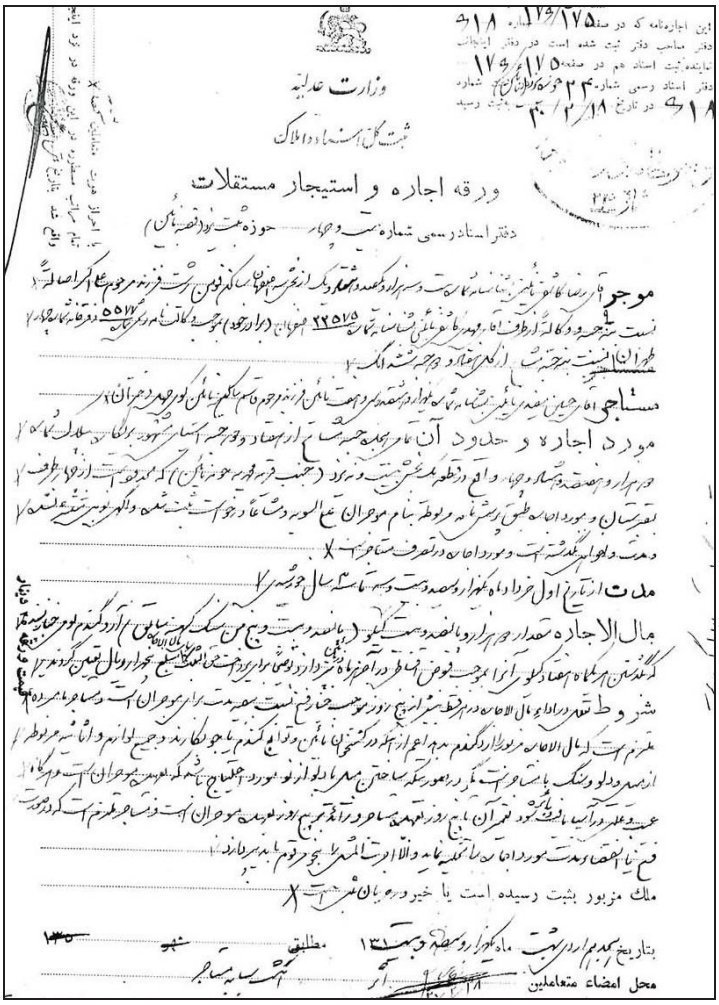
در این پژوهش در بخش اول قدمت و مالکیت آسیاب، بررسی فضاهای آسیاب و نحوهٔ ورود و خروج آب به آسیاب بررسی شده و به شناخت و معرفی آسیاب پرداخته می‌شود. در بخش دوم نیز دربارهٔ عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی و طراحی آسیاب بحث می‌شود. بخش سوم نیز به گونهٔ معماری دست‌کند آسیاب و چرایی انتخاب آن برای ساخت آسیاب می‌پردازد. در نهایت نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارایه می‌شود. بخش پیوست نیز در برگیرندهٔ نحوهٔ کار اجزای سیستم مکانیکی و چگونگی تبدیل انرژی پتانسیلیِ ستون آب (تنوره) به نیروی گردش سنگ آسیاب و تولید آرد است.

۱. شناخت آسیاب

۱. ۱. قدمت و مالکیت آسیاب: در مورد قدمت قنات کِه‌خسرو سند قابل اتکایی در دست نیست. اگرچه فرسایش زیاد جداره‌های قنات بیانگر قدمت آن است، ولی تا زمان بررسی دقیق‌تر علمی، در این زمینه نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد. قنات کلمه‌ای عربی است که مفهوم لغوی آن کانال، ترعه و... است. معادل لاتین قنات «کانا» و در زبان پهلوی «کهس» و معادل فارسی آن «کاریز» یا «کهریز» است که امروزه بیش‌تر در شرق ایران و افغانستان از آن استفاده می‌شود. این کلمه در اصفهان به صورت «کِی» و در روستاهای جنوب شرقی ایران به صورت «کِه» کاربرد دارد (سعیدی، ۱۳٦۷: ۷۸ـ۸۱). در نایین «کِه» به معنای کانالی است که در مناطق شهری (خانه‌ها، اماکن عمومی، و...) برای دسترسی به آب قنات حفر می‌کرده اند. بر اساس این شواهد به احتمال قریب به یـ کِه‌خسرو به معنای قناتِ خسرو بوده و از «کِه» به معنای قنات و خسرو، فردی که بانی قنات و احتمالاً شاه و یا بزرگی بوده، تشکیل شده است. در اثر کثرت استعمال امروزه کِه‌خسرو به کیخسرو تبدیل شده است و به صورت اخیر خوانده می‌شود. در مورد قدمت آسیاب نیز اطلاع دقیق و مدرک معتبری وجود ندارد. فقط تعدادی اجاره‌نامه از دههٔ ۲۰ و ۳۰ شمسی در دست است که بر طبق آنها دو خاندان مفیدی و طحانی هر

یک سه دانگ از آسیاب را از خاندان کاشفی که مالک آسیاب بوده اند اجاره کرده اند. جد خاندان کاشفی آخوند کاشفا از اهالی بیدگل کاشان بوده که در زمان صفویه به دستور علامه مجلسی به نایین آمده و متصدی امور شرعیهٔ نایین شده است. او حوالی منزل‌اش در محلهٔ پنجاهه مسجدی ساخت که به مسجد میرزای کاشفی معروف شد (بلاغی، ۱۳۶۹: ۱۱۵). بر طبق گفته‌های آسیابان آسیاب ریگاره، بر اساس وقفنامهٔ مسجدِ میرزا کاشفا، باید سالانه مقداری آرد برای پیش‌نماز و اذان‌گوی مسجد توسط مستأجرین آسیاب ریگاره پرداخت می‌شد (تصویر ۱).

اجاره‌نامه‌ای از دههٔ ۱۳۲۰ شمسی است که بر طبق آن آقای مهدی کاشفی مالک ۱/۵ دانگ آسیاب با مال‌الاجارهٔ سالانه ۱۵۲۰ کیلوگرم آرد گندم، سهم خود از آسیاب را به آقای حسین مفیدی اجاره می‌دهد. نکتهٔ جالب اجاره‌نامه این است که وسایل آسیاب اعم از چرخ و سنگ و میله و دَلو را باید مستأجر تهیه کند و اختیار فسخ اجاره‌نامه نیز با موجر بوده و او 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.


وزارت عدلیه

ثبت کل اسناد و املاک

ورقه اجاره و استیجار مستقلات

موجر

مستاجر

مورد اجاره و حدود آن

مدت

مال‌الاجاره

محل امضاء متعاملین

تصویر۱.تصویری از اجاره نامهٔ آسیاب در دههٔ ۲۰ شمسی (ماخذ آقای حیدر مفیدی آسیابان آسیاب ریگاره).

۱. ۲. فضاهای آسیاب ریگاره

۲. ۱. مسیر شیبدارِ روبازِ منتهی به درگاه ورودی و دالان ارتباطیِ الحاق‌شده: در سطح زمین بعد از طی مسیر شیبدار روبازی با دیوارهای سنگیِ کاهگل اندود به طول ۱۲ متر، درگاه ورودی آهنی و سپس دالان الحاقی قرار گرفته است. در گذشته و هنگام دایر بودن آسیاب همان‌طور که در عکس هوایی سال ۱۳۳۵(تصویر ۲) دیده می‌شود و قبل از پر شدن فضاهای آن از خاک، آسیاب در سطح زمین درگاه ورودی نداشته است و تنها نمود خارجی آسیاب (غیر از چاه‌های نورگیر) این حفرهٔ باز ورودی در پایین سطح شیب‌دار بوده است. امروزه بعد از درگاهِ ورودی آهنی دالانی الحاقی به طول ۲۶ متر و عرض بین ۱ تا ۱/۵ متر قرار دارد. این دالان بعد از خاکبرداری (تصویر۳) با دیوارهای سنگیِ کاهگل اندود و طاق ضربی آجری ساخته شد (تصویر ٤)(نقشه ۱).

تصویر ۲.ساخت طاق ضربی دالان الحاقی. در تصویر پوشش صفهٔ فروش بلیت هم قابل مشاهده است
(مأخذ: آرشیو ادارهٔ میراث فرهنگی نائین).

تصویر۳ .موقعیت آسیاب در مجاورت باغ‌های کنار بافت مسکونی محمدیه مشخص‌شده بر روی عکس هوایی سال ۱۳۳۵ .در تصویر حفرهٔ ورودی آسیاب قابل مشاهد است (مأخذ: سازمان نقشه‌برداری کشور).

۱. ۲. ۲. دالان ارتباطیِ دست‌کند: این دالان دست‌کند بعد از دالان الحاقی قرار دارد. طول آن ٤٤ متر است و با کفی شیب‌دار تا درگاه محوطهٔ کار آسیاب امتداد دارد. همان‌طور که اشاره شد در گذشته بعد از گذشتن از سطح شیبدار روباز، ابتدا حفرهٔ ورودی و سپس این دالان ٤٤ متری قرار داشت که از ابتدای آن محوطهٔ کار آسیاب که آسیابان در آن محل مشغول کار بود قابل دیدن بود. در واقع مراجعان به وسیلهٔ چراغی که در آنجا روشن شده بود از بالای دالان به طرف پایین آسیاب راهنمایی می‌شدند. امروزه کف این دالان با خاک رس کوبیده پوشیده شده است ولی در گذشته و هنگام دایر بودن آسیاب حدود ۵ سانتی‌متر ماسهٔ بادی می‌ریختند تا با توجه به شیب تند دالان، حرکت چهارپایان به سهولت صورت گیرد (تصویر ۵ و ٦).

۱. ۲. ۳. چاه‌های نورگیر: این چاه‌ها به عنوان یکی از نمودهای خارجی آسیاب در هنگام دایر بودن آسیاب دارای کارکردهای زیر بوده اند: ۱. بیرون دادن خاک حاصل از

تصویر۴. مسیر شیبدار منتهی به درگاه ورودی آسیاب بر روی زمین (مأخذ: نگارندگان).

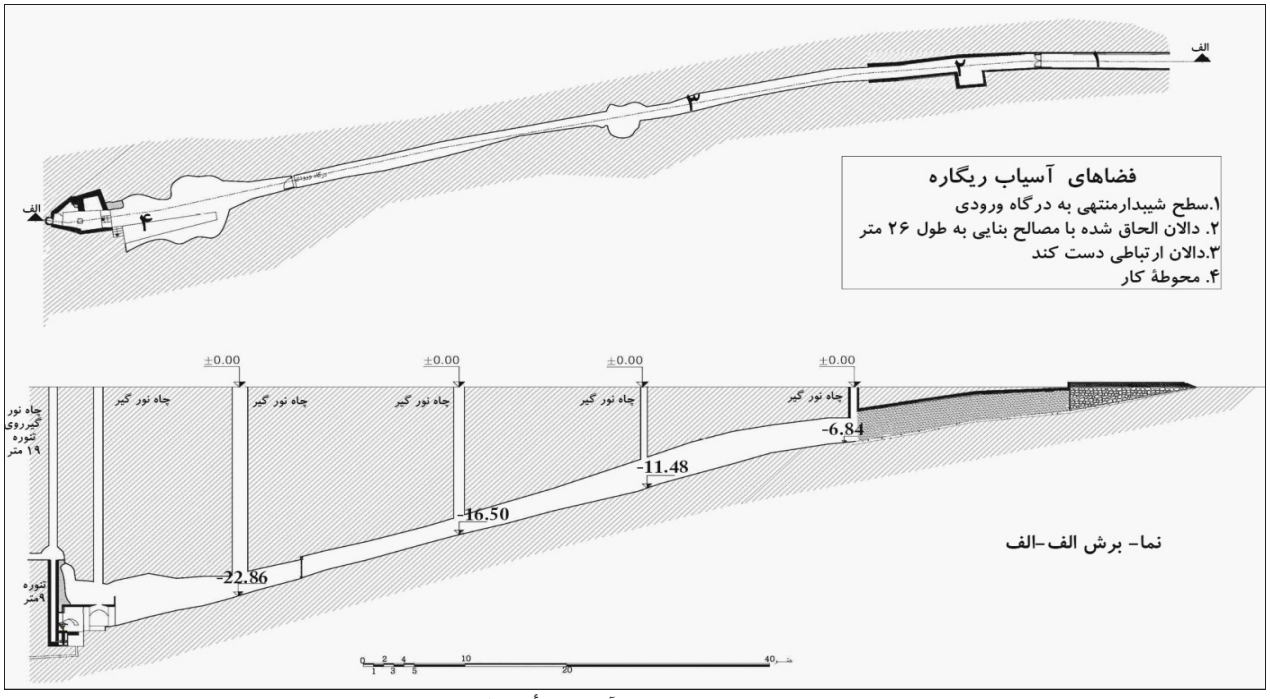
تصویر ۵. دالان الحاقی به آسیاب با اندود کاهگل.عکاسی به طرف محوطهٔ کار آسیاب (مأخذ: نگارندگان).

تصویر ۶. دالان ارتباطی دست‌کند. عکاسی به طرف محوطهٔ کار آسیاب (مأخذ: نگارندگان).

کندن آسیاب، به هنگام احداث آن؛ ۲. تأمین نور و روشنایی آسیاب؛ ۳. تهویه و انتقال گرد و غبار حاصل از آرد کردن گندم به بیرون؛ ٤.سهولت در کار مراجعان که از بالای چاه‌ها با سؤال از آسیابان از آرد شدن گندم خود اطلاع حاصل می‌کردند. چاه‌ها اکنون نیز که آسیاب از کار افتاده است هم‌چنان کارکرد روشنایی و تهویه محیط را بر عهده دارند. البته در حال حاضر لامپ‌های برقی وظیفهٔ روشنایی در سراسر آسیاب را انجام می‌دهند. در این آسیاب شش چاه نورگیر با عمق‌ها و قطرهای مختلف حفر شده است. سه چاه در دالان ارتباطی (یکی از آنها واقع در دالان الحاقی که در عملیات مرمتی با مصالح بنایی احداث شده است) و دو چاه در محوطهٔ اصلی آسیاب و یک چاه دیگر روی تنوره حفر شده اند. در حال حاضر این چاه‌ها در سطح زمین با دریچهٔ فلزی مشبّک پوشانده شده اند.

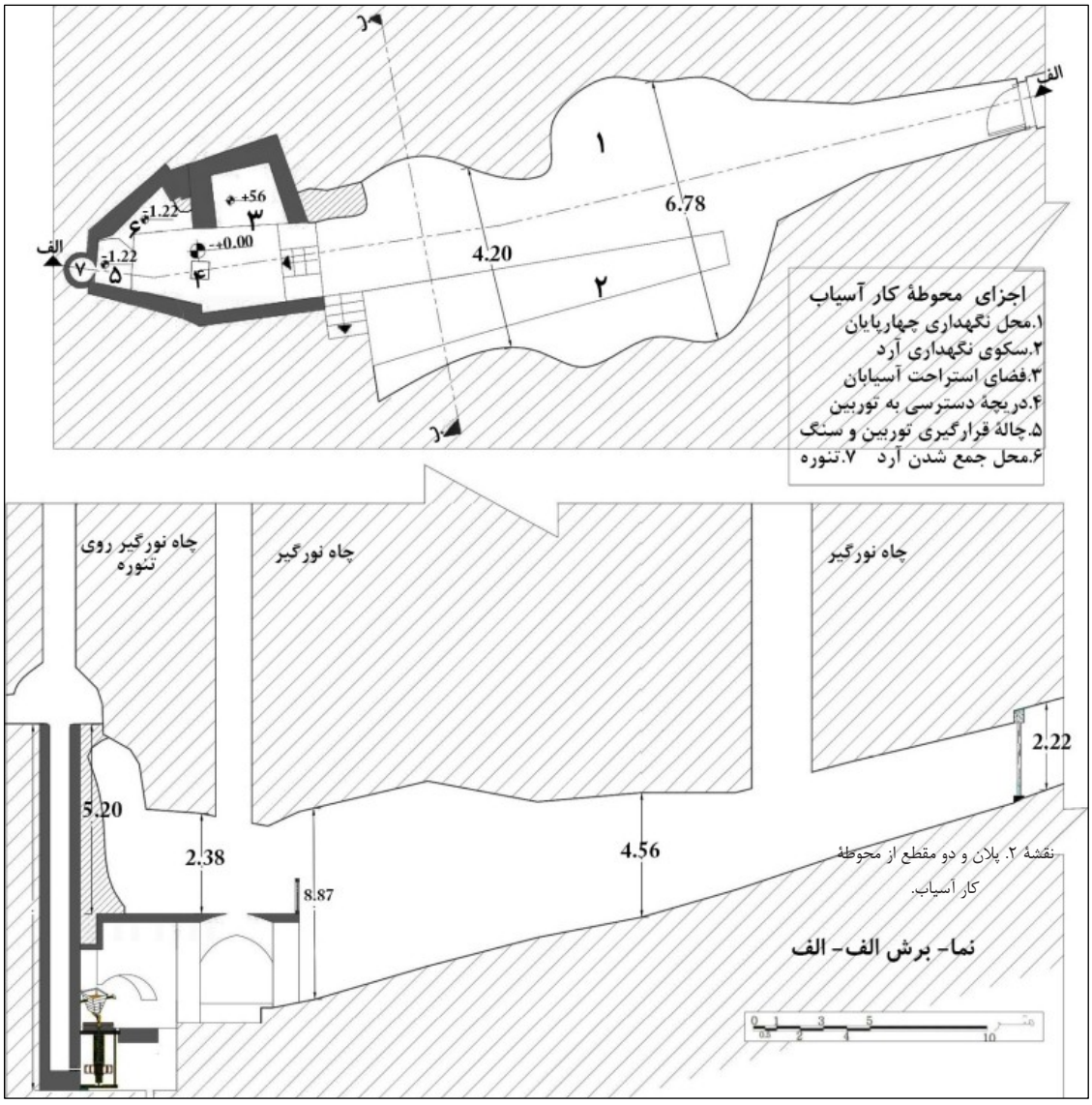
۱. ۲. ٤. محوطهٔ کارِ آسیاب: در انتهای دالان ارتباطی، درگاهی چوبی قرار گرفته است که به طرف محوطهٔ کار آسیاب باز می‌شود. در گذشته این در تنها درگاه آسیاب بوده که قابلیت قفل شدن نیز داشته است. محوطهٔ کارِ آسیاب فضای دست‌کند وسیعی است. در این محوطه فضاهایی مانند محل نگهداری چهارپایان و سکوی نگهداری گندم قرار دارد. بعد از طی مسیر شیبداری از درگاه ورودی به طول ۱۹ متر، در عمق ۲۸ متری از سطح زمین دو فضا قرار گرفته اند که تنها فضاهای آسیاب هستند که با مصالح بنایی احداث شده اند. ورود به این فضاها از طریق سه پلهٔ سنگی صورت می‌گیرد. اولین فضا در مرمت سال ۱۳۸٤ با پوشش چهاربخشی آجری، بر روی جرزهای باقیمانده از قبل ساخته شده است. در سمت راست این فضا، محل استراحت آسیابان قرار دارد که صفه‌ای آجری است که ٥٦ سانتی‌متر از سطح زمین بالاتر است (تصویر ۷). بعد از این قسمت فضایی با پوشش طاق آهنگ و جرزهای آجری احداث شده است. در این فضا کلیهٔ فعالیت‌های مربوط به آرد شدن گندم صورت می‌گیرد. در انتهای این فضا و موازی با تنوره، چالهٔ قرارگیری چرخاب به عمق ۱۲۲ سانتی‌متر، و محل جمع شدن آرد واقع شده است. دریچه‌ای سنگی در میان این فضا تعبیه شده است تا درمواقعی که توربین و پره‌ها به هر علتی (تعویض پره‌ها،

تعویض میله، و ...) نیاز به تعمیر و سرکشی پیدا کرد، دسترسی به چالهٔ قرارگیری چرخاب به سهولت امکان‌پذیر باشد. روی سقف این دو فضا، پله‌هایی امکان دسترسی به بالای تنوره و کانال انتقال آب (برای قطع و وصل جریان آب به تنوره) را فراهم می‌کند. این پله‌ها گلی بودند و در عملیات مرمت با آجر و ملات سیمان روکش شدند (نقشه ۲).

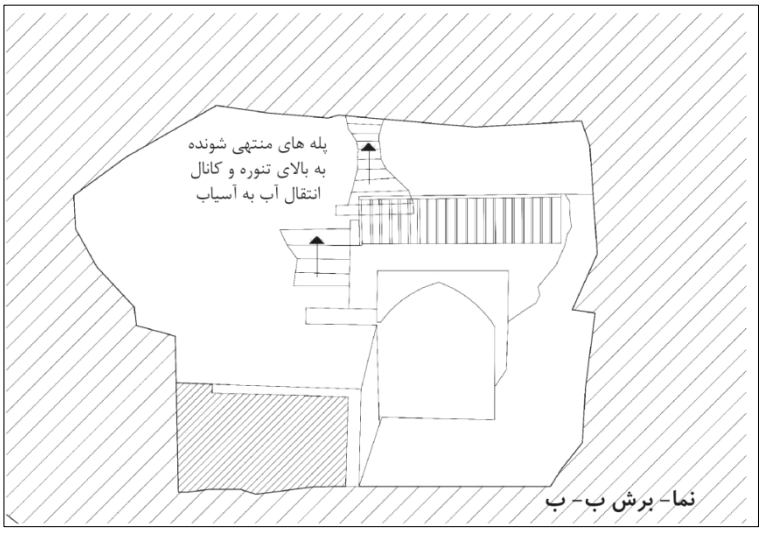


نقشهٔ ۱. پلان و مقطع از آسیاب (مأخذ: نگارندگان).

تصویر۷. درگاه محوطهٔ کار آسیاب.
(مأخذ: نگارندگان).



نقشهٔ ۲. پلان و دو مقطع از محوطهٔ کار آسیاب.



نقشهٔ ۲. پلان و دو مقطع از محوطهٔ کار آسیاب (مأخذ: نگارندگان).

۱. ۳. ورود آب به آسیاب و تجمیع آن در تنوره و چگونگی بازگشت آن به قنات

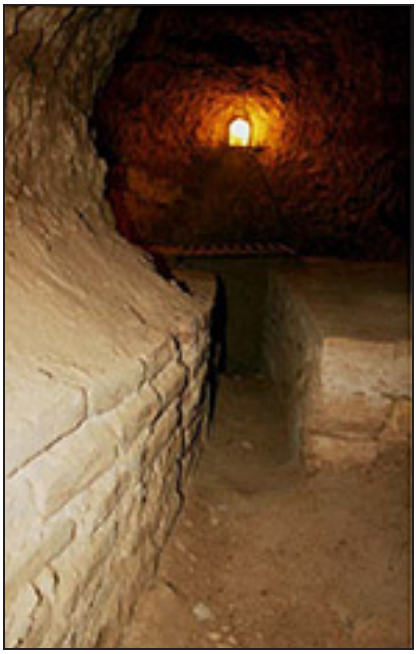
از آنجا که مجرای قنات کِه‌خسرو در عمق ۱۹ متری زمین به طرف مظهر خود ادامه پیدا می‌کند، آب توسط کانالی موسوم به سرآب که در همین عمق قرار دارد وارد تنورهٔ آسیاب ریگاره می‌شود. بعد از تجمیع و ایجاد فشار در آب و چرخاندن سنگ آسیاب، آب توسط کانال دیگری مجدداً به مجرای قنات برگشت می‌کند و به مسیر خود تا مظهر قنات ادامه می‌دهد. در این بخش به نحوهٔ کار این دو کانال و هم‌چنین تنوره پرداخته می‌شود.

۱. ۳. ۱. کانال سرآب (کانال انتقال آب از قنات به آسیاب): این کانالِ متصل به کورهٔ قنات کِه‌خسرو که ۲۱ متر طول دارد، وظیفهٔ انتقال آب از قنات به تنوره را بر عهده دارد. سه متر از جداره‌های کانال در محل اتصال به تنوره با آجر و ملات گل‌آهک ساخته 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 قرار می‌گرفت. در مواقعی که به هر علت مانند تعویض کردن سنگ آسیاب، تعمیر توربین و پره‌ها، تمیز کردن تنوره، و... نیاز بود که جریان آب به داخل تنوره قطع شود، آجری جلو مجرا قرار داده می‌شد. در اثر این عمل آب پشت کانال انباشته شده و به کورهٔ قنات باز می‌گشت. زمانی که آب باید دوباره وارد تنوره می‌شد با برداشتن آجر مذکور، آب انباشته‌شده در پشت کانال، طبق گفتهٔ آسیابان در عرض ۹۰ ثانیه تنوره را پر می‌کرد.

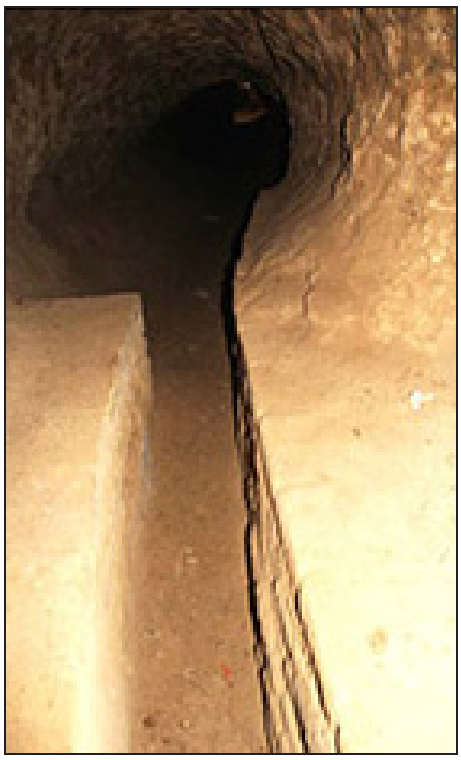
۱. ۳. ۲. تنوره: آسیاب‌ها از نظر نوع و سیستم مکانیکی به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱. آسیاب ناوی (ناودانی) ۲. آسیاب پره‌ای یا تنوره‌ای (nors) که می‌توان آن را حاصل تحول دیرهنگام‌تر آسیاب ناوی دانست. آسیاب‌های تنوره‌ای و ناوی دارای محور عمودی با چرخاب افقی هستند که در مناطق کم‌آب برای استفاده از آب قنات، نهر، رودخانه، یا چشمه ساخته می‌شدند. ۳. آسیاب شناور بر سطح یا زیر آب در مسیر رودخانه‌های پرآب. این نوع آسیاب‌ها بر حسب عمق و میزان آب به دو دستهٔ روگرد یا زیرگرد تقسیم می‌شوند (محبی، ۱۳۸۳: ۷۸). آسیاب ریگاره مانند سایر آسیاب‌های نایین در دستهٔ آسیاب‌های تنوره‌ای قرار می‌گیرد. در آب دو نوع انرژی وجود دارد :۱. انرژی جنبشی که در آب جاری است و موجب جریان آب می‌شود، و ۲. انرژی پتانسیلی که در آب باقی است و هنگام سقوط آب از سطح بالا به سطح پایین‌تر به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در آسیاب‌ها کار تبدیل انرژی پتانسیلی آب قنات به انرژی جنبشی تنوره صورت می‌گیرد. تنوره یا برجِ آب آسیاب ریگاره مخزنی استوانه‌ای‌شکل به قطر ۷۵ سانتی‌متر و عمق ۹ متر از جنس آجر است که با ملات گل‌آهک به طرز ماهرانه‌ای اندود شده است. پایین تنوره حفره‌ای سنگی تعبیه شده است که مجرای آهنیِ فشار درون آن قرار می‌گیرد. ابعاد تنورهٔ آسیاب‌ها بر اساس میزان آب قنات تعیین می‌شود، تا بعد از ورود آب به تنوره قدرت و فشار لازم برای چرخش سنگ در آب به دست آید. بر اساس میزان آب قنات کِه‌خسرو تنورهٔ ۹ متری برای این آسیاب ساخته شده است. آسیاب دیگری در مظهر این قنات قرار دارد که دارای تنوره‌ای به عمق ۳ متر است. آب در طول شب در استخر بزرگ مظهر ذخیره می‌شد و هنگام روز با گشودن دریچهٔ استخر وارد تنورهٔ این آسیاب شده و بعد از چرخاندن سنگ آسیاب در آبیاری کشتخوان کِه‌خسرو به کار می‌رفت. بدیهی است که مقدار آب ذخیره‌شده در استخر که وارد این آسیاب می‌شد، بسیار بیش‌تر از مقدار آبی بوده که از مجرای قنات وارد تنورهٔ ۹ متری آسیاب ریگاره می‌شده است. بعد از انباشت آب در تنوره، برای تولید آرد نیاز به یک سیستم مکانیکی است تا نیروی آب تجمیع‌شده در تنوره به نیروی چرخش سنگ تبدیل

شود. در پیوست شمارهٔ ۱ اجزای سیستم مکانیکی این آسیاب معرفی و بررسی شده اند.

۱. ۳. ۳. کانال زیرآب (کانال برگشت آب به قنات): بعد از چرخش سنگ توسط آب قنات، باید آب از آسیاب خارج شده و مجدداً به مسیر خود در کورهٔ قنات برگردد. این عمل در آسیاب توسط کانالی موسوم به «زیرآب» صورت می‌گیرد. این کانال در انتهای محوطهٔ کار آسیاب در سمت راست چالهٔ استقرار چرخاب (توربین) قرار دارد. آب بعد از برخورد به پره‌های چرخاب وارد این کانال می‌شود. در ادامه پس از گذشتن از زیر آسیاب به کورهٔ قنات بازگشت می‌کند. این قاعده بر خلاف رَویهٔ معمول در آسیاب‌های میان زمین‌های کشاورزی است که در مسیر آبِ روآمدهٔ قنات در سطح زمین ساخته شده اند. در این گونه آسیاب‌ها بعد از چرخاندن سنگ، آب توسط کانال زیرآب از آسیاب خارج و به کار آبیاری زمین‌های مجاور می‌رفت (نقشهٔ ۳)(تصاویر ۸ تا ۱۰).

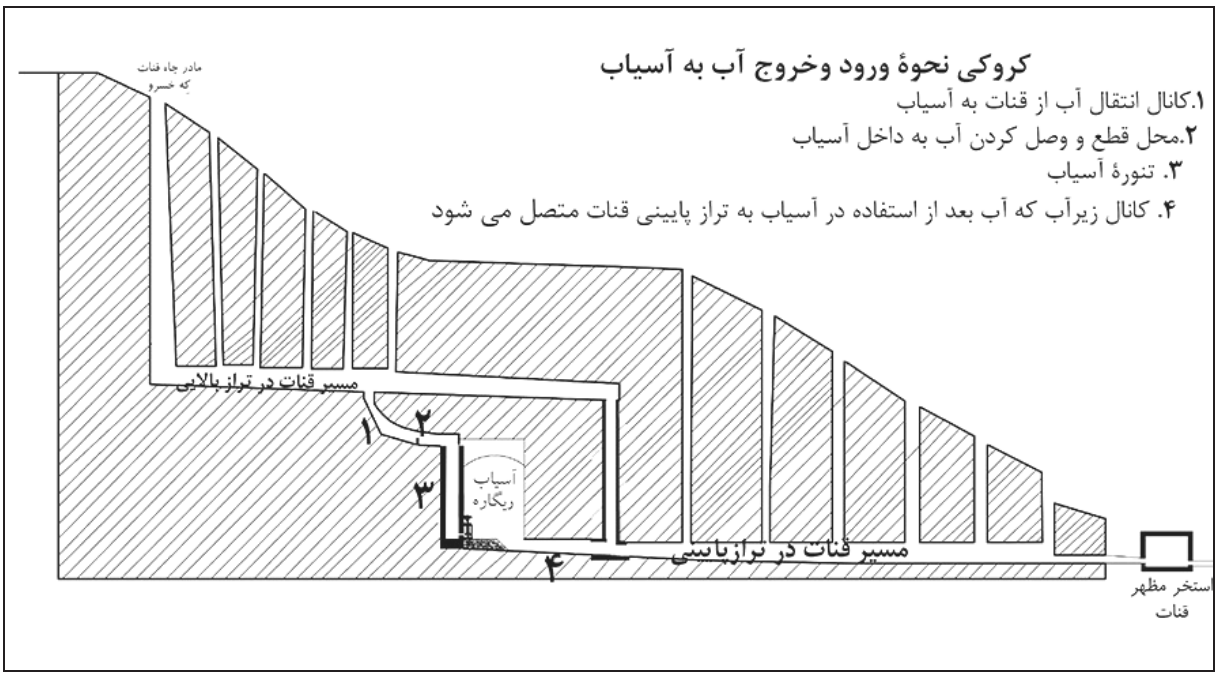


تصویر ۸. محل قطع و وصل جریان آب به داخل تنوره (مأخذ: نگارندگان).



تصویر ۹. کانال سرآب به طرف مجرای قنات (مأخذ: نگارندگان).

تصویر ۱۰. تنورهٔ آسیاب. عکاسی از داخل کانال انتقال آب به طرف تنوره.



نقشهٔ ۳. کروکی نحوهٔ ورود وخروج آب به آسیاب توسط دو کانال سرآب و زیرآب

۱. عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی و طراحی آسیاب در این نقطه

اکثر آسیاب‌های نایین در میان کشتخوان‌ها[۲] برای استفاده از آب روآمدهٔ قنات بر روی زمین ساخته شده اند. این آسیاب‌ها به صورتی مکان‌یابی می‌شوند که با استفاده از شیب طبیعی زمین، آب بتواند به تنورهٔ آسیاب هدایت شده و بعد از حرکت دادن سنگ از آسیاب خارج و در آبیاری زمین‌های کشاورزی به کار برده می‌شود. بر خلاف این آسیاب‌ها، آسیاب ریگاره در مجاورت بافت مسکونی قرار گرفته است و برای دسترسی به آب قنات کِه‌خسرو به صورت دست‌کند ایجاد شده است. مکان‌یابی آسیاب ریگاره در این نقطه تا حدی نامتعارف است و می‌تواند متأثر از عوامل چندی باشد. هرچند که قرارگیری آسیاب در این نقطه به لحاظ نزدیک بودن به بافت مسکونی، نوعی امتیاز به حساب می‌آید ولی از طرفی نسبت به آسیاب‌های روزمینی، دست‌کند بودن آسیاب و لزوم عبور از یک دالان ٤٤ متری با شیب تند برای دسترسی به آسیاب، یک ممیزهٔ منفی به شمار می‌رود.

در نقطه‌ای که آسیاب ریگاره قرار گرفته است، آب قنات کِه‌خسرو[۳] در عمق ۱۹ متری زمین به طرف مظهر خود واقع در کشتخوان کِه‌خسرو در حال حرکت است. با توجه به محاسباتِ میزان آبِ قنات، برای ایجاد فشار لازم در آب برای حرکت سنگ آسیاب، تنورهٔ ۹ متری برای آسیاب در نظر گرفته شده است. به منظور بهره‌گیری از فشار آبِ تجمیع‌شده در تنوره برای حرکت سنگ آسیاب و تولید آرد، بعد از طی دالان ارتباطی ٤٤ متری از سطح زمین، محوطهٔ کار آسیاب در عمق ۲۸ متری زمین با معماری دست‌کند طراحی و ساخته شده است که در آن سنگ و چرخ آسیاب قرار می‌گیرد. بنابراین آبی که از سطح ۱۹ متری بعد از فرو ریختن در تنورهٔ ۹ متری آسیاب در تراز ۲۸ متری قرار می‌گیرد، بعد از حرکت سنگ آسیاب، آب

باید مجدداً به مجرای قنات برگشت کند و به مسیر خود تا مظهر ادامه دهد.

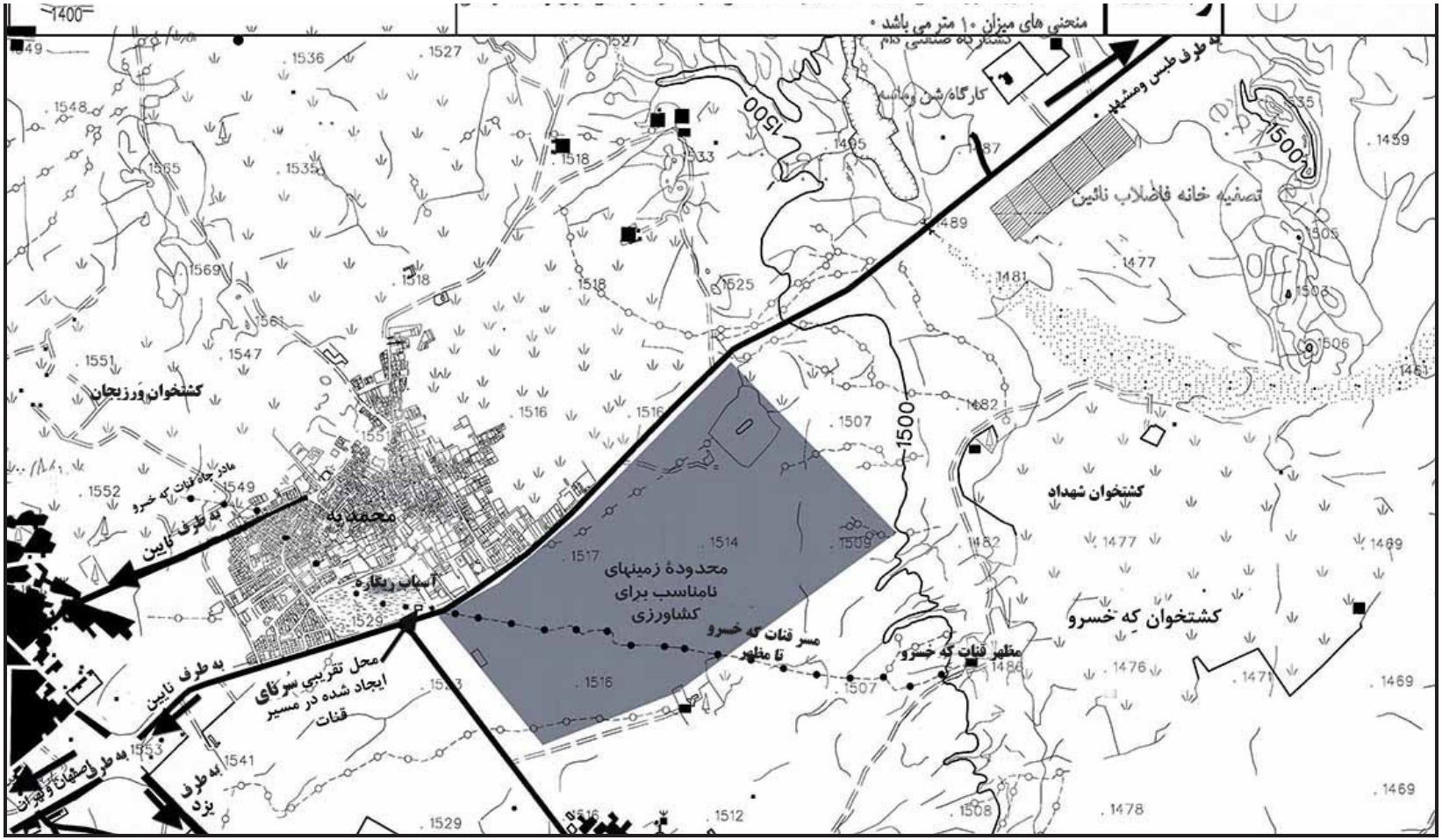
در مسیر کورهٔ قنات کِهخسرو در نزدیکی آسیاب ریگاره سازه‌ای ایجاد شده که در زبان مقنّیان محلی سُرنا (sorna) نامیده می‌شود. این سازه آب را از سطح بالایی قنات به سطح پایینی آن هدایت می‌کند. بر اساس شواهد موجود به نظر می‌رسد ایجاد سرنا در مسیر قنات به منظور جابه‌جایی مظهر قنات بوده است. مادرچاه قنات تابع آب‌های ساکن در زیرِ زمین بوده و تقریباً ثابت است، سپس موقعیت مظهر قنات روشن می‌شود. نوع خاک، محل بهره‌برداری از آب، مسیر مشکل‌ساز و غیر امن و سیل‌گیر، آلودگی ناشی از فاضلاب، املاح مضر، و... هر یک تأثیر خود را بر این امر می‌گذارند. گاهی با در نظر گرفتن مسائل مختلف، جابه‌جایی مظهر قنات انجام می‌پذیرد، که می‌توان با به‌کارگیری مواد و مصالح لازم، آبشارهایی در کورهٔ قنات به وجود آورد و یا اگر ارتفاع شکستگی زیاد باشد، اقدام به احداث آسیاب کرد (تهرانی، جزوهٔ سازه‌های سنتی بخش قنات: ۳).

با توجه به عمق مادرچاه، شیب استاندارد قنات، شیب طبیعی زمین، و عمق میله، چاهی به عمق ۱۹ متر قبل از ایجاد آبشار (سُرنا) حفر شده است. اگر قنات در همان تراز ادامه می‌یافت، آب در زمین‌های غیر حاصلخیز و نامناسب برای کشاورزی رو می‌آمد. بنابراین با محاسبات صورت‌گرفته با ایجاد آبشار در مسیر قنات، آب به تراز پایین‌تری آمده است. در نتیجه مظهر قنات نیز به زمین‌های حاصلخیز پایین‌دست، در کشتخوان کِهخسرو (مکان فعلی) منتقل شده است (نقشه ٤). در واقع با ایجاد آبشار یا همان سُرنا در مسیر این قنات علاوه بر جابه‌جایی مظهر قنات بهترین مکانِ برای طراحی آسیابی با این خصوصیات برای استفاده از آبِ قنات کِهخسرو انتخاب شده است. اختلاف ارتفاع به‌وجودآمده بین سطح بالایی مجرای قنات و آب مورد استفاده در آسیاب در عمق ۲۸ متری نیز با ایجاد سازهٔ سُرنا و دوتراز کردن سطح قنات حل شده است. با این تدبیر دقیق، آب مورد استفاده در آسیاب بدون اینکه هدررفتی داشته باشد، توسط کانالی به کورهٔ اصلی قنات که با ایجاد سازهٔ سُرنا در تراز پایین‌تری قرار گرفته است، باز می‌گردد. البته آسیاب یا همزمان با حفر قنات ساخته شده و یا در دوره‌های بعدی از این امکان برای احداث آسیاب بهره برده اند (نقشه ۵) .

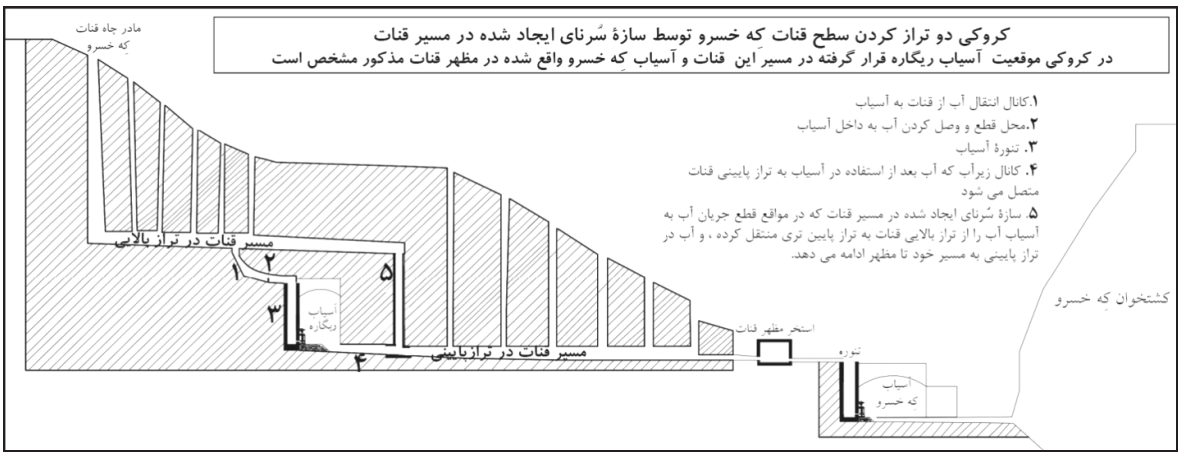
۳. گونهٔ معماری دست‌کند آسیاب و چرایی انتخاب این نوع معماری برای ساخت آسیاب

در اخیراً واژه «دست‌کند» در حوزهٔ مطالعات معماری 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 واژهٔ 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 تودهٔ پر، معنا می‌شود (اشرفی،۱۳۹۰: ۲۷).

در دسته‌بندی کلی می‌توان سه گونه از معماری دست‌کند معرفی کرد. گونهٔ نخست شامل ساخت‌وسازها در حفره‌ها و سرپناه‌های طبیعی است که به طور عمده در آنها کندوکاوی صورت نگرفته است و انسان با ایجاد الحاقاتی به عنوان سقف یا دیوار و یا کف در آنجا سرپناه و فضاهای مورد نیاز خود را ایجاد کرده است. در گونهٔ دوم در ابتدا فعل کندن به صورت افقی انجام می‌شود، چرا که دسترسی به مجموعه از سطح زمین یا – سطحی بالاتر از



نقشهٔ ٤. مسیر قنات کِه‌خسرو از مادرچاه تا مظهر و موقعیت زمین‌های نامناسب برای کشاورزی نسبت به سُرنای ایجاد شده در مسیر قنات و آسیاب ریکاره (ماخذ: سازمان نقشه‌برداری کشور).



نقشهٔ ۵. مسیر قنات که‌خسرو در دو مسیر بالایی و پایینی خود و موقعیت سُرنای ایجادشده در مسیر قنات (مأخذ: نگارندگان).

زمین انجام می‌گیرد و بدین خاطر آنها را می‌توان آثار دست‌کند افقی نامید (اشرفی، ۱۳۹۰: ۲۸). آثار این گروه را می‌توان به دو دسته بناهای «آرامگاهی و یادمانی» و فضاهای «مسکونی و دفاعی» تقسیم کرد. این آثار به دو دسته دست‌کند و ترکیب دست‌کند و دست‌ساز تقسیم می‌شوند. در نوع اخیر بخش‌هایی در آغاز قسمت کنده‌شده و یا دوره‌هایی در امتداد یا روی آن افزوده می‌شود (همان، ۳۱). در دستهٔ سوم، ابتدا فعل کندن به صورت عمودی انجام می‌شود. این دسترسی از طریق پله‌ها، رمپ‌ها و یا چاه‌های منتهی به درون بستر محقق می‌گردد، و به همین دلیل می‌توان این گونه آثار را دست‌کند عمودی نام نهاد (همان، ۲۸). این‌گونه فضاها به دو دستهٔ متفاوت فضاهای زیرزمینی، و فضاهای دست‌کند در دشت تقسیم می‌شوند. فضاهای دست‌کند زیرزمینی، همان‌گونه که از نام این فضاها برمی‌آید، کاملاً در زیرزمین تعبیه شده اند و در آنها روزنی که نور و دید مناسب را فراهم سازد، وجود ندارد. راهروها و یا تونل‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای دارند و درصد عمده‌ای از فضا را به خود اختصاص می‌دهند. این فضاها به سه دستهٔ عمده مخفیگاه، نیایشگاه، و مکان عبور (آب یا سربازان و فراریان) تقسیم می‌شوند (همان، ۳۵). از جملهٔ فضاهای متنوعِ زیرزمینیِ شکل‌گرفته بر مسیر قنات‌ها می‌توان پایاب‌ها، سرداب‌ها، و آسیاب‌های زیرزمینی را نام برد. آسیاب‌های زیرزمینی در عمقی پایین‌تر از سطح قنات قرار می‌گرفتند و فشار آب حاصل از این اختلاف، نیروی لازم را برای به حرکت درآوردن سنگ آسیاب فراهم می‌ساخت (همان، ۳۹). آسیاب ریگاره نیز در گونهٔ آثار دست‌کند عمودی و در دستهٔ فضاهای زیرزمینی قرار می‌گیرد. طراحی و ساخت آسیاب ریگاره با معماری دست‌کند به مثابه یکی از سازه‌های وابسته به قنات، در وهلهٔ اول تحت تأثیر چگونگی دسترسی به آب قنات، برای استفاده در آسیاب بوده است. سازه‌های وابسته به قنات به نوعی با قنات ارتباط دارند ولی از اجزای اصلی و ساختمانی آن نیستند. مهم‌ترین این سازه‌ها پایاب و بوکن و آسیاب هستند. سایر آسیاب‌های نایین برخلاف این آسیاب بر روی زمین و در میان زمین‌های کشاورزی برای استفاده از آب جاری و روآمدهٔ قنات با مصالح بنایی ساخته شده اند. ولی در این آسیاب، بعد از مناسب تشخیص داده شدن این نقطه برای ساخت چنین آسیابی، فضاهای آن نیز تحت تأثیر نحوهٔ دسترسی به آب قنات به ناچار با معماری دست‌کند در درون زمین ایجاد شده اند. محوطهٔ کار آسیاب واقع در عمق ۲۸ متری که محل قرارگیری سنگ و چرخ آسیاب است، به دلیل قرار داشتن در معرض رطوبت ناشی از

تنوره با مصالح بنایی ساخته شده است. با دست‌کند شدن آسیاب، به سبب ثبات دما و فراهم آمدن وضعیت قابل تحمل در دل زمین، هم مکانی مناسب برای آسیابان که به طور دائم در آسیاب اقامت داشت فراهم می‌آمد و هم نگهداری آرد در شرایط مطلوبی امکان‌پذیر می‌شد.

نتیجه‌گیری

معمار بومی در مناطق کویری که دسترسی آسان به مصالح ساختمانی دیگری غیر از خاک موجود در محل را نداشته، برای احداث فضاهای معماری مورد نیاز به شیوه‌هایی هوشمندانه و متفاوت از امکانات موجود بهره‌برداری کرده است. استفاده از معماری دست‌کند نمونه‌ای از این ترفندها است. این معماری وابستگی کامل به خاک و زمین دارد و نمونه‌های برجای‌مانده از آن مانند آسیاب ریگاره، گویای نبوغ و درک والای معماران قدیمی از ویژگی‌های خاک و بروز استعدادهای نهفته در درون زمینِ مورد نظرشان بوده است. طراحی و ساخت آسیاب ریگاره به عنوان یکی از سازه‌های وابسته به قنات با معماری دست‌کند در دل زمین، در وهلهٔ اول تحت تأثیر چگونگی دسترسی به آب قنات برای استفاده در آسیاب بوده است. پس از اینکه نقطهٔ فعلی برای ساخت چنین آسیابی مناسب تشخیص داده شده است، فضاهای آسیاب نیز تحت تأثیر نحوهٔ دسترسی به آب قنات با معماری دست‌کند و در دل زمین طراحی شده اند. از لحاظ گونه‌شناسی، معماری دست‌کند آسیاب در گونهٔ آثار دست‌کند عمودی و در دستهٔ فضاهای زیرزمینی قرار می‌گیرد. در نقطه‌ای که آسیاب ریگاره ساخته شده است، قنات کِه‌خسرو در عمق ۱۹ متری زمین به طرف مظهر خود حرکت می‌کند. سپس توسط کانالی، آب از مجرای اصلی قنات در تنورهٔ ۹ متری آسیاب فرو می‌ریزد. در اثر انباشته شدن چندین متر آب در تنوره، انرژی پتانسیلی آب تبدیل به انرژی جنبشی شده، باعث چرخش سنگ آسیاب و تولید آرد می‌شود. به منظور استفاده از این فشار آب تجمیع‌شده در تنوره برای چرخش سنگ آسیاب و تولید آرد، به ترتیب از سطح زمین ابتدا دالان ارتباطی دست‌کندی در دل خاک کنده شده است. بعد از این دالان ارتباطی، در عمق ۲۸ متری، محوطهٔ کار آسیاب تراشیده شده است. عناصر و اجزای وابسته به آب، بخش دیگر آسیاب هستند که در ارتباط مستقیم با نحوهٔ استفاده از قنات کِه‌خسرو شکل گرفته اند. شیب و جاذبه زمین همواره مورد توجه مهندسان سنتی آب بوده و آنها با درک صحیح از شیب و کدهای ارتفاعی و آگاهی از قاعدهٔ افزایش سرعت آب در مسیر خود، در ساخت آسیاب از آن بهره گرفته اند. با استفاده از این تکنیک‌ها، آب قنات در عمق ۱۹ متری زمین توسط کانالی وارد تنورهٔ ۹ متری آسیاب می‌شد و مورد استفاده قرار می‌گرفت. برای این که آب بتواند مجدداً به مجرای قنات برگشت کند و به مسیر خود تا مظهر قنات واقع در کشتخوان کِه‌خسرو ادامه دهد، در مسیر قنات و در نزدیکی آسیاب ریگاره سازه‌ای به نام سُرنا طراحی و ساخته شده است. این سازه آب را از سطح بالایی قنات به تراز پایین‌تری منتقل می‌کرده است. در نتیجه آب مورد استفاده در آسیاب می‌توانسته است توسط کانالی به مجرای اصلی قنات در این سطح پایینی برگشت کند. در واقع ایجاد سُرنا در مسیر قنات امکان استفاده از آب در این عمق را فراهم آورده و در نتیجه طراحی و ساخت چنین آسیابی در این نقطه را ممکن ساخته است. در این آسیاب به صورت کاملاً هوشمندانه از طبیعت و انرژی پاک آب علاوه بر کشاورزی برای رفع سایر نیازهای حیاتی مانند آرد کردن غلات بهره‌برداری شده است.

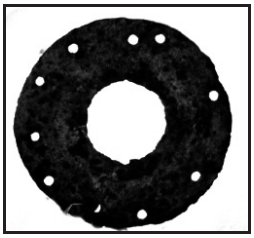
پیوست ۱. چگونگی تبدیل انرژی پتانسیلی آب قنات به نیروی حرکت سنگ توسط اجزای سیستم مکانیکی آسیاب و تولید آرد: آرد تولیدی آسیاب بیش‌تر آرد گندم

بوده و در موارد نادری جو نیز در آسیاب آرد می‌شده است. در این آسیاب روزانه به طور متوسط ۷۰۰ تا ۸۵۰ کیلوگرم آرد گندم به دست می‌آمد. البته این مقدار در هر سال به دلیل نوسانات آب قنات متغیّر بوده است. در این پیوست چگونگی کار اجزای سیستم مکانیکی آسیاب معرفی می‌شود[٤]. این اجزا عبارت اند از:

الف.منبع ذخیرهٔ غله و ناجه: گندم در یک منبع کوچک به اسم دول (dul) از جنس چوب درخت گردو به ظرفیت ۵۰ کیلوگرم که در بالای سنگ آسیاب با محوری چوبی به دو طرف دیوار متصل بود، ذخیره می‌شد. از ته منبع، لوله‌ای چوبی به اسم ناجه(najeh) غله را به شیار واقع در حول محور اصلی سنگ رویین می‌رساند. توسط ریسمانی متصل به ناجه، شیب آن و در نتیجه میزان ریزش غلات قابل کنترل می‌شد. با یک تدبیر فنی بسیار ساده و با استفاده از آلتی به نام «کِلکِله»(kelkeleh) از جنس چوب درخت انار، در اثر حرکت دَوَرانی سنگ رویی ـ به طور متناوب و خودکار ـ مدام ضرباتی به ناجه وارد می‌آمد تا گندم بتواند بهتر در ناجه حرکت کند. کلکله در نتیجهٔ چرخش و ارتعاش، تولید صدا می‌کرد و آسیابان را از تند یا کند چرخیدن سنگ و میزان گندمی که به میان دو سنگ وارد می‌شد، مطّلع می‌کرد.

ب. سنگ‌های آسیاب: آسیاب دارای دو سنگ رویی و زیرین است. سنگ رویی بر روی سنگ زیرین که محکم و غیر ثابت بود، قرار می‌گرفت. سنگ زیرین با ملات گل‌آهک بر روی چالهٔ قرارگیری توربین و چرخ مستقر می‌شد. وسط سنگ رویی شیاری وجود داشت که گندم از این شیار به فضای مابین دو سنگ ریخته می‌شد. این سنگ بریدگی T شکلی داشت که میلهٔ گردان عمودی متصل به چرخاب در داخل آن قرار می‌گرفت و باعث چرخش این سنگ می‌شد. پس از مدتی به سبب اصطحکاک بین دو سنگ، سنگ رویی مقداری از ضخامت خود را از دست داده و به اصطلاح سبک می‌شد. در این مواقع با چسباندن سنگی کمکی بر روی سنگ رویی آن را قطورتر و سنگین‌تر می‌کردند و در نتیجه آرد بیش‌تری به دست می‌آمد. هم‌چنین بعد از مدتی که سنگ به اصطلاح کند می‌شد و شیارهای سنگ از بین می‌رفت و در نتیجه گندم کم‌تری را تبدیل به آرد می‌کرد، با تیشه‌ای مخصوص که روی سطح سنگ رویی و پایینی کشیده می‌شد سنگ را به اصطلاح تیز می‌کردند.

پ. مجرای فشارآب: انتهای تنوره موازی با چالهٔ استقرار چرخاب، تنبوشه‌ای سنگی قرار داشت. داخل این تنبوشه، استوانه‌ای از جنس چوب تعبیه شده بود. سپس مجرایی آهنی (تصویر ١٤) 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 افقیِ (توربین) متصل به سنگ رویی، باعث چرخیدن این سنگ می‌شد. در هر آسیاب قطر این مجرا بسته به میزان آب قنات تعیین می‌شد. در سال‌های پرآبی یا کم‌آبی امکان تنظیم مجرا بر اساس میزان آب ورودی به آسیاب وجود داشت. در مواقعی به علت نوسانات آب قنات (مانند کم شدن آب در تابستان)، آب قدرت پر کردن تنوره و ایجاد نیروی لازم برای چرخش سنگ را از دست می‌داد. بنابراین مقدار کم‌تری آرد به دست می‌آمد. در این حالت با تکه‌های حلبی موسوم به «مِسمار» که دور مجرا قرار می‌گرفت قطر مجرا کم‌تر می‌شد و در نتیجه آب قدرت پر کردن تنوره را پیدا می‌کرد. بدیهی است که در هنگام پرآبی این تکه‌های حلبی از دور مجرا برداشته می‌شد (تصویر ١١).



تصویر١١.مجرای فشار آب آسیاب (مأخذ: نگارندگان).

ت. چرخاب (توربین): چرخاب در چالهٔ سنگی به عمق ۱۲۲ سانتی‌متر قرار می‌گیرد. این چاله در انتهای آسیاب (مطابق نقشه و مقطع آسیاب) موازی با دیوارهٔ تنوره واقع شده است. چرخاب استوانه‌ای چوبی با محور آهنی است که گرداگرد آن ۱۷ چاک ایجاد می‌شد. داخل این چاک‌ها پره‌هایی از جنس چوب سنجد به طول ۳۰ سانتی‌متر (که به صورت افقی با گوه ثابت می‌شدند) قرار می‌گرفت. طول و عرض پره‌ها بستگی به میزان آب داشت و هر مقدار که تعداد پره‌ها بیش‌تر بود، قدرت توربین نیز زیادتر می‌شد. چرخاب زاییدهٔ مخروطی‌شکلی در انتهای خود داشت که داخل چوبِ خانه گردش می‌کرد. میلهٔ عمودی گردانِ آهنیِ دم‌چلچله‌ای موسوم به «تَبَری» به بالای چرخاب متصل بود. تبری پس از گذشتن از داخل سنگ زیرین در بریدگی سنگ رویی قرار می‌گرفت. آب از مجرای انتهای تنوره با فشار ثقلی به پره‌های چرخاب، برخورد می‌کرد و باعث حرکت سنگ رویی می‌شد. گندمی که بین دو سنگ رویین و زیرین می‌ریخت در اثر حرکت سنگ رویی و اصطحکاک بین دو سنگ به آرد تبدیل می‌شد. (تصویر ۱۲)

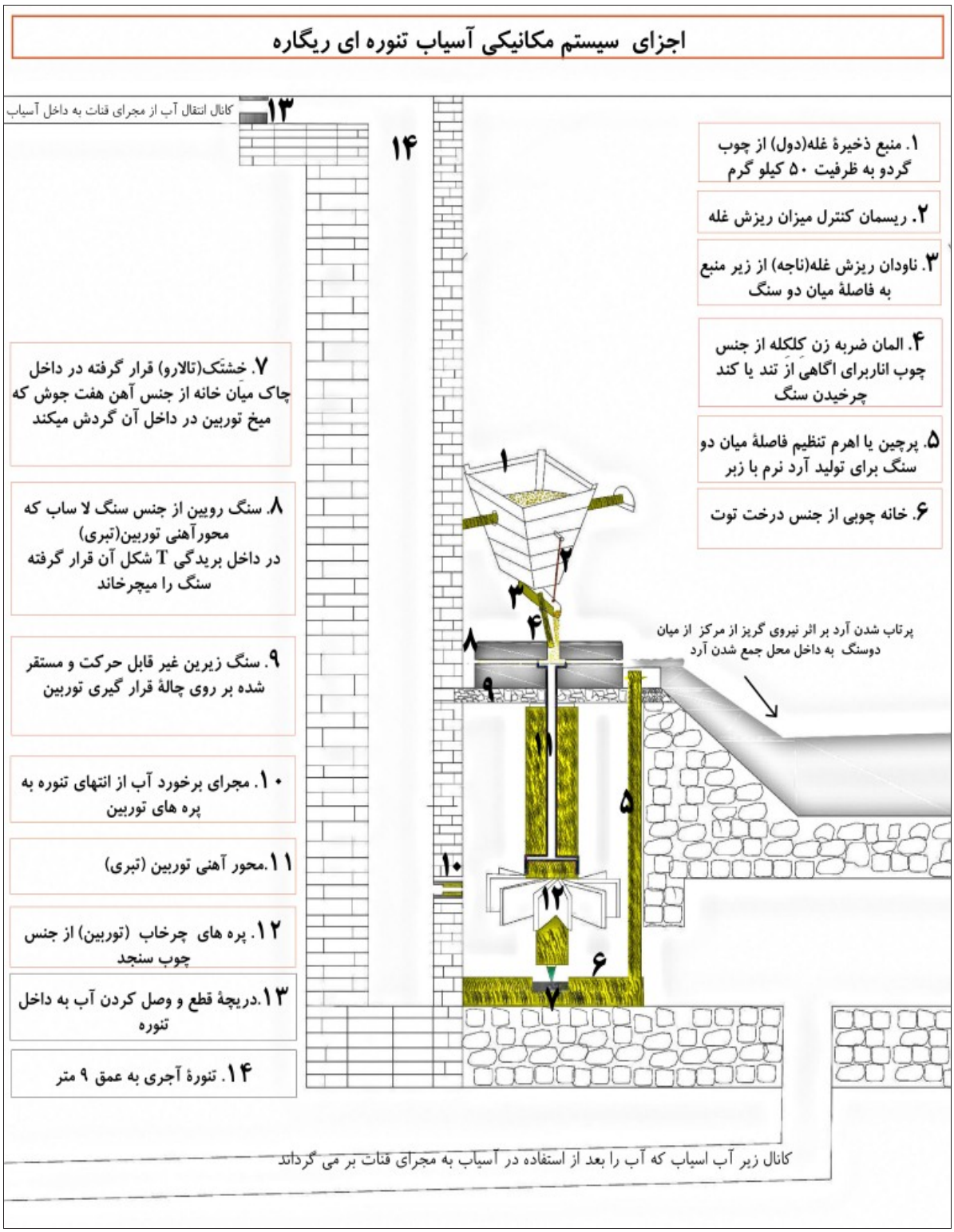
ث. خانه و تالارو (talaruo): پایین چالهٔ استقرار چرخاب، موازی با مجرای فشار آب چوبی به اسم «خانه» از جنس سنجد به قطر ۳۰ سانتی‌متر و عرض ۲۰ سانتی‌متر قرار می‌گرفت. وسط این چوب چاکی ایجاد می‌شد که در آن قطعه‌ای آهنی با عنوان «تالارو یا خِشتک» از جنس آهن هفت‌جوش و با ابعاد ۱۰ در ۵ سانتی‌متر و قطر ۳ سانتی-متر نصب می‌شد. بر روی سطح تالارو چند شیار ایجاد می‌شد تا زاییدهٔ مخروطی‌شکل انتهای چرخاب در داخل این شیارها قرار گرفته و گردش کند.

تصویر ۱۲.تصویری از یک توربین قبل از قرار گرفتن پره‌ها داخل چاک‌های آن (مأخذ: نگارندگان).

ج. پَرچین: اهرمی چوبی با عنوان «پرچین» متصل به انتهای چوبِ خانهٔ مجاور سنگ‌های آسیاب (مطابق نقشه ٦) تعبیه می‌شد. این اهرم در راستای عمودی امکان تغییر مکان داشت. با بالا و پایین بردن اهرم، فاصلهٔ میان دو سنگ تغییر می‌کرد و آرد نرم یا زبر به دست می‌آمد.

چگونگی جمع‌آوری آرد: دو سنگ آسیاب کاملاً افقی نصب نمی‌شدند بلکه شیب مختصری نسبت به سطح افق داشتند که باعث می‌شد گندم پس از آرد شدن بر اثر نیروی گریز از مرکز، از بین دو سنگ به خارج پرتاب شده و در فضای سنگی ساروج‌اندود جمع شود.(تصویر ۱۳).

تصویر ۱۳. سنگ آسیاب مستقرشده روی چالهٔ قرارگیری توربین. در تصویر چالهٔ جمع شدن آرد در کنار سنگ مشخص است (مأخذ: نگارندگان).



نقشه ٦. کروکی اجزای مکانیکی آسیاب و چگونگی آرد شدن گندم توسط این اجزا. (ترسیم: نگارندگان)

این فضا موازی سنگ‌های آسیاب ساخته می‌شد و عموماً فضایی سنگی و عمیق با جداره‌های صیقلی بود. آسیابان آرد را از این محل با وسیله‌ای به نام «چارَک» جمع‌آوری می‌کرد و در جوال‌های صاحبان گندم می‌ریخت. هم‌چنین پارچه‌ای از جنس کرباس بر کنار سنگ و محل جمع شدن آرد کشیده می‌شد، تا گرد و خاک و مواد زاید وارد آرد نشود.

پی‌نوشت‌ها

۱. با توجه به خشک نشدن قنات کِهخسرو و امکان ورود آب به آسیاب ریگاره و چرخاندن سنگ آن، تاکنون از این امکان در آسیاب استفاده نشده است.

۲. در نایین کشتخوان به مجموعهٔ زمین‌هایی اطلاق می‌شود که با آب یک قنات آبیاری می‌شوند.

۳. این قنات دارای مادرچاهی به عمق ۵۰ متر و طولی بالغ بر ٦ کیلومتر و ۱۲۰ میله چاه است.

٤. این بخش با کمک آقای حیدر مفیدی که ٤۵ سال قبل آسیابان این آسیاب بوده و قبل از او نیز آسیاب در اجارهٔ پدر و پدربزرگ‌اش بوده، تدوین شده است.

منابع

ـ اشرفی، مهناز ( )، «پژوهشی در گونه‌شناسی معماری دست‌کند»، *نامهٔ معماری و شهرسازی*، شمارهٔ ۷، ص ۲۵.

ـ بلاغی سیدعبدالحجت (۱۳٦۹ق)، *تاریخ نائین*، چاپخانهٔ مظاهری، تهران.

ـ بهنیا، عبدالکریم (۱۳۷۹)، *قنات‌سازی و قنات‌داری*، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

ـ تهرانی، فرهاد (بی‌تا)، *جزوهٔ سازه‌های سنتی بخش قنات*، گروه مرمت دانشکدهٔ معماری و شهرسازی شهید بهشتی.

ـ سعیدی، عباس (۱۳٦۷)، «آبیاری»، *دایرهٔ المعارف بزرگ اسلامی* (جلد ۱)، مرکز دایرهٔ المعارف بزرگ اسلامی، تهران.

ـ محبی، پرویز (۱۳۸۳)، *فنون و منابع در ایران، مقدمه‌ای بر تاریخ تکنولوژی و کاربرد مواد در ایران از قرن اول تا سیزدهم*، ترجمهٔ آرام قریب، اختران، تهران.

ـ مفیدی، حیدر (خرداد ۱۳۹۱)، مصاحبه منتشرنشده نگارنده با حیدر مفیدی آسیابان آسیاب ریگاره.