

بازآفرینی دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد

علی شهابی نژاد^۱، هادی لوک زاده^۲

۱. استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲. استادیار گروه فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

<http://dx.doi.org/10.61882/kcr.8.1.47>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹



فصل‌نامه دانش حفاظت و مرمت

شاپا چاپی: ۶۰۹۳-۲۵۳۸
شاپا الکترونیکی: ۳۰۶۰-۶۲۱۷سال هشتم، شماره اول
شماره پیاپی ۲۳، بهار ۱۴۰۴
صفحات: ۴۷-۶۳<https://kcr.richt.ir>نویسنده مسئول: علی شهابی نژاد
استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری،
دانشگاه یزد، یزد، ایران.رایانامه:
ali.shahabinejad@yazd.ac.ir

چکیده

دستگاه زمان‌سنجی مجموعه مدرسه رکنیه که مشهور به رصد وقت و ساعت است در سال ۷۲۵ ه‍.ق در محدوده کنونی میدان وقت و ساعت یزد به سفارش سید رکن‌الدین ساخته شد. این دستگاه مکانیکی که بر پایه انرژی سیال آب بود، قابلیت نمایش ساعات مختلف روز و تقویم سالیانه را داشت و یکی از دستاوردهای شاخص تاریخ علم و فناوری ایران محسوب می‌شود. هر چند این دستگاه که نوعی برج جهت تعیین وقت (تقویم سالانه) و ساعت (زمان‌سنجی روزانه) بوده تا دوره تیموری و در زمان تألیف دو کتاب مهم تاریخی محلی یزد یعنی تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد برقرار بوده، اما پس از این دوره، مجموعه رکنیه و رصد مشهور آن رو به زوال رفته و از دوره صفویه تا کنون اثری از آن باقی نمانده است. با این حال، آنچه کتب تاریخ محلی یزد در وصف این بنا آورده‌اند، نشان از عظمت و پیچیدگی و ظرایف فنی این دستگاه برای نمایش اوقات و ساعات دارد. با توجه به اهمیت این دستگاه، پژوهشگران متعددی در مطالعات خود به آن اشاره کرده‌اند، اما تا کنون این دستگاه بازآفرینی نشده و هیچ تصویر و سندی از شمایل و اجزای عملکردی آن تهیه نشده بود. به همین منظور، در سال ۱۴۰۱ طرح بازآفرینی این دستگاه با حمایت شرکت آب منطقه‌ای یزد در دستور کار قرار گرفت و با همکاری مشترک شرکت مزداآباد و دانشگاه یزد در سال ۱۴۰۳ به انجام رسید. در بازآفرینی این دستگاه برای اولین بار شمایل کلی این دستگاه همراه با تمام عناصر عملکردی اصلی آن بازآفرینی و نحوه عملکرد هر یک از اجزای ساعت به منظور نمایش اوقات و ساعات شامل چرخ چوبین، خانه‌های ساعت در روز و شب، سازوکار گوی و طاس و سنج، منار علم و منار خروس نمایش داده شده است. در این نوشتار تلاش شده است تا ضمن معرفی مستندات تاریخی پژوهش، شرحی از فرایند پژوهش و بازآفرینی دستگاه و توضیحاتی در مورد نحوه عملکرد عناصر گاهنگاری در این ساعت ارائه شود.

واژگان کلیدی: مدرسه رکنیه، یزد، بازآفرینی، ساعت آبی، دستگاه زمان‌سنجی، رصد وقت و ساعت، گاه‌شماری.

مقدمه

مجموعه رکنیه یزد یکی از شاخص‌ترین مجموعه‌های تاریخی یزد در قرن هشتم ه.ق بوده است. از شاخص‌ترین اجزای این مجموعه می‌توان به دستگاه ساعت آبی اشاره کرد که تا دوره تیموری (قرن نهم هجری) برپا بوده و ذکر آن در کتاب‌های تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد که در این دوره تدوین شده‌اند، به تفصیل آمده است. کاتب یزدی در وصف این سازه چنین آورده است: «مدرسه رکنیه که ام‌البقاء است و در هیچ مملکت نظیر خود ندارد و مثل وقت و ساعات در هیچ بلاد نیست و هیچ مسافر نشان نداده. بانی مدرسه و رصد مولانای اعظم سعید رکن الحق و الدین محمد بن نظام الحسینی است و او سلطان سادات و اهل عمایم بود و خیرات او بیرون از حصر است و این عمارت بر علو همت او دال است. رصد وقت و ساعاتش آسمانی پرنور

تمام اوضاع و ادوار فلکی درو مبین	آسمانی است مشکل شده بر روی زمین
دیدۀ اولو الابصار در او حیران	و عقل اولو الالباب در وضع بنای او سرگردان
و همچون طرح او بدید از دور	گفت از عجز کای اولو الابصار
این چه رسمی است بیکران وسعت	وین چه نقشی است آسمان هنجار
عقل کل تا مهندس فلک است	بر زمین کس نزد چنین پرگار
گر کسی وصف این بنا گفتی	عقل باور نکردی این گفتار
لیک چون دیده دید و حس دریافت	عقل حس را کجا کند انکار» (کاتب یزدی، ۱۳۸۶: ۱۱۳)

متأسفانه مجموعه عظیم رکنیه که علاوه بر این دستگاه، اجزای دیگری همچون مدرسه، بیمارستان، داروخانه، کتابخانه، چاه آب سرد و مسجد را در بر می‌گرفت، از اواخر قرن نهم هجری و طی قرون ده و یازده رو به زوال می‌رود و طبق توضیحات کتاب جامع مفیدی در اواخر قرن یازده، از این مجموعه تنها بنای مدرسه باقی می‌ماند که محل دفن سیدرکن الدین بوده و امروز به بقعه سید رکن‌الدین مشهور است. در این فرایند زوال، رصد وقت و ساعت نیز به طور کامل تخریب می‌شود و تا عصر حاضر هیچ شاهد تاریخی فیزیکی از این دستگاه به دست نیامده است و تنها نام این دستگاه (رصد وقت و ساعت) بر روی میدانی (میدان وقت و ساعت) که در دوره صفویه بر روی خرابه‌های این مجموعه ایجاد شد باقی مانده است. با این حال، شرح تاریخی که از دو کتاب تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد از عملکرد و عظمت این دستگاه برجای مانده همواره موجب شگفتی و پرسش‌های فراوان ایران‌شناسان و یزدشناسان در مورد ماهیت این دستگاه بوده است.

عبدالحسین آیتی در کتاب «تاریخ یزد» اشاره می‌کند که سید رکن‌الدین از عنفوان جوانی تا پایان زندگی همتش مصروف بود بتأسیس زیج و رصد و انشاء قنوات و عمارات و بنای مدرسه و مسجد و بقعه و بیت‌الادویه. او اشاره می‌کند که سید رکن‌الدین همتی داشت عالی و فطرتی متعالی و مروج علم بود و از آنجا که ثروت مهمی از پدر برایش مانده بود آنی از اجرای مقصود تقاعد نمی‌ورزید و تنها مؤسسه وقت و ساعت آن که همه مورخین یزد شرح داده‌اند حاکی است از کمال علم و حکمت و سخا و همت او. آیتی از رصد وقت و ساعت به عنوان بنگاه یا مؤسسه وقت و ساعت یاد می‌کند و محله وقت و ساعت که از محلات معتبر یزد است را بدان منتسب می‌کند. آیتی اشاره دارد که موضوع بنگاه وقت و ساعت به نحوی که در تاریخ یزد اشاره شده بقدری شگفت‌آور است که اگر سایر آثار آن مرد بزرگوار موجود نبود مانند مسجد جمعه جدید و بقعه منقوش او و آب‌وقف‌آباد که اول قنات پربرکت کنونی است و اداره شهرداری ما آن را در معرض استفاده شهر گذاشته البته همه می‌گفتند آن مؤسسه وهم و افسانه است ولی با این آثار مشهود شبهه را راهی نیست و بویژه اینکه در تاریخ جعفری و جدید ادعای رؤیت شده. او سپس به شرح کتاب تاریخ یزد از این رصد می‌پردازد (آیتی، ۱۳۱۷: ۱۱۴-۱۱۶).

محمد ابراهیم باستانی پاریزی در کتاب «جامع‌المقدمات» می‌نویسد: «احمد بن حسین بن کاتب یزدی در تاریخ خود، وقتی از ساعت میدان «وقت و ساعت» یزد نام می‌برد، آدم از تعجب به قول معروف شاخ در می‌آورد» پاریزی پس از توصیف ساعت طبق روایت کاتب یزدی این چنین می‌آورد: «بدین طریق متوجه می‌شویم، ساعتی که در سال ۷۲۵ هجری یعنی حدود هفتصد سال پیش ساخته شده، چطور با ارزانت‌ترین انرژی‌ها و موفورترین آن یعنی آب، در کویرهای یزد، به کار پرداخته بوده است. من که همین روزها طبل زدن سربازان سرخ‌پوش ساعت معروف ساباط بروکسل، و همچنین رقص دختران ساعت مونیخ را در میدان بزرگ آن شهر تماشا کرده‌ام — و مردم ساعت ۱۲ که برنامه ساعت کامل است از قبل برای دیدن آن در میدان جا می‌گیرند، انصافاً باید اذعان کنم که این حرکات در برابر تعینات ساعت هفتصد سال پیش یزد، بازیچه‌ای بیش نیست» (باستانی پاریزی، ۱۴۰۲).

همان طور که اشاره شد با وجود اهمیت زیاد این دستگاه در تاریخ یزد تا کنون هیچ پژوهشی که بتواند بر اساس اسناد تاریخی ماهیت تصویری و شکلی این دستگاه را نمایش دهد و درک ملموسی از نحوه عملکرد آن و چگونگی گاه‌نگاری توسط این دستگاه به مخاطب ارائه کند انجام نشده بود. به منظور تحقق این هدف در سال ۱۴۰۱ طرح پژوهشی بازآفرینی این دستگاه در دستور کار شرکت آب منطقه‌ای یزد قرار گرفت و در قالب دو پروژه متفاوت که اولی با همکاری شرکت مزدا^۱ و با هدف بازآفرینی تصویری این دستگاه بود و دومی با همکاری دانشگاه یزد و با هدف ساخت نمونه کوچک مقیاس دستگاه بود، فرایند بازآفرینی این دستگاه برای اولین بار صورت گرفت و در روز ۲۴ ام اردیبهشت ماه ۱۴۰۳ دستاوردهای این طرح تحقیقاتی معرفی و رونمایی گردید. در این نوشتار تلاش شده تا نتایج این طرح بازآفرینی، معرفی گردد.

پیشینه تحقیق

اهمیت و جایگاه ویژه دستگاه زمان سنجی مدرسه رکنیه یزد (رصد وقت و ساعت) و نیز ماهیت موضوع آن که مربوط به گاه‌شماری است موجب شده که تعداد قابل توجهی از محققین که در حوزه‌های مختلف نظیر تاریخ یزد، تاریخ علم و تاریخ زمان سنجی پژوهش کرده‌اند، ذکری از این رصد داشته باشند^۲. با این حال، تعداد پژوهش‌هایی که این دستگاه را موضوع اصلی کار خود قرار داده‌اند محدود است. در این رابطه تنها می‌توان به چهار پژوهش اشاره کرد. ۱) حاجی شعبانی (۱۳۷۷) با اشاره به جایگاه مهم این ساعت و مقایسه آن با دیگر ساعت‌های شاخص شهری در جهان، به ضرورت بازسازی این ساعت و تبدیل آن به یکی از مهمترین جاذبه‌های گردشگری شهر یزد اشاره می‌کند. ۲) کریمیان سردشتی (۱۳۷۹) یادداشتی در مورد سازنده این ساعت نگاشته است. ۳) لوک‌زاده و شهابی‌نژاد (۱۴۰۲) نیز رصد وقت و ساعت را با ساعت آبی جزری مقایسه کرده و برخی شباهت‌های عملکردی بین این دو ساعت را بیان نموده‌اند. یکی از جدی‌ترین و جدیدترین تحقیقات پیرامون رصد وقت و ساعت، پژوهشی است که شهابی‌نژاد و لوک‌زاده (۱۴۰۳) (الف) با استفاده از متن وقف‌نامه جامع‌الخیرات انجام داده‌اند. در این تحقیق، با تکیه بر متن وقف‌نامه جامع‌الخیرات و انطباق آن با شواهد میدانی تازه آشکار شده در میدان وقت و ساعت، برای اولین بار موقعیت مکانی دقیق این ساعت در قرن هشتم هجری تعیین شد که منطبق با محل عبور آب در انتهای پایاب قنات زارچ است. این پایاب به تازگی در میدان وقت و ساعت آشکار شده است. همچنین در این مقاله، رصد وقت و ساعت به‌عنوان یک سازه مکانیکی مبتنی بر انرژی محرکه آب معرفی شده است و منشأ این آب شاخه شیرین قنات زارچ عنوان گردیده است. همچنین در این پژوهش، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات این ساعت بر اساس اطلاعات وقف نامه بازگویی شده است.

معرفی اسناد پژوهش

بررسی منابع تاریخی در ارتباط با رصد وقت و ساعت که هم‌عصر با حضور این دستگاه در مدرسه رکنیه بودند نشان می‌دهد که تنها سه سند مکتوب شامل کتاب جامع‌الخیرات یا وقف‌نامه سید رکن‌الدین (قرن هشتم هجری قمری)، کتاب تاریخ یزد نوشته جعفری (قرن نهم هجری قمری) (جعفری، ۱۳۳۸: ۸۱-۸۴) و کتاب تاریخ جدید یزد نوشته کاتب یزدی (قرن نهم هجری قمری) (کاتب یزدی، ۱۳۸۶: ۱۱۳ و ۱۱۴) در زمان وجود این دستگاه در مدرسه کتابت شده و شرحی از این ساعت را ارائه نموده‌اند. به جز این سه سند مکتوب تمام گزارش‌های تاریخی دیگر از این دستگاه در زمانی بوده که این ساعت از بین رفته است و گزارش‌های ارائه شده برگرفته از همان سه سند تاریخی اصلی بویژه کتاب تاریخ یزد می‌باشد. همچنین به جز این سه سند مکتوب هیچ سند تصویری و یا شواهد فیزیکی دیگری از این ساعت تا زمان حاضر بدست نیامده است. بنابراین بازآفرینی این ساعت تنها با تکیه بر این سه منبع ممکن می‌شد. با این وجود در میان سه سند نیز اطلاعات کتاب جامع‌الخیرات بیشتر در ارتباط با هزینه‌کردهای این ساعت و موقعیت آن است که محتوای آن در پژوهش شهابی‌نژاد و لوک‌زاده (۱۴۰۳) به خوبی تبیین شده است. اما آنچه در کتاب تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد از ماهیت و عملکرد این دستگاه عنوان شده اطلاعات بسیار جامع و منحصر بفردی را از این دستگاه ارائه می‌دهد که امکان بازآفرینی نسبتاً کاملی از دستگاه در دوره معاصر را فراهم می‌نماید. در ادامه به توضیحات هر یک از این دو کتاب اشاره می‌شود.

الف) شرح دستگاه در کتاب تاریخ یزد

جعفری در کتاب تاریخ یزد^۳ شرحی از این دستگاه ذکر می‌کند:

«ام‌البقاع مدارس یزد که در هیچ دیار مانند آن نیست مدرسه رکنیه است که بانی آن مرتضی ممالک‌العجم مقتدی طوایف‌الامم امیر رکن‌الدین قاضی است که خسروسادات زمان خود بود و مدرسه و رصد و مسجد و بیت‌الادویه و عمارت او بر همت عالی او دال است، درگاه مدرسه رفیع او در عالم بخوبی طاق است، و گنبد سبز او که گنبد لاجوردی فلک زیر پایه اوست مشهور آفاقست، و شرفات عالی آن چنانکه همای فکر بر اوج آن پرواز سالها نتواند کرد، سقف مرفوع آن در غایت بلندی و علامت و نقوش نازکش که مانی از تعجب آن انگشت به دندان گیرد نظیر ندارد، و رصد دلپذیر آن که آسمان عاشرست بر زمین و عقل دوربین انگشت تعجب بدن‌دان تفکر گیرد و بدوران چرخ او در چرخ آید.

صفت رصد

بر مقابل مدرسه رصدی ساخته و دو منار کوچک بر دو طرف آن مبنی شده، و بر سر یکی مرغ رویین نهاده که چون آفتاب طلوع می‌شود آن مرغ رو به آفتاب می‌کند، و هر چه که آفتاب بر می‌آید او روی بافتاب دارد بر آن جانب، و در میان رصد چرخ چوبین منقش نهاده و سیصد و شصت قسمت کرده و هر قسمتی درجه‌ای ساخته. محل آفتاب هر روز در درجه می‌نماید که آفتاب کدام درجه است. و دوازده برج نموده و هر درجه به حروف ابجد نهاده و در هر دایره‌ای که در چهار گوشه چرخ نهاده سی خانه ساخته و ماه ترکی و عربی و فارسی و رومی نموده که هر روز معلوم شود که چند روز از ماه مذکور گذشته و بر بالای چرخ دایره‌ای در موضع قمر. هر روز در هر منزل که باشد از شرطین و بطین و ثریا و دبران و هقعه و هنع و ذراع و نثره تارشا بطن الحوت نموده و سی دایره بر گرد دایره قمر نهاده که هر یک روز از ماه بگذرد دایره سفید سیاه شود تا آخر ماه، و دوازده خانه بر یمین و دوازده خانه بر یسار چرخ ساز داده که دوازده دایره یمین هر یک ساعت که گذرد از دریچه‌ای که در تحت او ساخته مرغ روئین سر بیرون کند و مهره از دهن در طاس که زیر آن دریچه نهاده است بیندازد و آن چرخ به گردش درآید و یک تخته از آن دوازده گانه یمین رصد سیاه شود. ساعتی گذشته باشد و در وقت صبح و پیشین و پسین و شام و خفتن چون مرغ مهره در آن طاس اندازد و آن چرخ به گردش در آید و در اندرون رصد طبل زده شود و بر بالای آن مناره علمی ظاهر شود و طبل زده شود و بر بالای علم فرو شود و آواز طبل فرونشیند، و بر بالای دایره قمر دایره خمس متحیره باشد و منسوبات هر روزه بآن کواکب نموده و اسامی روزها نوشته، و در اندرون رصد تنوره مسین پر آب می‌کنند و لنگری به زنجیر آویخته بر روی آب و بطریق اصطربلاب در پائین آن تنوره نهاده و از عضاده او آبی بیرون می‌آید و در چاه می‌رود و هر چند از آن آب کم می‌شود آن لنگر فرو می‌رود و قریب صد و پنجاه طناب هر یک را لنگری چوبین بر آن متصل کرده آویخته به آن لنگر حرکت می‌کند. و آن دوازده خانه که برابر دوازده ساعت روز و شب دو سوراخ کرده و هر شب هر ساعت چراغی نهاده می‌شود و هر ساعت که از شب می‌گذرد چراغ باز نشانده می‌شود.

و مصنف رصد مولانا خلیل بن ابی بکر املی است؛ و در پایین چرخ پنجره‌ای کشیده و بمعلقی در هم نشانده بصنعت چنین بیرون می‌آید که مستنبط این تاریخ الفقیر الی الله الجلیل خلیل بن ابی بکر بن خلیل است، و تاریخ این مدرسه و رصد و قبه بیت الادویه و مسجد و خانه در سال خمس و عشرين و سبعمائه بوده» (جعفری، ۱۳۳۸: ۸۱-۸۴).

ب) شرح دستگاه در کتاب تاریخ جدید یزد

کاتب یزدی در وصف مدرسه رکنیه و رصد مشهور آن چنین آورده است:

«در مقابل درگاه مدرسه دو منار بر دو گوشه ایوان او نهاده، و بر یک منار مرغی از مس ساخته و از هرطرف که آفتاب برمی‌آید، آن مرغ روی به آفتاب دارد و می‌گردد، و بر مناره دیگر علمی هنگام پنج وقت که طبل زده می‌شود برمی‌آید. و بر سر آن مناره در میان رصد چرخ چوبین منقش ساخته و به سیصد و شصت قسمت کرده و هر قسمتی درجه‌ای و هر روز که آفتاب برمی‌آید و هر درجه‌ای که نموده می‌شود به حروف ابجد. و بر چهار گوشه چرخ، چهار دایره نهاده و بر هر دایره سی خانه و نام ماه‌های ترک و رومی و عربی و جلالی نوشته. هریک روز که می‌گذرد یک خانه از آن دایره سیاه می‌شود و چون ساعتی می‌گذرد از دو دریچه بالای چرخ دو مرغ روئین سر بیرون می‌کنند و مهره‌ای در طاس که در زیر آن دریچه نهاده‌اند می‌اندازند و چرخ در گردش می‌آید، و از آن دوازده تخته سفید که نشان دوازده ساعت است یکی می‌افتد و تخته سیاه بر جای آن می‌آید و در پنج وقت چون مهره بیفتد طبلی یک زمان در اندرون رصد زده شود و علمی بر مناره برآید و دایره‌ای به آن چرخ کشیده و سی دایره سفید در وی نهاده هر روز که از ماه بگذرد یکی از آن دایره سیاه می‌شود، و در میان آن دایره نام آن ماه نوشته. و از یک طرف دیگر مقابل ساعات دوازده تخته دیگر نهاده که در شب چون یک ساعت می‌گذرد یک چراغ از آن دوازده چراغ که نهاده شده باز نشانده می‌شود. و همچنان کمری بر میان آن چرخ

نهاده مثل منطقه البروج و اسامی چهل و هشت منازل قمر ثبت کرده: اول شرطین و بطین و ثریا و دبران و هقعه و هنع و ذراع و نثره و طرف و جبهه و زبره و صرفه و عوا و سماک اعزل و غفر و زبانی و اکیل و قلب و شوله و نعایم و بلده و سعد ذابح و سعد بلع و سعد السعود و سعد الاخبیه و مقدم و مؤخر و رشا و بطن الحوت. و بر بالای دایره قمر خمسہ متحیره زحل و مشتری و عطارد و مریخ و زهره و منسوبات هر روز نوشته، به هر کوکب که باشد. و در اندرون رصد تنوره‌ای دو بالای آدمی از مس ساخته و هر روز پر از آب می‌کنند و لنگری مسین بر زنجیری بسته بر روی آب آن تنوری است و در پائین آن تنوره اسطرلاب روئین ساخته و از عضاده و مری آن آبی از ثقبه بیرون می‌آید و هر چند آب آن تنور کم می‌گردد آن لنگر فرومی‌نشیند و تمام عمل بدان است، و طاس کوچک چون جام آویخته نشان دقیقه است که هر دقیقه میلی بر آن جام خورده می‌شود و آوازی می‌کند. و در پای چرخ رصد پنجره چوبین به مقلی چوبین در هم کرده و از آن پنجره این چنین بیرون می‌آید: مستنبطه صنعہ هذه الساعات العبد الفقير الى الله الخليل ابی بکر بن محمد خليل فر الله له بالخیر. و اتمام این رصد در سال خمس و عشرين و سبعمائه بود» (کاتب یزدی، ۱۳۸۶: ۱۱۳ و ۱۱۴).

معرفی روش پژوهش

در این پژوهش به منظور پاسخ به پرسش‌های پژوهش، متن دو کتاب تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد که توسط ایرج افشار بازنویسی شده بود در ارتباط با این دستگاه مورد بررسی قرار گرفت و تلاش شد جمله به جمله این متن به عنوان گزاره‌های اسنادی دسته‌بندی گردد. در مجموع توصیف این دو کتاب شباهت بسیاری به هم داشت با این حال، در ذکر برخی جزئیات این دو نوشته نقش مکمل برای یکدیگر داشتند و ابهامات یک متن با ارجاع به متن دوم قابل فهم می‌گردید. بعد از گردآوری اطلاعات و اسناد تاریخی این ساعت، تلاش شد تا مبتنی بر اسناد بدست آمده، ساختار این دستگاه بازآفرینی و نقشه‌های فنی آن تهیه شود که هم شامل المان‌های ظاهری و هم المان‌ها و عناصر فنی داخلی این دستگاه می‌شد. پس از تهیه نقشه‌های فنی این دستگاه، مدل‌سازی حجمی و سه‌بعدی این دستگاه به صورت رایانه‌ای انجام گرفت. با این حال، بازآفرینی صورت گرفته به صورت نقشه‌های فنی و مدل سه‌بعدی، تنها جنبه تئوری داشت و مشخص نبود که در مرحله عملیاتی آیا این ساختار می‌تواند مکانیزم‌های پیچیده و عملیاتی این دستگاه را پاسخگو باشد یا خیر؟

به‌همین منظور و برای اطمینان از عملکرد مدل بازسازی شده، عملیات ساخت نمونه کوچک مقیاس این دستگاه آغاز شد. ابعاد ساخت این نمونه کوچک به نحوی انتخاب شد که امکان ساخت آن در یک کارگاه کوچک و سپس انتقال آن به موزه آب یزد برای نمایش همیشگی به مخاطبان و علاقمندان فراهم باشد. در فرایند ساخت این دستگاه تلاش شد تا تمام اجزای عملکردی مهم ساعت که در اسناد تاریخی شرح داده شده است مدل‌سازی شود و بر اساس همان ساختار عملکردی اصیل یعنی عملکرد مبتنی بر انرژی محرکه آب، عملکردهای گاهنگاری را از خود بروز دهد. این فرایند بسیار پیچیده و چالش برانگیز بود زیرا اسناد تاریخی صرفاً به توصیف عملکرد ظاهری اجزای زمان‌سنجی در ساعت پرداخته بودند و در مورد نحوه سازوکار داخلی این دستگاه توصیحاتی ارائه نشده بود. با این حال، با تکیه بر دانش فیزیک و مکانیک و نیز مهندسی آب تلاش شد تا سازوکارهای داخلی این دستگاه منطبق بر عملکردهای بیرونی آن بازسازی شود. این اقدامات گاهی اوقات با آزمون و خطا و نیز آزمون مدل‌های مختلف به نتیجه می‌رسید. در حین ساخت نمونه کوچک مقیاس، تناقض‌های متعددی با مدل‌سازی و نقشه‌های فنی اولیه نشان داده می‌شد، به‌همین منظور، مبتنی بر نمونه ساخته‌شده، نقشه‌های فنی و مدل‌سازی سه بعدی دستگاه اصلاح شده و ارتقا داده می‌شد. پس از اتمام ساخت نمونه کوچک مقیاس و تست‌های نهایی موفق که نشان می‌داد این نمونه قادر به نمایش تمام عملکردهای اصلی دستگاه مبتنی بر نمونه تاریخی خودش است، نسخه نهایی اسناد فنی و مدل‌سازی کامپیوتری نیز تهیه گردید.

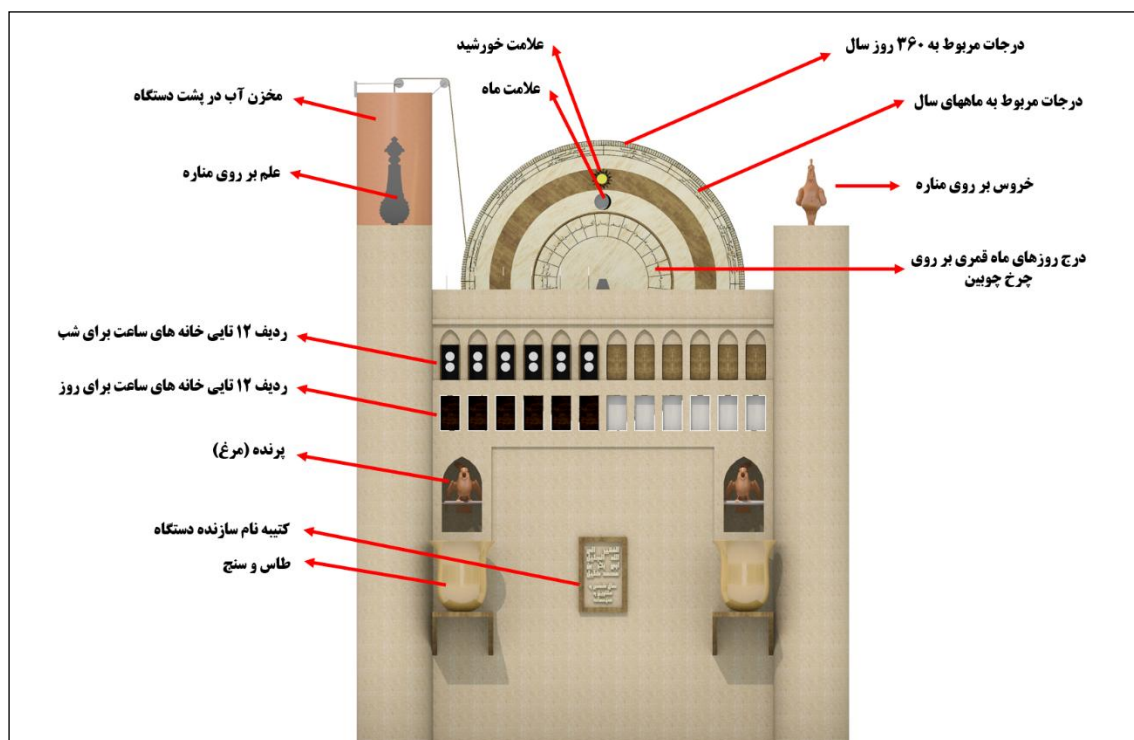
معرفی دستاوردهای پژوهش

همان‌طور که اشاره شد به منظور پاسخ به پرسش‌های پژوهش، بازآفرینی دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد با تکیه بر متن دو کتاب تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد انجام شده است. دستاوردهای نهایی و اصلی این پژوهش شامل بازآفرینی تصویری و رایانه‌ای این دستگاه و نیز ساخت نمونه کوچک مقیاس آن با قابلیت نمایش عملکردهای اصلی گاه‌شماری آن می‌شود. در این پژوهش برای اولین بار تصویر رویه این دستگاه بازسازی شد. این بازسازی صرفاً بر اساس عملکردهای دستگاه و بدون نمایش جزئیات و آرایه‌های

معماری آن صورت گرفته است. زیرا در ارتباط با مشخصات معماری این سازه اطلاعات دقیقی در دست نبود و بازسازی صرفاً بر اساس اطلاعات تاریخی موجود در دو کتاب تاریخ یزد و تاریخ جدید یزد از اجزای عملکردی و نحوه عملکرد آنها صورت گرفت. در ادامه دستاوردهای بازآفرینی این دستگاه به‌طور تفصیلی شرح داده می‌شود.

بازسازی تصویری و رایانه‌ای دستگاه

بازسازی تصویری دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه با مدل‌سازی رایانه‌ای و به صورت پویانمایی که قابلیت نمایش حرکت‌های ساعت را داشته باشد انجام شد. شمای کلی بازسازی شده از این ساعت و مهمترین عناصر عملکردی آن در شکل ۱ مشاهده می‌شود. مهمترین عناصر عملکردی و المان‌هایی که در این ساعت بازنمایی شده شامل چرخ چوبین، خانه‌های ساعت، سازوکار گوی و طاس و سنج، مناره علم، مناره خروس و کتیبه سازنده است که در ادامه شرح هر یک از آنها توضیح داده می‌شود.

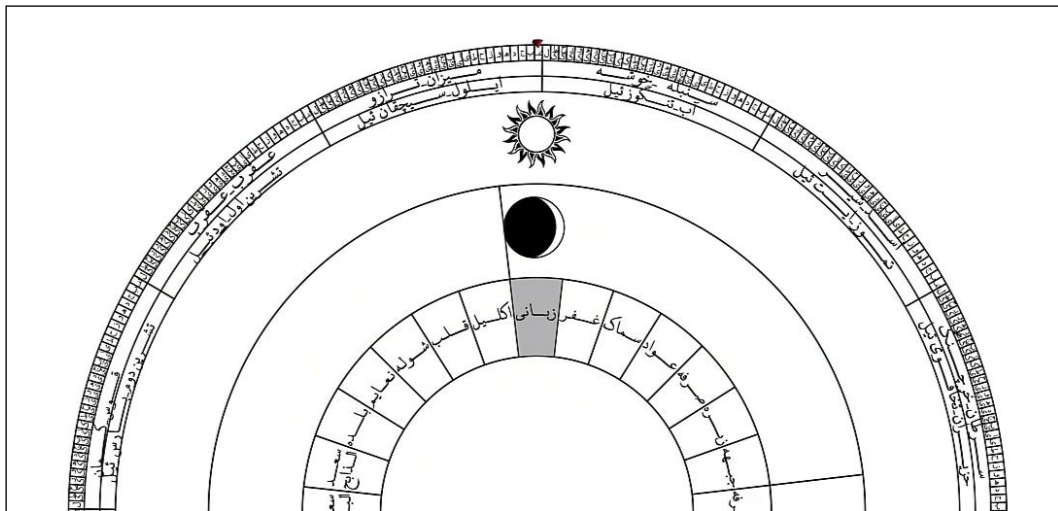


شکل ۱. مدل‌سازی رویه رصد وقت و ساعت و معرفی عناصر و اجزای عملکردی آن

Figure 1. The Rasade Vaght-o-Saat front view modeling and its functional elements and components.

الف) چرخ چوبین

طبق توضیحات دو کتاب تاریخی، در قسمت بالا و میانی ساعت چرخ دواری است که ابزاری برای نمایش روزهای سال شمسی و نیز روزهای ماه قمری است. بر روی این چرخ ۳۶۰ درجه به نشانه ۳۶۰ روز سال ایجاد شده و هر ۳۰ روز با نام ماه‌های جلالی، ترکی، عربی و رومی مشخص شده است. قرار گرفتن علامت خورشید در هر درجه نشانگر روز مشخص از سال است. همچنین در حلقه داخلی این چرخ نام روزهای ماه قمری درج شده و قرار گرفتن علامت ماه در مقابل آن روز، نشانگر روز مشخص از ماه قمری است.

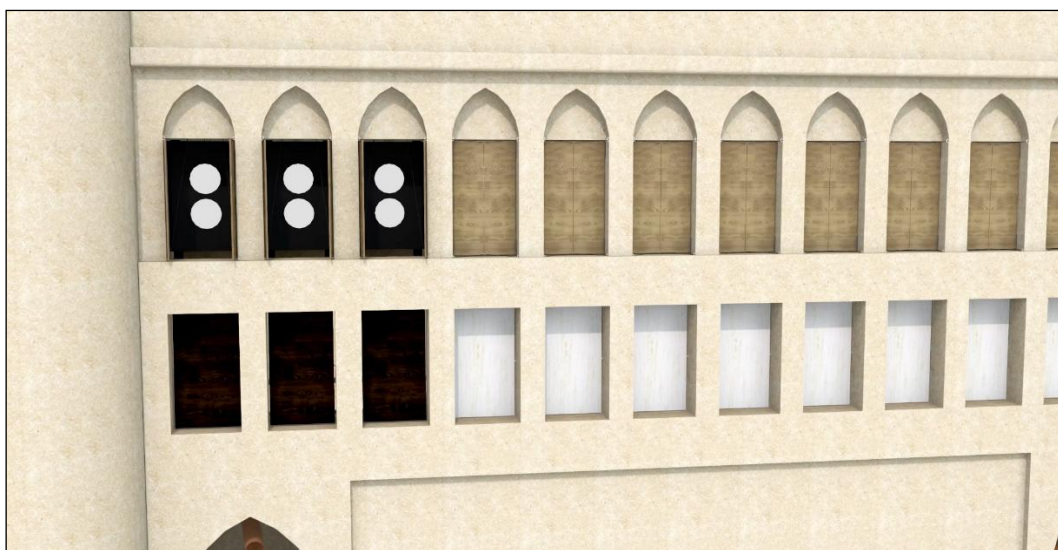


شکل ۲. بازسازی تصویری چرخ چوبین؛ این چرخ از چند حلقه تشکیل شده است؛ بیرونی‌ترین حلقه به ۳۶۰ درجه تقسیم شده و بیانگر روزهای سال است، حلقه بعدی ماه‌های سال را به چهار زبان نشان می‌دهد و داخلی‌ترین حلقه روزهای ماه قمری را نمایش می‌دهد. یک علامت خورشید در هر روز بر روی درجه مخصوص از روزهای سال و یک علامت ماه بر روی درجه مخصوص از روزهای ماه قمری قرار می‌گیرد و آن روز را تعیین می‌کند.

Figure 2. A visual reconstruction of the wooden wheel; the wheel is made up of several rings; the outermost ring is divided into 360 degrees and represents the days of the year, the next ring shows the months of the year in four languages, and the innermost ring shows the days of the lunar month. A sun sign is placed on a specific degree of the day of the year each day, and a moon sign is placed on a specific degree of the day of the lunar month, determining that day.

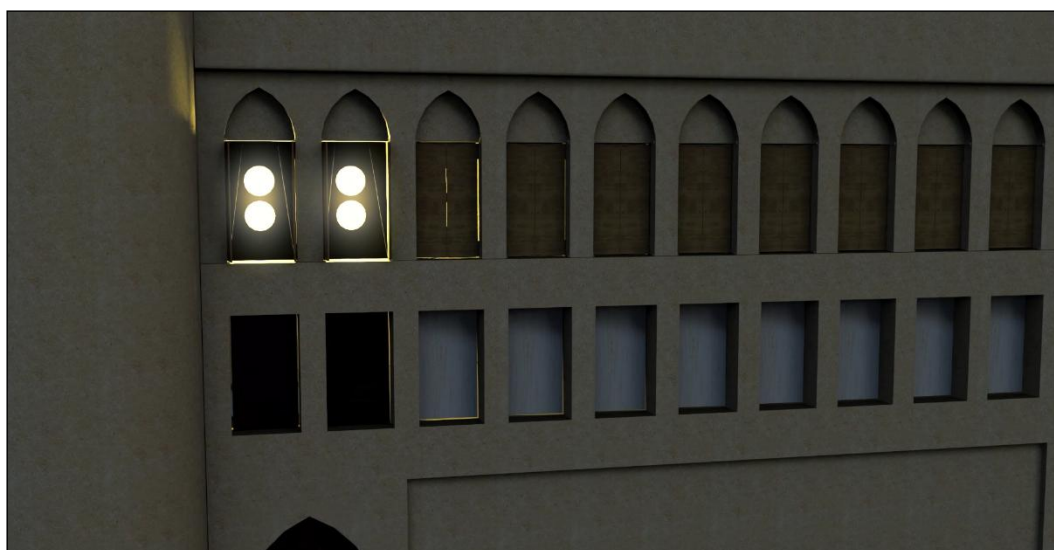
ب) خانه‌های ساعت

در زیر چرخ چوبین دو ردیف ۱۲ تایی از خانه‌ها وجود دارد. ۱۲ خانه ردیف پایین مخصوص نمایش ساعات روز و ۱۲ خانه ردیف بالا برای نمایش ساعات شب است. با گذشت هر ساعت در روز یکی از خانه‌های ردیف پایین از رنگ سفید به رنگ سیاه تغییر می‌کند و با گذشت هر ساعت شب، یکی از خانه‌های ردیف بالا روشن می‌شود.



شکل ۳. خانه‌های ساعت، در این حالت با توجه به سیاه شدن سه خانه از ردیف پایین، به معنای ساعت سه روز است.

Figure 3. The clock houses, in this view, three black bottom houses mean 3 o'clock of the day.

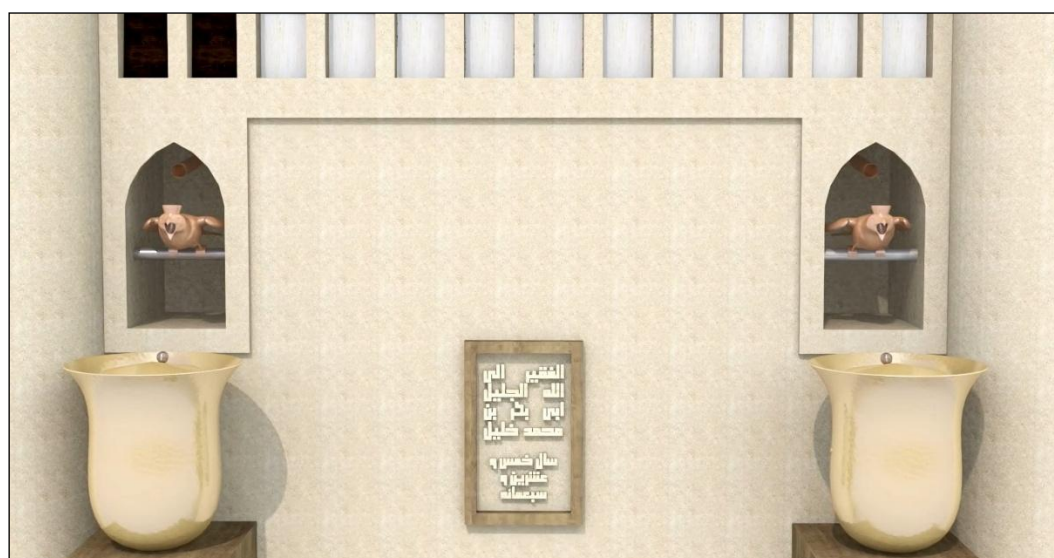


شکل ۴. خانه‌های ساعت، در این حالت با توجه به روشن شدن دو خانه در ردیف بالا، به معنای ساعت دو در شب است.

Figure 4. The clock houses, in this view, lighting up the two houses in the top row mean 2 o'clock of the night.

پ) سازوکار گوی و طاس و سنج

در زیر ردیف خانه‌های ساعت دو دریچه است که در داخل هر یک پرنده‌ای از جنس مس قرار دارد و در رأس هر ساعت گویی به داخل بدن این پرنده وارد می‌شود. وزن گوی باعث خم شدن پرنده‌ها شده و سپس گوی از دهان این دو پرنده خارج شده و بر روی سنجی که در داخل طاس‌هایی که در زیر این دو دریچه قرار دارد می‌افتد و بدین صورت صدایی ایجاد می‌کند که نمایانگر گذر یک ساعت است. در مدل‌سازی صورت گرفته پرنده شاهین برای این منظور انتخاب شده است.



شکل ۵. خانه‌های گوی و نحوه حرکت شاهین‌ها که بعد از آزاد شدن گوی، خم شده و گوی را بر روی سنجی که در طاسی که در زیر آنها قرار دارد رها می‌کنند و بدین صورت صدایی در رأس هر ساعت ایجاد می‌شود.

Figure 5. The ball houses and the way the falcons move, which bend down after releasing the ball and drop it onto the cymbal in the pot below them, thus creating a sound exactly at the each hour.

ت) مناره علم

در سمت چپ دستگاه مناره‌ای است که در داخل آن علمی قرار گرفته است. در پنج موقع از شبانه‌روز (صبح، پیشین، پسین، شام و خفتن)، علم از داخل این مناره بیرون می‌آید و پس از مدت کوتاهی دوباره در داخل مناره فرو می‌نشیند. همزمان با بیرون آمدن علم، طبلی هم که در داخل دستگاه است به صدا در می‌آید.



شکل ۶. علم که در پنج موقع از شبانه‌روز از داخل منار علم بالا می‌آید و پس از مدتی فرو می‌نشیند.

Figure 6. Metal sign that rises from inside the minaret at five times a day and then descends after a while..

ج) منار خروس

در سمت راست دستگاه منار دیگری وجود دارد که بر بالای آن مرغ (خروس) قرار گرفته و از ابتدای روز تا غروب آفتاب با گردشی ۱۸۰ درجه‌ای، همواره رو به سوی خورشید دارد.



شکل ۷. وضعیت منار خروس در صبحگاه که رو به سوی طلوع آفتاب دارد.

Figure 7. The position of the rooster minaret in the morning, facing the sun at sunrise.

ساخت نمونه کوچک مقیاس دستگاه

همان طور که اشاره گردید در این پژوهش علاوه بر بازسازی رایانه‌ای دستگاه تلاش شد تا نمونه کوچک مقیاس آن که بتواند عملکردهای اصلی آن را با همان سازوکارهای قدیمی نمایش دهد ساخته شود. این نمونه در ابعاد ۱ در ۰٫۸ متر و ارتفاع ۲٫۵ متر در محل پردیس فناوری دانشگاه یزد ساخته شد. ابعاد نمونه به نحوی انتخاب شده بود که پس از ساخت بتواند به راحتی جابه‌جا و به محل موزه آب یزد منتقل شود. در ساخت این دستگاه از مصالحی همچون صفحه پی وی سی ضد آب، لوله پولیکا، قوطی و لوله و هسته‌های آلومینیومی و نیز صفحات استیل استفاده شده است. همچنین برای برخی دیگر از اجزای دستگاه از قطعات تفلون، نخ‌های مستحکم، صفحات چرم و دیگر مصالح متفرقه استفاده شده است. در فرایند ساخت ابتدا نما و پوسته بیرونی دستگاه و سپس اجزای داخلی ساخته شد. پس از ساخت و اتصال اجزای اصلی دستگاه در کارگاه واقع در پردیس فناوری دانشگاه یزد، این دستگاه در اواخر سال ۱۴۰۳ به محل موزه آب یزد منتقل و پس از رنگ‌آمیزی در یکی از اتاق‌های سه دری در جبهه شمالی حیاط آن مستقر گردید.



شکل ۸. اتصال اولیه قطعات رویه دستگاه
Figure 8. Initial connection of the device surface parts.



شکل ۹. آزمون نمایش نور در خانه‌های ساعت برای نمایش ساعات شب

Figure 9. Testing the display of light in the device houses to display the time at night.



شکل ۱۰. نمای بیرونی ساعت در مراحل پایانی ساخت در کارگاه

Figure 10. Exterior view of the clock in the final stages of construction in the workhouse.



شکل ۱۱. نمونه کوچک مقیاس رصد وقت و ساعت یزد پس از استقرار در موزه آب یزد

Figure 11. A small scale sample of the Rasad-e Vaght-o-Saateh of Yazd after its installation at the Yazd Water Museum.

عملکرد نمونه کوچک مقیاس ساخته شده مشابه با نمونه اصلی در قرن هشتم و مبتنی بر نیروی محرکه آب است و این دستگاه قادر است مانند نمونه قرن هشتم با انرژی آب تمام عملکردهای اصلی دستگاه در قرن هشتم را به نمایش بگذارد. تنها دو ویژگی در این دستگاه به نمایش گذاشته نشده یکی خمسه متجبره که به دلیل ابهام در ماهیت آن و ضعف اسناد تاریخی در توصیف آن قابلیت بازنمایی نداشت. از دیگر عملکردهای دستگاه اصلی که در نمونه کوچک مقیاس نمایش داده نشده است دقیقه شمار است و علت عدم ساخت آن نیز محدودیت ابعاد دستگاه به دلیل کوچک بودن آن بوده است. زیرا این عملکرد تنها در نمونه‌های بزرگ و نزدیک به ابعاد دستگاه اصلی قابلیت اجرا دارد. در رابطه با منبع تأمین نور برای خانه‌های ساعت در شب به دلیل محدودیت استفاده از منابع روشنایی سنتی، از چراغ‌های الکتریکی استفاده شده است. این دستگاه در روز ۲۴ ام اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۴ همزمان با هفته میراث فرهنگی و روز جهانی موزه با حضور برخی از مسئولین و علاقمندان تاریخ رونمایی و در معرض بازدید عموم قرار گرفت و در حال حاضر گروه‌ها و افراد مختلف امکان بازدید از آن را در موزه آب یزد دارند.

جمع‌بندی

در این نوشتار تلاش شد تا دستاوردهای طرح پژوهشی بازآفرینی رصد وقت و ساعت یا دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد که یکی از شاخص‌ترین سازه‌های تاریخی آبی و از مهمترین عناصر تاریخ علم در ایران محسوب می‌شود معرفی گردد. این طرح در سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳ با حمایت شرکت آب منطقه‌ای یزد و با همکاری شرکت فناوری مزدآباد و دانشگاه یزد انجام شد. دستاوردهای این طرح شامل بازآفرینی تصویری و رایانه‌ای این دستگاه همراه با تمامی عناصر اصلی عملکردی آن و همچنین ساخت نمونه کوچک مقیاس دستگاه است. بازآفرینی این ساعت چه به صورت تصویری و چه به صورت نمونه ساخته شده برای اولین بار در ایران در این پژوهش صورت گرفته است. نمونه کوچک مقیاس هم‌اکنون در موزه آب یزد در معرض بازدید عموم قرار گرفته است و این

نمونه قادر است تمام عملکردهای اصلی این دستگاه در گذشته را با همان سازوکار قدیمی یعنی بر مبنای انرژی محرکه آب به نمایش بگذارد. در این مقاله تلاش شد تا دستاوردهای این طرح پژوهشی و فرایند انجام این تحقیق معرفی گردد. به همین منظور، ضمن توضیح روند انجام این پژوهش، دستاوردهای این طرح شامل تصاویر بازسازی رایانه‌ای دستگاه، ارائه و عناصر و اجزای عملکردی و نحوه انجام زمان‌سنجی توسط این دستگاه معرفی شد. همچنین فرایند و جزئیات ساخت نمونه کوچک مقیاس دستگاه در موزه آب یزد ارائه گردید.



شکل ۱۲. مراسم رونمایی از ساعت آبی مدرسه رکنیه یزد در ۲۴ ام اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۴ در محل موزه آب

Figure 12. The unveiling ceremony of the small scale replica of water clock of Rokniyeh Madrasa of Yazd on May 14, 2025, at the Water Museum.



شکل ۱۳. بازدید علمی دانشجویان دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد به همراه دکتر رضا ابویی از ساعت آبی مدرسه رکنیه در ۳۰ ام اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۴ در محل موزه آب

Figure 13. Scientific visit of students of the Faculty of Art and Architecture of Yazd University, along with Dr. Reza Abuei, from the small scale replica of Water Clock of Rokniyeh Madrasa on May 20, 2025, at the Water Museum.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همراهی و حمایت همه‌جانبه مدیرعامل محترم فعلی و سابق شرکت آب منطقه‌ای یزد جناب آقای مهندس محجوبی و جناب آقای دکتر جوادیان‌زاده در حمایت از این طرح پژوهشی تحقیقاتی صمیمانه قدردانی می‌شود. همچنین نگارندگان مراتب سپاس خود را از مدیر محترم موزه آب یزد سرکارخانم دکتر کولیوند، آقای دکتر بهروز دهقان، آقای دکتر سید علی معاشری و آقای دکتر عباس فقیه خراسانی تشکر ابراز می‌دارند.

حامیان مالی و معنوی

این مقاله برگرفته از نتایج دو طرح پژوهشی «مطالعه و بازآفرینی دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد در قرن هشتم» و «مدل‌سازی و بازآفرینی دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد در قرن هشتم» به کارفرمایی شرکت آب منطقه‌ای یزد است که در طی سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳ به ترتیب توسط شرکت مزادآباد و دانشگاه یزد انجام شده است. هدف از طرح اول مطالعات تاریخی و بازآفرینی تصویری دستگاه و هدف از طرح دوم ساخت نمونه کوچک مقیاس دستگاه بوده است. مجریان هر دو طرح پژوهشی نگارندگان این متن بوده، ناظرین و مشاورین این طرح آقایان دکتر بهروز دهقان، دکتر سید علی معاشری و دکتر عباس فقیه خراسانی بودند.

پی‌نوشت

۱. شرکت سپهر مزادآباد کیانشهر از شرکت های فناور مستقر در پردیس فناوری دانشگاه یزد است که در حوزه تخصصی معماری و مرمت فعالیت دارد.
۲. در مبحث تاریخ زمان‌سنجی افرادی چون کریمیان سردشتی (۱۳۹۶: ۳۱۰)، بلیک (Blake, 2013: 51)، شمس الدینی (۱۳۹۷: ۳۵)، حبیبی قاینی (۱۳۸۸: ۶) و نوربخش (۱۳۶۶: ۳۹۶-۳۹۷) این ساعت ایلخانی را مورد توجه قرار داده‌اند. در زمینه تاریخ هنر و معماری ایران، ویلبر (۱۳۴۶: ۱۷۳) و پوپ (۱۳۸۷: ۱۲۹۲) به این دستگاه اشاره کرده‌اند. یارشاطر در دایره‌المعارف ایرانیکا ساعت رکنیه را در مبحث ساعت مورد توجه قرار داده است (Yarshater, 1992). در زمینه تاریخ یزد افرادی همچون آیتی (۱۳۱۷: ۱۱۴-۱۱۶)، طاهری

(۱۳۱۷: ۵۵-۵۳)، افشار (۱۳۷۴: ۵۶۱-۵۵۹)، یزدی (۱۳۵۱: ۱۸۳)، خادمزاده (۱۳۸۸: ۳۲۴)، ابویی مهریزی (۱۳۹۱: ۷۴-۷۵)، تشکری بافقی (۱۴۰۱: ۱۵۸-۱۵۹)، علمداری (۱۳۹۱: ۱۰۱-۱۱۰)، میرزایی (۱۴۰۱: ۲۹۱-۳۰۵) این دستگاه را مورد بررسی قرار داده‌اند. در زمینه تاریخ علم افرادی همچون نیرنوری (۱۳۴۵: ۳۹۹-۴۰۱) و فرشاد (۱۳۶۵: ۸۹۵) به جایگاه این ساعت در تاریخ علم ایران پرداخته‌اند. کریمزاده تبریزی (۱۳۶۳: ۱۹) در حوزه تاریخ هنر و صنایع دستی به این دستگاه اشاره کرده و در حوزه ادبیات و تاریخ نیز افرادی چون باستانی پاریزی (۱۴۰۲: ۲۴۳-۲۴۵) به این ساعت آبی اشاره نموده‌اند.

۳. این کتاب وقایع یزد تا سال ۸۴۴ ق را ذکر کرده است. یزد در دوره‌ای که مؤلف کتاب می‌زیست معتبر و بزرگ بود و مدارس آن از جمله مدرسه رکنیه رونق داشتند. حاکم یزد در آن دوره از امرای بانفوذ تیموری به نام امیرچقماق بود. چندی پس از تألیف این کتاب شهر یزد به سوی افول می‌گراید.

منابع / References

- Abuei Mehrizi. (2012). Cultural History of Yazd in the Time of Shah Abbas II and Shah Suleiman Safavi, Tehran: Dr. Mahmoud Afshar Publications. (In Persian)
- [ابویی مهریزی، محمدرضا. (۱۳۹۱). تاریخ فرهنگی یزد در روزگار شاه عباس ثانی و شاه سلیمان صفوی، تهران: دکتر محمود افشار.]
- Smith, John Mason et al. (1987). Socio-Economic History of Iran in the Mongol Period, translated by Yaqoob Ajhand, Tehran, Etelaat Publications. (In Persian)
- [اسمیت، جان ماسون و همکاران. (۱۳۶۶). تاریخ اجتماعی - اقتصادی ایران در دوره مغول، ترجمه یعقوب آژند، تهران: اطلاعات.]
- Afshar, Iraj. (1995). Enduring Works of Yazd. Tehran. The Society for the Appreciation of Cultural Works and Dignitaries.. Yazd Book House. (In Persian)
- [افشار، ایرج. (۱۳۷۴). یادگارهای یزد. تهران. انجمن آثار و مفاخر فرهنگی. خانه کتاب یزد.]
- Arthur, Pope and Phyllis Ackerman. (2008). A Journey through Iranian Art from Prehistory to the Present, Tehran: Scientific and Cultural Publishing Company. (In Persian)
- [آرتور، پوپ و فیلیس اکرم. (۱۳۸۷). سیری در هنر ایران از دوران پیش از تاریخ تا امروز، تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی.]
- Ayati, Abdolhossein. (1938). History of Yazd. Yazd: Golbahar Yazd. (In Persian)
- [آیتی، عبدالحسین. (۱۳۱۷). تاریخ یزد. یزد: گلبهار یزد.]
- Bastani Parizi, Mohammad Ebrahim. (1402). Jame-ul-Muqadamat. Tehran: Nashre-e-Elm. (In Persian)
- [باستانی پاریزی، محمد ابراهیم. (۱۴۰۲). جامع‌المقدمات. تهران: نشر علم.]
- Tashahkori Bafghi, Ali Akbar. (1401). History of the city and urbanization in Yazd from the Atabakan to the Khavanin, Yazd: Sadoughi Culture House. (In Persian)
- [تشکری بافقی، علی اکبر. (۱۴۰۱). تاریخ شهر و شهرنشینی در یزد از اتابکان تا خوانین، یزد: خانه فرهنگ صدوقی.]
- Jafari, Jafar bin Muhammad. (1959). History of Yazd. With the help of Iraj Afshar. Tehran: Book Translation and Publishing Company. (In Persian)
- [جعفری، جعفر بن محمد. (۱۳۳۸). تاریخ یزد. به کوشش ایرج افشار. تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.]
- Haji Shabani, Mohammad. (1998). The necessity of reconstructing Yazd's clock and timekeeping device. Yazd Culture Quarterly. Volume 1 (1): 106-112 (In Persian)
- (<https://www.magiran.com/paper/6014/%d8%b6%d8%b1%d9%88%d8%b1%d8%aa-%d8%a8%d8%a7%d8%b2%d8%b3%d8%a7%d8%b2%db%8c-%d9%88%d9%82%d8%aa-%d9%88-%d8%b3%d8%a7%d8%b9%d8%aa-%db%8c%d8%b2%d8%af>)
- [حاجی شعبانی، محمد. (۱۳۷۷). ضرورت بازسازی یا نمادسازی وقت و ساعت یزد. فصلنامه فرهنگ یزد. ۱ (۱): ۱۰۶-۱۱۲.]
- Habibi Ghaeni Bayigi, Maryam. (2009). Timekeeping and Clocks with a Look at the Astan Quds Razavi Museum. Electronic Publication of the Organization of Libraries, Museums and Documentation Center of Astan Quds Razavi. Volume 1(4): 1-28 (In Persian) (https://shamseh.aqr-libjournal.ir/article_49985.html)
- [حبیبی قاینی بایگی، مریم. (۱۳۸۸). زمان سنجی و ساعت با نگاهی به موزه آستان قدس رضوی. نشریه الکترونیکی سازمان کتابخانه‌ها موزه‌ها و مرکز اسناد آستان قدس رضوی. دوره ۱ (۴): ۱-۲۸.]

Khademzadeh, Mohammad Hassan. (2009). Historical Neighborhoods of Yazd City. Translated into English by Zuhair Mottaki. Tehran: Sobhan Noor. (In Persian)

[خادم‌زاده، محمد حسن. (۱۳۸۸). محلات تاریخی شهر یزد. ترجمه به انگلیسی زهیر متکی. تهران: سبحان نور.]

Shams-al-Dini, Payam. (2018). Automaton; A Royal Toy. Mehr Parseh (Persian Studies Monthly). 14(22): 30-35 (In Persian) (<https://www.jaaar.com/kiosk/archives/mehreparseh#&gid=1&pid=7>)

[شمس‌الدینی، پیام. (۱۳۹۷). اتوماتون؛ بازیچه‌ای شاهانه. مهر پارسه (ماهنامه ایران‌شناسی). ۱۴(۲۲): ۳۰-۳۵.]

Shahabinejad, Ali and Lookzadeh, Hadi. (1403 AH), Recognition of the Timekeeping Device of the Yazd Rokniyeh complex based on the text of the Waqf-nameh Jame'-ol-Khairat, Athar Journal, 45 (105): 61-84. (In Persian) <https://doi.org/10.22034/45.105.3>

[شهابی‌نژاد، علی و لوکزاده، هادی. (۱۴۰۳ الف)، بازشناسی دستگاه زمان‌سنجی مجموعه رکنیه یزد مبتنی بر متن وقف‌نامه جامع‌الخیرات، نشریه اثر، ۴۵ (۱۰۵): ۶۱-۸۴.]

Shahabinejad, Ali and Lokzadeh, Hadi. (1403 B), Modeling and Recreating the Timekeeping Device of the Rokniyeh School of Yazd in the Eighth Century, Research Project, Client: Yazd Regional Water Company, Implementer: Yazd University (In Persian)

[شهابی‌نژاد، علی و لوکزاده، هادی. (۱۴۰۳ ب)، مدلسازی و بازآفرینی دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد در قرن هشتم، طرح پژوهشی برون‌دانشگاهی، کارفرما: شرکت آب منطقه‌ای یزد، مجری: دانشگاه یزد.]

Shahabinejad, Ali and Lokzadeh, Hadi. (1402), Study and Reconstruction of the Timekeeping Device of the Rokniyeh School of Yazd in the Eighth Century, Study Project, Client: Yazd Regional Water Company, Implementer: Sepehr Technology Company, Mazdabad, Kianshahr. (In Persian)

[شهابی‌نژاد، علی و لوکزاده، هادی. (۱۴۰۲)، مطالعه و بازآفرینی دستگاه زمان‌سنجی مدرسه رکنیه یزد در قرن هشتم، طرح مطالعاتی، کارفرما: شرکت آب منطقه‌ای یزد، مجری: شرکت فناوری سپهر مزدآباد کیانشهر.]

Taheri, Ahmad. (1938). History of Yazd, Golbahar publication. (In Persian)

[طاهری، احمد. (۱۳۱۷). تاریخ یزد، چاپخانه گل‌بهار.]

Erfanfar, Mohammad Javad. (2008). List of Iranian Endowment Documents, Yazd: Arshian Publications. (In Persian)

[عرفان‌فر، محمد جواد. (۱۳۸۷). فهرست اسناد وقفیات ایران، یزد: انتشارات عرشیان.]

Alamdari, Mina. (2012). Content Analysis of Jame' al-Khairat (Deed of endowment of Sayyed Rokn al-Din and Sayyed Shams al-Din), Master's Thesis in Iranology, Supervisor: Mohammad Reza Rahmati, Yazd University. (In Persian)

[اعلم‌داری، مینا. (۱۳۹۱). تحلیل محتوایی جامع‌الخیرات (وقف نامه سید رکن‌الدین و سید شمس‌الدین)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد ایران‌شناسی، استاد راهنما: محمدرضا رحمتی، دانشگاه یزد.]

Farshad, Mehdi. (1986). History of Science in Iran, Tehran, Amirkabir Publications. (In Persian)

[فرشاد، مهدی. (۱۳۶۵). تاریخ علم در ایران، تهران، انتشارات امیرکبیر.]

Kateb Yazdi, Ahmad bin Hussein. (2007). New History of Yazd. With the help of Iraj Afshar. Tehran: Amir Kabir. (In Persian)

[کاتب یزدی، احمدبن حسین. (۱۳۸۶). تاریخ جدید یزد. به کوشش ایرج افشار. تهران: امیرکبیر.]

Karimzadeh Tabrizi, Mohammad Ali. (1984). The Lives and Works of the Old Iranian Painters and Some Famous Indian and Ottoman Painters, Volume One, London Edition. (In Persian)

[کریم‌زاده تبریزی، محمد علی. (۱۳۶۳). احوال و آثار نقاشان قدیم ایران و برخی از مشاهیر نگارگر هند و عثمانی، جلد اول، چاپ لندن.]

Karimian Sardashti, Nader. (1990). Biography of the founder of Yazd timekeeping Device. Yazd Culture Quarterly. No. 6-7: 47-49. (In Persian)

(<https://www.magiran.com/paper/1221150/%d8%b4%d8%b1%d8%ad-%d8%ad%d8%a7%d9%84-%d8%b3%d8%a7%d8%b2%d9%86%d8%af%d9%87-%d8%b1%d8%b5%d8%af-%d9%88%d9%82%d8%aa-%d9%88-%d8%b3%d8%a7%d8%b9%d8%aa-%db%8c%d8%b2%d8%af>)

[کریمیان سردشتی، نادر. (۱۳۷۹). شرح حال سازنده رصد وقت و ساعت یزد. فصلنامه فرهنگ یزد. شماره ۶-۷: ۴۷-۴۹.]

Karimian Sardashti, Nader. (2017). History of Chronometry and the Watchmaking Industry. Tehran: Amirkabir. (In Persian)

[کریمیان سردشتی، نادر. (۱۳۹۶). تاریخ زمان‌سنجی و صنعت ساعت‌سازی. تهران: امیرکبیر.]

- Lookzah, Hadi and Shahabinejad, Ali. (1402). The water Clock of the Rokniyeh School of Yazd in the Eighth Century AH, Iranian Physics Conference 1402, Paper No.: 358: 1161-1164. (In Persian) (https://www.researchgate.net/publication/394223113_The_Water_Clock_of_Rokniyeh_School_in_Yazd_in_the_eighth_AH_century)
- [لوک‌زاه، هادی و شهابی‌نژاد، علی. (۱۴۰۲). ساعت آبی مدرسه رکنیه یزد در قرن هشتم هجری قمری، کنفرانس فیزیک ایران سال ۱۴۰۲، شماره مقاله: ۳۵۸: ۱۱۶۱-۱۱۶۴.]
- Mostofi Bafqi, Mohammad Mufid ibn Mahmoud. (2006). Jame Mufid. With the help of Iraj Afshar. Tehran: Asatir. (In Persian)
- [مستوفی بافقی، محمد مفید بن محمود. (۱۳۸۵). جامع مفیدی. به کوشش ایرج افشار. تهران: اساطیر.]
- Mirzaei, Masoud and Mirzaei, Niki. (1401). A Visualization of the Rokniyeh School of Yazd in the Eighth to Ninth Centuries AH, Journal of the Yazd Medical Sciences Education Studies and Development Center, 17 (4): 291-305. (In Persian) (<https://www.magiran.com/paper/2561121/%d8%aa%d8%ac%d8%b3%d9%85%db%8c-%d8%a7%d8%b2-%d9%85%d8%af%d8%b1%d8%b3%d9%87-%d8%b1%da%a9%d9%86%db%8c%d9%87-%db%8c%d8%b2%d8%af-%d8%af%d8%b1-%d9%82%d8%b1%d9%88%d9%86-%d9%87%d8%b4%d8%aa%d9%85-%d8%aa%d8%a7-%d9%86%d9%87%d9%85-%d9%87%d8%ac%d8%b1%db%8c>)
- [میرزایی، مسعود و میرزایی، نیکو. (۱۴۰۱). تجسمی از مدرسه رکنیه یزد در قرون هشتم تا نهم هجری، مجله مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی یزد، ۱۷ (۴): ۲۹۱-۳۰۵.]
- Nourbakhsh, Mohammad Reza. (1987). Mechanical Clocks in Iran, Ayandeh Journal, 13 (6 and 7): 395-407. (In Persian) (<https://ensani.ir/fa/article?ArticleSearch%5Btitle%5D=%D8%B3%D8%A7%D8%B9%D8%AA-%D9%85%DA%A9%D8%A7%D9%86%DB%8C%DA%A9%DB%8C-%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86-&ArticleSearch%5BsortBy%5D=relevance>)
- [نوربخش، محمدرضا. (۱۳۶۶). ساعت مکانیکی در ایران، نشریه آینده، ۱۳ (۶ و ۷): ۳۹۵-۴۰۷.]
- Nayyar Nouri, Hamid. (1966). Iran's Contribution to World Civilization, National Iranian Oil Company Publications. (In Persian)
- [نیر نوری، حمید. (۱۳۴۵). سهم ایران در تمدن جهان، انتشارات شرکت ملی نفت ایران.]
- Wilber, Donald. (1967). Islamic Architecture of Iran during the Ilkhanate Period, translated by Abdullah Faryar, Tehran: Book Translation and Publishing Company. (In Persian)
- [ویلبر، دونالد. (۱۳۴۶). معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان، ترجمه عبدالله فریار، تهران: نگاه ترجمه و نشر کتاب.]
- Yazdi, Manouchehr. (1972). The Appearance of Yazd in the First Decade of the Revolution, from the Publications of the Governor General of Yazd, Kayhan Press. (In Persian)
- [یزدی، منوچهر. (۱۳۵۱). سیمای یزد در نخستین دهه انقلاب، از انتشارات فرمانداری کل یزد، چاپ کیهان.]
- Blake, stephen p, 2013, Time in early modern islam, Cambridge University Press.
- Yarshater, E. (1992). Encyclopedia Iranica, clocks, (Vol. V, Fasc. 7, pp. 713-718), Encyclopaedia Iranica Foundation.