

تعیین عملکرد و طرح معماری واحدهای نجومی مکشوفه در رصدخانه مراغه^۱

جواد شکاری نیری*

استادیار گروه مرمت و احیای بناهای تاریخی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

(از ص ۹۱ تا ۱۰۹)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۳/۱۹؛ تاریخ پذیرش قطعی: ۹۵/۱۰/۱۹

چکیده

پس از کاوش در سایت ویران رصدخانه مراغه، غیر از شالوده‌هایی با پلان‌های مدور، چیز دیگری از ساختار معماری آن یافت نشد. با گذشت حدود ۴۰ سال، طرح و شکل برخی از واحدهای نجومی رصدخانه، مشخص نبود. حفار رصدخانه در باره شکل و عملکرد آنها به حدس و گمان پرداخت و امیدوار بود که پژوهشگران در آینده بتوانند گره‌گشای معماری آنها باشند. این موضوع که کاربری یا عملکرد واحدهای معماری نجومی رصدخانه چگونه بوده است و این واحدها سرپوشیده بوده‌اند یا خیر، پرسش‌های اساسی در پژوهش حاضر بود که حتی کاوشگران رصدخانه هم پاسخی به آنها نداده بودند. فرضیه ما این بود که با مطالعه در معماری رصدخانه‌های قدیمی سایر نقاط جهان، می‌توان طرح، شکل و حتی احتمالاً عملکرد واحدهای معماری این رصدخانه را پیدا کرد. فرضیه دوم درباره عملکرد یکسان یا مشابه یا مرتبط دو واحد مدوری بود که نزدیک به هم و هم‌شکل بود. دست‌آورد اصلی مقاله، یافتن طرح اصلی و عملکرد تعدادی از واحدهای نجومی این رصدخانه بر اساس انجام بررسی‌ها و مقایسه‌های دقیق با رصدخانه جیپور هند است. بررسی میدانی و متنی منابع و مقایسه و تطبیق مدارک و منابع برای نتیجه‌گیری، روش اصلی تحقیق را شامل می‌شود. احیای عملکرد اصلی واحدهای معماری رصدخانه، همراه با رونق گردشگری علمی و تلاش برای ثبت جهانی این اثر از اهداف پژوهش حاضر است.

واژه‌های کلیدی: رصدخانه مراغه، رام یانتر، پلان‌های نجومی مدور، رصدخانه جیپور، دیگانشایانتر

* رایانامه نویسنده مقاله: Javadnir@yahoo.com

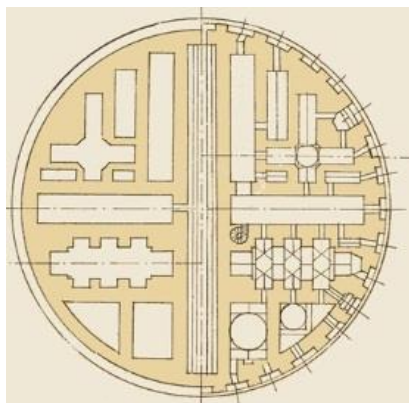
۱. مقدمه

محوطه رصدخانه مراغه، به‌عنوان یک مرکز علمی-پژوهشی بین‌المللی ایران، پس از قرن‌ها، به سال ۱۳۵۱ با سرپرستی پرویز ورجاوند و همکارشان، علی‌اکبر سرفراز از زیر خاک آزاد شد. در نتیجه این کاوش‌ها، غیر از پی‌های آسیب‌دیده ساختمان‌های مدور و چهارگوش، آثار قابل‌ملاحظه دیگری یافت نشد. البته آشکارشدن این پی‌ها امکان ترسیم پلان‌ها را میسر ساخت. اما این موضوع که این پلان‌های مدور در اصل دارای چه شکل و عملکردی بوده‌اند، سرپوشیده بوده‌اند یا سرباز و چه ارتفاعی داشته‌اند، برای کاوشگران رصدخانه معلوم نبود. ورجاوند، در گزارش‌های خود درخصوص شکل ساختمانی آنها مطالبی را بر پایه حدس و گمان ارائه نموده است. با گذشت بیش از چهل سال از کاوش در رصدخانه مراغه، تاکنون کوشش‌های چندانی برای حل مسئله بازسازی رصدخانه مراغه و پی‌بردن به رازهای ابزارآلات نجومی آن که با مصالح معماری ساخته شده بودند صورت نگرفته است. برخی از پژوهشگران، هر بنایی، مانند برج دفاعی یا برج مقبره‌ای را رصدخانه می‌پندارند. آنچه که نگارنده را وادار به تحقیقات گسترده در خصوص رصدخانه‌های قدیمی نمود، اظهارات دونالد ویلبر در باره یکی از برج‌های دفاعی ربع رشیدی بود که وی، کاربری احتمالی آن را رصدخانه دانسته بود (ویلبر ۱۳۶۵: ۱۴۲). تحقیقات نگارنده مشخص ساخت که سازه برج بزرگ ربع رشیدی فقط کارکرد دفاعی داشته است (شکاری ۱۳۸۳: ۳۶۱). در منابع قدیمی از جمله کتب غیاث‌الدین جمشید کاشانی، تنها نقشه‌های شماتیکی از آلات و واحدهای نجومی باقی مانده است که بر از ابهام هستند؛ لذا استفاده از آنها برای ترسیم شکل واحدهای نجومی کمک چندانی نمی‌کند و انطباق مدارک آنها با پلان‌های یافت شده در کاوش‌های باستان‌شناسی کار آسانی نیست. لذا تحقیق در این مورد یکی از ضروریات عرصه علمی نجوم کهن در این کشور بوده و می‌باشد. نگارنده درصدد برآمد تا جایی که امکان دارد، طرح معماری اصلی واحدهای مدور رصدخانه را بازیابی کرده و عملکرد آنها را نیز روشن نماید تا به پرسش‌های مطرح، پاسخ علمی بدهد. درحالی‌که کشوری مانند هند رصدخانه‌های خود را که قبلاً به تقلید از واحدهای مراغه ساخته شده، مرمت و حفظ کرده است و سالانه صدها هزار گردشگر از آنها بازدید می‌نمایند، در مورد مراغه تاکنون اقدام مؤثر و فراگیری صورت نگرفته است. احیای مجدد این مکان و امکان بهره‌برداری آموزشی و رونق گردشگری علمی در این مکان، از اهداف و پیامدهای پژوهش حاضر است. شناخت عملکرد آثار معماری صخره‌ای موجود در تپه رصدخانه مراغه از اهداف دیگر این پژوهش بود که محقق گردید. ایجاد امکان ثبت جهانی این اثر در سایه مرمت و احیای اصالت آن از ضروریات و اهداف موردنظر است. در این راستا، نگارنده نخست، بررسی و شناسایی معماری صخره‌ای تپه رصدخانه را آغاز نموده (شکاری ۱۳۸۵: ۶۱-۸۰)، سپس بر شناخت همه‌جانبه این مجموعه عظیم علمی، آموزشی و تحقیقاتی، تمرکز نمود و توانست به نوع طرح و شکل اصلی معماری نجومی آن دست پیدا کند. تحقیقات نگارنده نشان داد که برخلاف برخی از نظریه‌های رایج، هر بنای مدور یا چندگوشه را نمی‌توان رصدخانه نامید (شکاری ۱۳۸۳: ۳۵۹).

۲. پیشینه تحقیق

دانش نجوم و ساخت رصدخانه در ایران از سابقه کهنی برخوردار است.^۲ رصدخانه مراغه در قرن هفتم هجری توسط خواجه نصیرالدین طوسی و جمعی از دانشمندان آن روزگار از جمله مؤیدالدین غرضی دمشقی، قطب‌الدین

شیرازی و نجم‌الدین دبیران قزوینی احداث شده و به مدت هشتادسال دایر بوده است. همزمان با فروپاشی حکومت ایلخانی ساختمان رصدخانه مراغه نیز روبه ویرانی می‌گذارد (مستوفی ۱۳۸۱: ۱۰۰). بزرگ‌ترین دست‌آورد خواجه نصیرالدین طوسی در عرصه علم نجوم، ساخت و تکمیل رصدخانه مراغه و نوشتن زیج ایلخانی است (طوسی ۱۳۹۱: ۳۷) که ملل عالم قرن‌ها بعد از وی از ثمرات آن بهره‌مند شده‌اند. بر اساس اذعان متون تاریخی دوره تیموری، الغبیک در ساخت رصدخانه سمرقند از طرح ساختمان‌های رصدخانه مراغه استفاده کرده است. نکته‌ای که غیاث‌الدین جمشید کاشانی در نامه‌اش بدان صحه می‌گذارد: «و هیچکس معلوم نداشت که آن منبر هندسی که در میان عمارت رصد مراغه است چیست و از بهر چیست...» (باقری ۱۳۷۵: ۶۵). در زمان شاه عباس صفوی، به دستور او مطالعاتی درخصوص احیای رصدخانه مراغه انجام می‌گیرد (ملاکمال ۱۳۲۴: ۶۲). براین اساس، علیرضا عباسی در سال ۱۰۱۷هـ.ق به امر شاه عباس به اتفاق شیخ بهایی و ملا جلال منجم برای مطالعه و تهیه گزارش و ترسیم طرح‌ها و نقشه‌های آن برای تجدید بنای رصدخانه به مراغه عزیمت کردند (ورجاوند ۱۳۶۶: ۳۶۱). بعدها مه‌اراجه جی‌سینگ، از تجارب دو رصدخانه اخیر استفاده می‌نماید، طبق اشارات برخی از پژوهشگران، جی‌سینگ زیج محمدشاهی را در برپایی رصدخانه‌های هند اساس قرار داده و با استفاده وسیع از تجارب علمی منجمان ایرانی به‌ویژه خواجه طوسی و دیگران رصدخانه‌های هند را بین سال‌های ۱۱۰۵ و ۱۱۱۲هـ.ش. در جیبور، دهلی نو، اوجاین، ماتورا و بنارس دایر ساخت (Sharma, 1993: 134). در زمان ناصرالدین شاه به سال ۱۲۷۶هـ.ق. مطابق با سال ۱۸۵۹ میلادی، استاد ملا علی محمد اصفهانی گزارش و نقشه مختصری از سطح تپه تهیه کرد که قدیمی‌ترین طرح موجود از این محل می‌باشد. وی همراه شاه و اعتضادالسلطنه وزیر علوم از این محل بازدید کرد. بیست و چهار سال بعد، هوتوم شیندلر آلمانی همراه با بررسی در محل کروکی مختصری هم در سال ۱۲۶۱هـ.ش. برابر ۱۸۸۳ میلادی کشیده است (شکل ۲). در یک قرن اخیر بیشتر تحقیقات در مورد زیج ایلخانی و مسائل پیرامونی رصدخانه متمرکز بوده است (ورجاوند ۱۳۶۶: ۳۶۴).



تصویر ۱ (راست) - بقایای رصدخانه فیروزآباد (دیتربش هوف ۱۳۸۴)

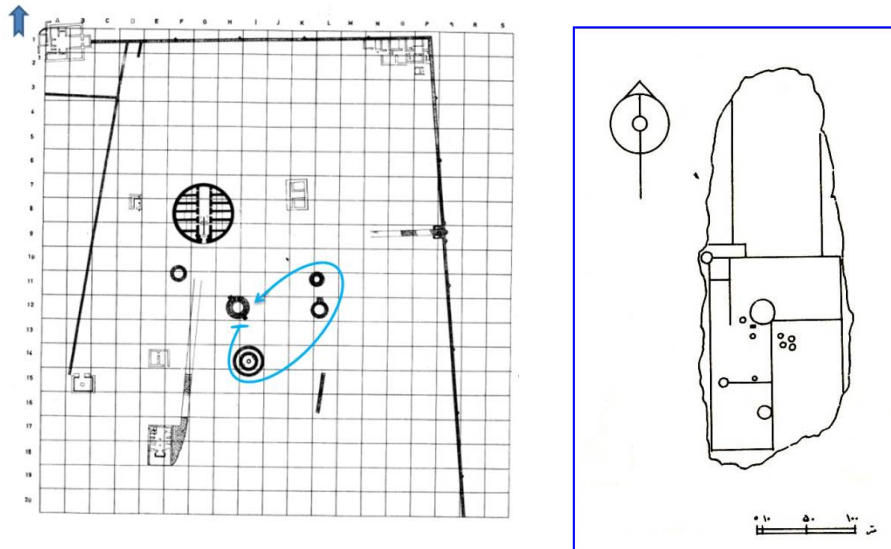
شکل ۱ (چپ) - پلان برج اصلی رصدخانه سمرقند با الهام از مراغه (Vyatkin 2017: 2)

علی‌اکبر سرفراز که خود نیز عضو هیئت کاوش رصدخانه مراغه بوده است، در توضیحی ذیل تصویر واحدهای مدور نجومی چنین اظهار کرده‌اند: «بقایای ساختمان‌های مدور شکل در ارتباط با رصدخانه مراغه که از نقش و عملکرد آنها بی‌اطلاعیم...» (سرفراز nazaronline: ۱۳۸۸). کاوش‌های ورجاوند از موقعیت واحدهای

نجومی که با مصالح معماری ساخته شده بود، پرده برداشت (شکل ۳)، اما ورجاوند نیز درخصوص دیگر واحدهای رصدخانه مراغه اظهارات مشابهی دارد (ورجاوند ۱۳، ۱۳۵۶). تمرکز ایشان بیشتر صرف بازیابی طرح برج بلند این رصدخانه، با قطر ۲۳/۶۰ متر شد (ورجاوند ۱۳۶۶: ۳۶۳). نگارنده پس از یک دهه مطالعه سعی کرد طرح معماری بقیه واحدها را تا حد امکان مشخص نماید و قبلاً در مورد پیشینه رصدخانه مراغه مقاله‌ای را منتشر ساخت (شکاری ۱۳۸۵: ۶۱)؛ لذا در اینجا به اجمال به این موضوع پرداخته می‌شود.

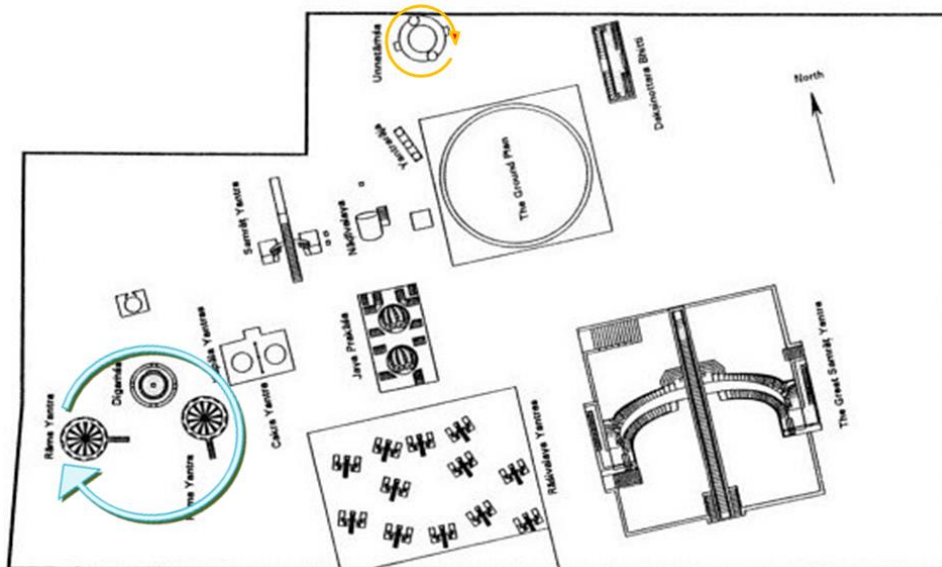
۳. روش تحقیق

تحقیقات برای روشن‌ساختن ویژگی‌های رصدخانه‌های قدیم به منظور بررسی و نتیجه‌گیری دقیق براساس سه شیوه مشخص انجام پذیرفت؛ نخست: بررسی‌های میدانی، چراکه برخورد مستقیم، ما را در توجیه مکان واحدهای نجومی و افزایش دقت علمی داده‌ها از هرگونه اغتشاش و سردرگمی رها می‌کند؛ دوم: درخصوص رصدخانه‌های خارجی به دلیل امکان دسترسی سریع بر گستره تصاویر و طرح‌ها و مطالب علمی از شبکه جهانی وب بهره برده و بر مطالعه کتابخانه‌ای و متون قدیم نیز تأکید شد. همچنین با مرور مقالات و کتب صاحب‌نظران و متخصصان داخلی و خارجی به منظور تکمیل مواد تحقیق، کوشش‌های لازم به عمل آمد. بر خلاف انتظار، برخی از متون قدیمی و جدید، برای یافتن سرنخ‌های احتمالی، کمک چندانی به حل موضوع نکرد. سرانجام مطالعه منابع متأخر مانند کتاب «دولت سینک» و «ناث شارما» پژوهشگران هندی و... در زمینه حصول نتایج تحقیق، راه‌گشا بودند؛ سوم: روش مقایسه، تطبیق و تحلیل آثار موجود در بقایای رصدخانه مراغه، با آثار مشابه خارج از کشور که سرنخ آنها در متون و منابع موجود بودند و انجام مقایسه‌ها، فرضیه‌ها و حدسیات تحقیق را تأیید کرده و به اثبات رساندند. نگارنده هم در اصل با مقایسه پلان‌های رصدخانه مراغه و ساختمان رصدخانه‌های جیپور و اوجاین، ورناسی در هند، موفق به بازیابی ساختمان برخی از پلان‌های موجود و تعیین کاربری آنها در رصدخانه مراغه شد. رصدخانه جیپور به دلیل داشتن تنوع و کثرت آثار، به‌ویژه دارابودن آثار مشابه مکشوف در مراغه، نقش کلیدی را در پیش‌برد تحقیق ایفا نمود.

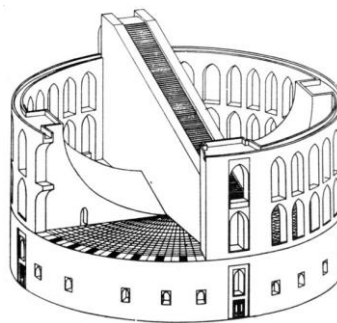
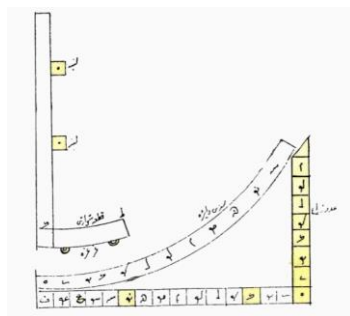


شکل ۲ (راست) - طرح هوتوم شیندلر از سایت رصدخانه مراغه سال ۱۸۸۵م. (ویلبر ۱۳۶۵: ط ۵)

شکل ۳ (چپ) - سایت رصدخانه مراغه، کاوش ۱۳۵۱ (ورجاوند ۱۳۶۶: ۱۶۹)

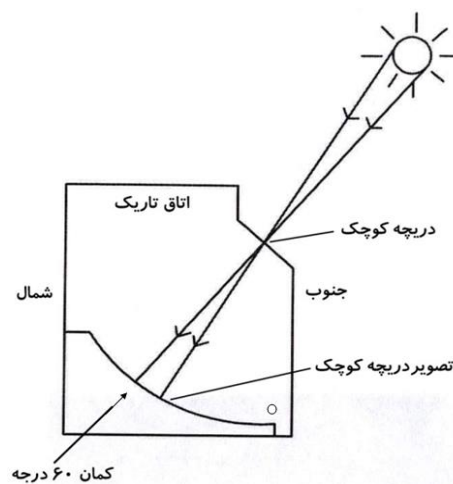
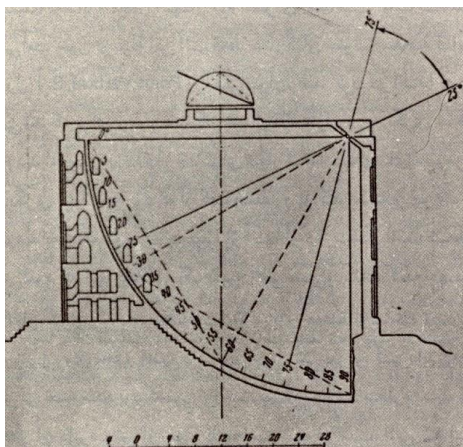


شکل ۴- سایت رصدخانه جیپور هند، سه واحد مشابه در مراغه داخل فلش مدور (Sharma, 1995: 132)



شکل ۵ (راست) - طرح بازسازی برج بزرگ رصدخانه مراغه (ورجاوند ۱۳۶۶: ۱۹۵، ۱۷۶)

شکل ۶ (چپ) - سدس فخری یا منبر هندسی مستدیر طرح کاشانی، سمرقند (باقری ۱۳۷۵: ۱۵۱)



شکل ۷ (راست) - سدس فخری یا منبر هندسی مدرج رصدخانه ۶۰ درجه (بازترسیم نگارنده از طرح شارما)

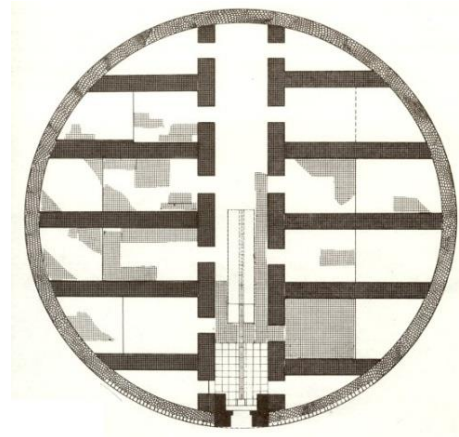
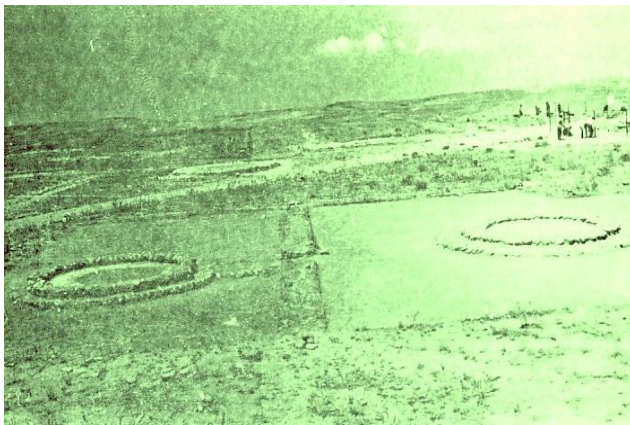
شکل ۸ (چپ) - طرز کار سدس و تابش خورشید بر کمان سمرقند به صورت ربع جداری (ورجاوند ۱۳۶۶: ۳۸۵)

۴. بررسی پلان‌های واحدهای نجومی کشف‌شده در رصدخانه مراغه

کاوش‌های باستان‌شناسی، نقطه عطفی در شناخت وضعیت معماری واحدهای نجومی در این رصدخانه است و سرخ‌های لازم را در اختیار کاوشگران آینده قرار می‌دهد. برطبق اسناد تاریخی، معمار اصلی رصدخانه «فخرالدین احمدبن عثمان‌امین مراغی» است؛ اما مسئولیت احداث واحدهای علمی برعهده «مؤیدالدین عرُضی»، سازنده وسایل و ابزار نجومی رصدخانه بوده است (ورجاوند ۱۳۶۶، ۱۵۳). در جریان احداث ساختمان رصدخانه و ساخت ادوات نجومی آن، مهندسان و صنعتگران از کشورهای مختلف، از مغرب تا سوریه و حتی چین مشارکت داشته‌اند. خواجه نصیرالدین برای ساختن ابزارهای رصد، صنعتگران چینی را استخدام کرد. ولی العرُضی منجم، کارهای معماری و مهندسی ابزارها را نیز انجام می‌داد و از کوره آهنگری مراقبت می‌کرد (انس‌خان، ۱۳۶۶: ۵۷).

«مؤیدالدین عرُضی»، کتابی درباره آلات و ادوات رصدگاه مراغه دارد که ورجاوند، در طراحی و بازیابی آلات رصد از توصیفات وی استفاده کرده است و عرضی خود در کتابش چنین می‌نویسد: «مرا جناب خواجه به ساختن آن عمارت مأمور داشت، اگرچه شغل من نبود، به کراهت مشغول شدم و از اتمام بعضی آلات و ادوات بازماندم.» (رفیعی ۱۳۷۴: ۴۵۷) و این اظهارات صادقانه وی بیان واضحی از وجود متخصصان و مهندسان سرزمین‌های متعدد و مشارکت آنها در بنای ساختمان رصدخانه مراغه است که خود مهارتی در این زمینه داشته‌اند. ترکیب دستاوردهای علمی شرق و غرب، در مؤسسه بزرگ تحقیقاتی خواجه، موجبات شکوفایی و غنی‌تر شدن تجارب بشری در زمینه علوم و فنون، به‌ویژه در عرصه نجوم و ریاضیات شد و زمینه انتشار دستاوردهای آن را بر اثر مشارکت دانشمندان ملل مختلف، از اقصی نقاط جهان فراهم نمود. در مورد معماری رصدخانه و واحدهای نجومی و علمی آن، مطالب جسته‌و‌گریخته قابل توجهی وجود دارد:

«قبه‌ای (گنبد مرکزی) در مجموعه رصدخانه وجود داشت که از نورگیر (هرنو، هورانه) وسط آن اشعه آفتاب روی دیوار داخل رصدخانه می‌افتاد و بدین‌وسیله از موقع طلوع تا غروب آفتاب درجه‌ها و دقایق حرکت روزانه آن در ساعت مختلف معلوم می‌شد و اندازه‌گیری زاویه ارتفاع آفتاب در فصل‌های مختلف و تعیین زمان، امکان‌پذیر می‌شد. وضع این قبه و تالار داخلی چنین بود که شعاع آفتاب در روز نوروز به «عتبه» می‌افتاد.» (سایلی ۱۳۳۶: ۵۹) (شکل ۷ و ۸).



شکل ۹ (راست) - پلان برج بزرگ رصدخانه مراغه (ورجاوند ۱۳۶۶: ۱۷۶)

تصویر ۲ (چپ) ۲- واحد مدور همسان در رصدخانه مراغه (ورجاوند ۱۳۶۶: ۲۰۰)

کاوش‌های باستان‌شناسی که ورجاوند به سال ۱۳۵۱ انجام داد، پلان‌های واحدهای علمی رصدخانه، به‌ویژه برج مرکزی و نیز تعدادی از ساختمان‌های دیگر آن را آشکار ساخته است (شکل ۳ و ۹). طرح اصلی آنها از روی این پلان‌ها تا حدود زیادی، قابل بازسازی هستند. قطر برج مرکزی با پلان دایره‌ای شکل ۲۳/۶۰ متر است (شکل ۹). در این مجموعه، پس از کاوش حدود ۶ واحد مدور کشف شد که طرح آنها به‌صورت متحد‌المركز بود و به شکل مماس یا فاصله‌دار دیده می‌شوند و یا به‌طور محاطی هستند (تصویر ۲، شکل ۱۰). در مجموع ۱۷ واحد از مجموعه رصدخانه خاک‌برداری شد. اکثر این واحدهای نجومی، دارای پی‌های سنگی هستند و سنگ‌های آنها، عمدتاً از جنس قلوه‌سنگ رودخانه‌ای است و بیرون پی‌ها، با سنگ‌های تراشیده‌شده ناماسازی شده است؛ لذا هسته اصلی پی و دیواره واحدهای نجومی را قلوه‌سنگ‌های رودخانه‌ای تشکیل می‌دهد. قلوه‌سنگ رودخانه بدترین نوع مصالح سنگی به‌کاررفته در ساختمان است که معمولاً دوام چندانی ندارد. این موضوع می‌توانست در خرابی زود هنگام ساختمان‌های رصدخانه نقش‌آفرین باشد. بنابر گفته حفار، پوشش‌های بنا، سقف مسطح داشته‌اند که البته این اظهارات در مورد واحدهای مدور قابل‌قبول نمی‌نماید. زیرا اصولاً بسیاری از آنها هیچ‌گونه سقفی نداشته‌اند (ورجاوند ۱۳۶۶: ۱۷۲) (شکل ۳). هسته اصلی یا برج مرکزی رصدخانه، پلان مدور با تیغه‌بندی‌های عمود برهم و یک دهلیز در طول محور شمال-جنوب در داخل خودش دارد و فضاهای ۱۲ گانه، در دو طرف آن، به‌صورت متقارن قرار گرفته‌اند. یعنی در هر سمت ۶ فضا با عمق‌های متغیر و منحنی آرایش یافته‌اند. قطر داخلی بنا ۲۲ متر و قطر خارجی آن ۲۳/۶ متر است. دیوار روی پی سنگی ۸۰ سانتی‌متر قطر دارد. اندازه آجرهای به‌کاررفته در بنا عبارت بودند از: ۳۸ × ۳۸ و ۱۸ × ۱۸ و ۲۰ × ۲۰، برای پوشش راهروها، کف‌ها و نیز دیوارها، از آجر ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر استفاده شده است. این برج، عمده‌ترین مرکز رصد اجرام آسمانی و اصلی‌ترین مرکز اسناد علمی مجموعه است. ربع جداری در راهروی مرکزی آن قرار دارد که از سنگ تراشیده شده است و کار اصلی رصد را انجام می‌دهد (ورجاوند ۱۳۶۶: ۱۶۹-۱۷۰).

۵. مطالعه و بررسی واحدهای نجومی با طرح مدور در رصدخانه مراغه

پنج واحد دایره‌ای شکل با طرح‌های متفاوت از یکدیگر در اطراف برج مرکزی رصدخانه قرار دارند. این واحدها یا محل نصب دستگاه‌های متفاوت رصد بوده و یا خود وسیله‌ای برای رصد با مصالح معماری بوده‌اند. یکی از این واحدها، در جنوب رصدخانه، فضای مدور محصور است با دیواره دایره‌ای شکل به‌صورت حلقه‌ای با ضخامت ۲/۱۵ متر که فضای خالی به قطر ۳/۳۰ متر آن را در بر گرفته است. دو سوی حلقه سنگ‌چین، دو صفحه مربع و مستطیل و در راستای هم به حلقه مذکور متصل شده‌اند که بستر پله‌های آن هستند و ابعاد آنها به ترتیب ۱/۵ × ۱/۵ متر و ۲ × ۱/۵ متر است. مجموع قطر این واحد ۷/۶۰ متر است (ورجاوند، ۱۳۶۶: ۱۹۸). واحد دیگری به صورت دو حلقه متداخل به قطر ۳/۶۰ متر وجود دارد؛ که قطر دایره مرکزی آن ۵۰ سانتیمتر و ضخامت حلقه بیرونی ۸۰ سانتیمتر است. مشابه این واحد در مجاورت و با فاصله ۶/۷۵ متر نیز وجود دارد که به‌صورت شمالی-جنوبی در امتداد هم هستند و احتمالاً با هم مرتبط بوده‌اند و عملکرد مشابه و مکمل داشته‌اند. واحد جنوبی ۴/۱۰ متر قطر دارد. ضخامت سنگ‌چین داخل ۴۰ سانتیمتر و سنگ‌چین دایره بیرون ۵۰ سانتیمتر است (شکل ۱۱). مشابه این دو را که به‌صورت دو واحد دایره‌ای در راستای هم هستند در رصدخانه جیبور هند می‌توان مشاهده کرد (World Heritage, 2010 : 419). گرچه کاوشگر آن، این دو واحد

را به صورت جدا از هم معرفی کرده است؛ در واقع، این دو همزاد وسیله‌ای موسوم به «رام یانترا» در رصدخانه جیپور هند است (unesco 2010: 373) (تصویر ۴ و شکل ۲۱). لذا باید نقشه این دو واحد شبیه به هم را در کنار هم ارائه نمود. اختلاف ارتفاع دو حلقه سنگ‌چین، ۳۰ سانتی‌متر است. دایره جنوبی یک الحاقی به ابعاد 280×160 سانتی‌متر دارد که احتمالاً پله‌ای برای بالارفتن بوده است (ورجاوند ۱۳۶۶، ۸-۲۰۱). یکی از واحدهای نجومی، طرح پیچیده و جالب‌تری دارد؛ دایره سنگ‌چین مرکزی به قطر $1/80$ متر که دو حلقه دایره‌ای شکل فاصله‌دار محاطی، آن را در برگرفته‌اند و برخلاف طرح‌های دیگر، بین دو دایره حلقه‌ای از فضای خالی وجود دارد که از هم مجزا هستند. به عبارتی متشکل از یک دایره توپر و دو حلقه احاطه شده فاصله‌دار است (شکل ۱۰). قطر این واحد $9/60$ ، قطر دیواره میانی آن ۸۵ سانتی‌متر و قطر دیوار بیرونی که از دیوار میانی ۶۰ سانتی‌متر فاصله دارد $1/25$ متر است (شکل ۹ و تصویر ۳). بالاخره واحد مدور دیگری با قطر $8/50$ متر پیدا شده است که به وسیله یک دیوار سنگ‌چین دایره‌ای شکل به ضخامت ۷۰ سانتی‌متر احداث شده است (ورجاوند ۱۳۶۶، ۱۹۸-۲۰۶). بررسی‌ها و مقایسه‌ها در رصدخانه‌های جیپور و مراغه شباهت‌های لازم واحدهای مشابه هر دو رصدخانه را آشکار ساخت (شکل ۱۰ و ۱۱، تصویر ۴ و ۳).

۶. شباهت واحدهای نجومی مدور رصدخانه مراغه و جیپور هند

پرویز ورجاوند، ضمن کاوش در رصدخانه مراغه، تعدادی بنا با پلان دایره‌ای شکل را از زیر خاک آزاد نمود و برای روشن ساختن ویژگی برج اصلی یا همان ربع جداری تلاش زیادی کرد. ایشان به دلیل دراختیارنداشتن اطلاعات لازم و به دلیل فقدان مدارک کافی، در مورد سایر واحدها به‌ویژه پلان‌های دایره‌ای تنها به اظهارنظرهای مختصر و برخی حدس و گمان‌ها بسنده کردند (ورجاوند ۱۳۵۶، ۱۳). نگارنده، بر اساس سرنخ‌های لازم، مصمم شد مقایسه‌ای هرچند مختصر، بین واحدهای نجومی دو رصدخانه در مراغه و رصدخانه‌هایی در هند داشته باشد؛ پس از جستجوهای بسیار، کتابی مختصر و مفید در موضوع رصدخانه جیپور هند از نویسنده‌ای به نام دولت سینگ به دست آورد و سپس به کلیدی‌ترین منبع در خصوص نجوم کهن یعنی به کتاب «ویراندرا ناث شارما» دست یافت. همچنین در وب‌سایت‌های مهم و مرتبط، جستجوهای وسیعی انجام شد تا موضوعات مورد بحث در دو مکان با هم مقایسه شوند؛ که این فعالیت‌ها، موفقیت‌های چشمگیری در زمینه جمع‌آوری مدارک تصویری به همراه داشت و در پیشبرد تحقیقات بعدی، بسیار مؤثر بود. تحقیقات مداوم و متمرکز بر روی یافته‌های علمی مذکور، طرح اصلی و عملکرد این واحدها را آشکار ساخت (شکل ۱۵، ۱۷ و ۱۹).



تصویر ۳ (راست) - دیگانشا یانترای رصدخانه جیبور (Daulat Sing, 1995: 13)

تصویر ۴ (چپ) - رام یانترای در رصدخانه جیبور (Daulat Sing, 1995: 38)



شکل ۱۰ (راست) - پلان دیگانشا یانترای رصدخانه مراغه (ورجاوند ۱۳۶۶: ۲۰۴)

شکل ۱۱ (چپ) - پلان رام یانترای در رصدخانه مراغه (ورجاوند ۱۳۶۶: ۲۰۲)

غیاث‌الدین جمشید کاشانی، در کتابش شرح می‌دهد که برخی از آلات رصدخانه الغیبک در سمرقند را با مطالعه رصدخانه مراغه و با اقتباس از آن احداث نمود (قربانی ۱۳۶۸: ۶۳؛ باقری ۱۳۷۵: ۱۵۱) (شکل ۶ و ۷). همچنین رصدخانه چین و استانبول نیز با الهام از رصدخانه مراغه ساخته شده است که آخرین آن، یعنی رصدخانه استانبول را منجم معروف، استاد تقی‌الدین در سال ۹۸۳ شمسی / ۱۵۷۵م. به فرمان سلطان مراد سوم، برپا کرد (ورجاوند ۱۳۶۶، صص ۳۸۳-۳۹۰). مؤسس رصدخانه‌های قرن هفدهم میلادی هند که در شهرهای دهلی، جیبور، اوجاین ماثورا و بنارس^۴ تأسیس شدند؛ (شکل ۱۲ و ۱۳) فردی هندی به نام مهاراجه، ساوای جی سینگ دوم^۵ (۱۷۴۴-۱۶۹۹) است. وی در سال ۱۷۲۱، رصدخانه‌های پنج‌گانه از جمله رصدخانه جیبور را تأسیس کرد (Rajavat 1995:38). رصدخانه جیبور یکی از کامل‌ترین رصدخانه‌های موجود در جهان باستان، ۱۸ واحد نجومی دارد که همه آنها با استفاده از مصالح معماری ساخته شده‌اند (شکل ۴). رصدخانه مذکور دارای یک‌سری واحدهای نجومی همانند رصدخانه مراغه است که با مطالعه دقیق، می‌توان از طرح آنها در بازسازی رصدخانه مراغه استفاده کرد (شکل ۱۴ و تصویر ۵). در این پژوهش، ضمن تحلیل و توضیح درخصوص دستگاه‌های نجومی، یک نمونه از واحدهای رصدخانه مراغه و رصدخانه جیبور باهم مقایسه می‌شوند که شباهت بسیاری به هم دارند. هرچند مورد متأخر به صورت کامل و پابرجا موجود است (شکل ۱۰ و تصویر ۳). پلان این واحد نجومی در رصدخانه مراغه به صورت سه دایره تودرتو می‌باشد که دایره نخستین آن از داخل به‌صورت توپر و به قطر ۱۸۰ سانتی‌متر و قطر کامل آن ۸/۳۵ متر است. فاصله بین دایره دوم و سوم (بیرونی)

تراسی به پهنای ۶۰ سانتی‌متر است و پهنای دیواره دایره دوم ۸۵ سانتی‌متر و پهنای دیواره دایره سوم ۱۲۵ سانتی‌متر است که بیرونی‌ترین حلقه مدور را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۰). بررسی‌ها نشان داد که علاوه بر جیپور، رصدخانه اوجاین و ورناسی هم دارای چنین واحدی است (جدول ۱) و (تصویر ۶ و ۷).

نویسنده مقاله: «کاوش در رصدخانه مراغه»، در مورد کاربرد آن چنین نوشته است:

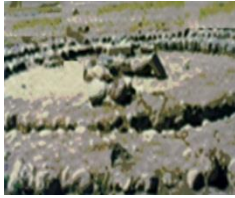



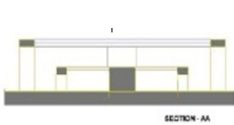
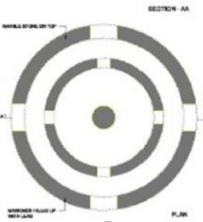

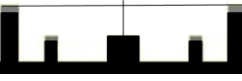
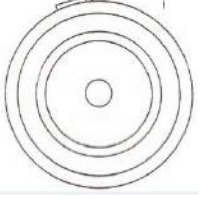


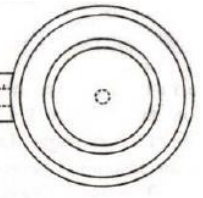
«در باره کاربرد این اثر، تنها باید در انتظار اظهار نظر متخصصان علم نجوم کهن بود. ولی با توجه به وضع خاص بنا و سکوهای چهارگانه داخل آن، می‌توان چنین پنداشت که این واحد یکی از محل‌های پژوهشی مهم مجموعه رصدخانه مراغه به‌شمار می‌رفته است و در زمینه اندازه‌گیری‌های مختلف، مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفته است. به احتمال بسیار، بر روی سکوهای جانبی، صفحه‌های مدرج و ابزاری نصب می‌شده است... آنچه را که درباره کاربرد احتمالی این واحد گمان می‌رود، آن است که به احتمال قوی، جایگاه نصب دستگاه‌های حلقه‌های مغناطیسی بوده که در اثر فوران خورشیدی جابه‌جا می‌شده‌اند.» (ورجاوند ۱۳۶۶: ۲۰۴-۲۰۵).

اما باید دید که حقیقت آن چیست و آیا در آن زمان، امکان ساخت دستگاه‌های علمی با این حساسیت وجود داشته است؟ مسلماً پاسخ منفی است.

۷. مقایسه پلان «دیگانسانایانترای»^۶ رصدخانه جیپور (قرن ۱۸ م) با واحد مراغه (قرن ۱۲ م)

واحد نجومی مذکور در رصدخانه جیپور به صورت دایره‌های سه‌گانه و تودرتو ساخته شده و کاملاً مشابه واحد فوق‌الذکر نجومی در رصدخانه مراغه است (جدول ۱). بنابراین رصدخانه جیپور در تکمیل واحدهای نجومی خود به صورت مستقیم یا غیرمستقیم، از رصدخانه سمرقند و اوصاف واحدهای رصدخانه مراغه و سایر رصدخانه‌های دنیا استفاده کرده است (تصویر ۳ و شکل ۹)؛ با مقایسه طرح‌ها و تصاویر این دو واحد مذکور با وجود داشتن چندین قرن فاصله زمانی و همچنین وجود فاصله مکانی زیاد مراغه با جیپور هند، تشابه و یکسانی عملکرد آنها کاملاً به اثبات می‌رسد. توجه دقیق به تاریخ ساخت رصدخانه جیپور که بین سال‌های ۱۱۰۵ هـ.ش / ۱۷۲۷ م. و ۱۱۱۲ هـ.ش / ۱۷۳۴ م. احداث شده و رصدخانه مراغه که سال ۶۵۷ هجری احداث آن آغاز شده است، ضروری به نظر می‌رسد؛ لذا به تشریح عملکرد این واحد نجومی بسیار دقیق بپردازیم: این ساختمان نجومی شبیه به عروسک‌های روسی، به صورت تودرتو ساخته شده است. در وسط آن، ساختمان ستونی شکل به ارتفاع یک متر، قرار دارد. در صورتی که دیوار مدور دوم، شبیه به یک حلقه پیرامون آن را احاطه کرده و ارتفاع آن برابر ارتفاع ستون استوانه‌ای مرکزی است (تصویر ۳). ارتفاع دیوار مدور سوم، یا بیرونی‌ترین دیوار ۲ متر و قطر آن ۸ متر می‌باشد (نزدیک به اندازه واحد مراغه). سطوح افقی تمام عناصر مدور را صفحاتی از جنس سنگ مرمر پوشش داده و روی آنها از صفر تا سیصد و شصت درجه مدرج گردیده است و تمام سطوح روی دیوارها را بدین صورت پوشانده‌اند (جدول ۱) (تصویر ۳ و ۷). به طوری که بین درجه‌ها، تقسیمات ریزتری بر حسب سیستم دهگانی (دسیمال) تقسیم‌بندی شده‌اند. دو سیم مسی محکم، از اقطار دیوارهای بیرونی امتداد داده شده است، به طوری که از ۰ (صفر درجه) تا ۱۸۰° درجه در امتداد مذکور قرار دارند (در چنین سیستم درجه‌بندی همیشه صفر درجه، نشان‌دهنده شمال و ۱۸۰° درجه، جنوب را به صورت متناظر، نشان می‌دهد) و از ۹۰° تا ۲۷۰° [۶] این تقسیم‌بندی‌های دقیق انجام گرفته است که به ترتیب، جهت‌های شمال-جنوب و شرق و غرب را نشان می‌دهند. در وسط این سیم‌ها، حلقه‌ای فلزی بسته شده است که توسط این دو سیم نگهداری می‌شود. برای نشان دادن آزیموت خورشید (دایره افقی یا قوس افقی در جهت گردش عقربه‌های ساعت، دایره عظیمه) این واحد وسیله بسیار دقیقی است.

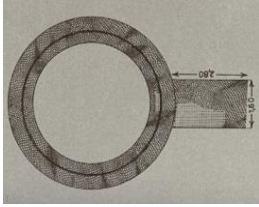
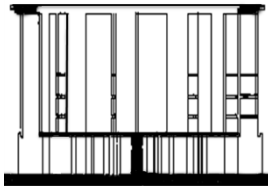

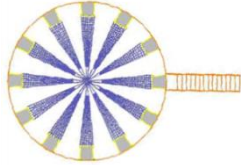
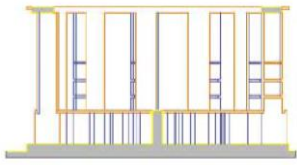

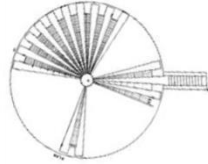
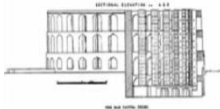

جدول ۱: مقایسه واحد نجومی رصدخانه مراغه، با واحدهای مشابه در رصدخانه‌های هند موسوم به دیگانسا یانتر (نگارنده)

تصویر	مقطع	پلان	واحد و رصدخانه
			رصدخانه مراغه دیگانسا یانتر (ذات الاستوانتین؟) قطر ۸/۳۵ متر سال احداث ۶۵۷ هجری
			دیگانسا یانترای رصدخانه جیپور (قطر ۸ متر) سال احداث ۳۴-۱۷۲۷م
			واحد دیگانسا یانترای رصدخانه ورنسی سال احداث ۳۴-۱۷۲۷م
			واحد دیگانسا یانترای رصدخانه اوجاین سال احداث ۳۴-۱۷۲۷م

نخی را جهت تعیین آزیموت به حلقه مرکزی در وسط ستون ثابت می‌کنیم (شکل ۱۶). وقتی که پرتوهای خورشید بالاتر می‌آید؛ سایه حلقه فلزی مدور، سایه‌های آن را روی حلقه مدور دوم محصور می‌کند، و امتداد این نخ را به بیرونی‌ترین سطح دایره‌ای منتقل می‌کنیم که از سمت سایه محصور شده حلقه، بیرون می‌آید. بدین ترتیب آزیموت خورشید بر روی صفحات سنگی مدرج روی حلقه سوم (بیرونی) خوانده می‌شود. همین روش به منظور رصد و محاسبه در شب نیز کاربرد دارد. در این حالت، یک نفر روی حلقه دوم تکیه داده و از میان حلقه فلزی نگاه می‌کند، موقعیت چشم و امتداد به سوی دیوار سوم در نظر گرفته می‌شود، با توجه به این موقعیت چشم با امتداد آن آزیموت سیاره مورد نظر هنگام شب مشخص می‌شود (Daulat sing, 1995:38-39) (شکل ۱۶ و ۱۷).

به دلیل شباهت بسیار پلان شالوده واحد مراغه با واحد مشابه در جیپور و تقدم تاریخی پانصدساله احداث رصدخانه مراغه، می‌توان گفت که این واحد دقیق نجومی از مراغه به هند رسیده است؛ چرا که وجود چنین پلانی، در فاصله زمانی ۵ قرن جلوتر همین موضوع را اثبات می‌کند (شکل ۱۵).

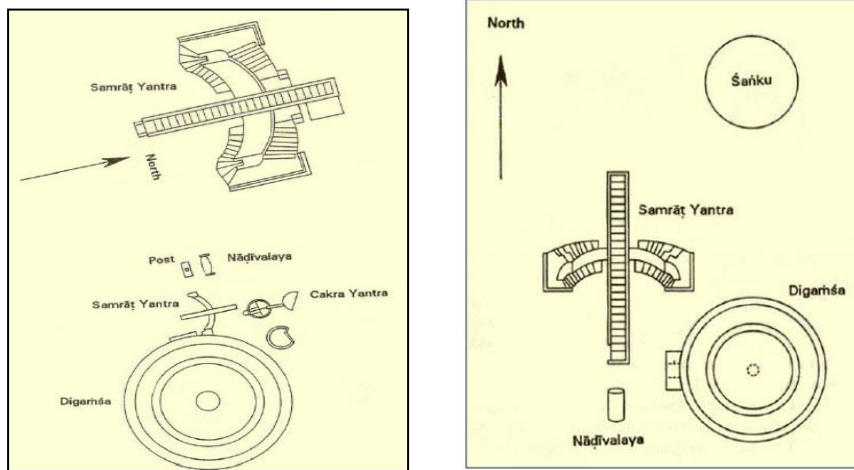
جدول ۲: مقایسه رام یانترای رصدخانه جیپور و دهلی با واحد مشابه در رصدخانه مراغه (نگارنده)

نام رصدخانه	پلان	مقطع (طرح بازسازی)	تصویر
رصدخانه مراغه (۴/۱۰ متر)			
رصدخانه جیپور (قطر ۶/۹۵ متر)			
رصدخانه دهلی			

۸. بررسی پلان رام یانتر^۸ در رصدخانه مراغه

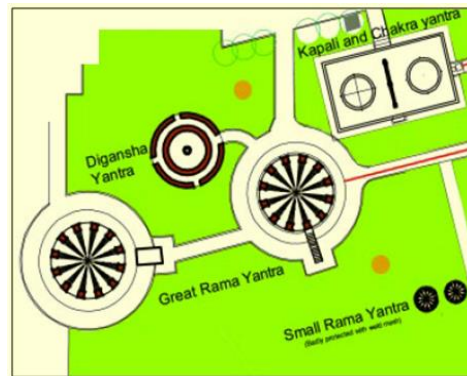
ورجاوند، دو دستگاه از مجموعه ۵ واحد مدور رصدخانه مراغه را که شکل همسان و تقریباً هم‌اندازه دارند (تصویر ۲) و در یک راستا نیز برپا شده‌اند، مجزا تصور کرده و برای هر کدام، پلانی جداگانه ارائه کرده است. گرچه، وی احتمال ارتباط و همسان بودن آنها را هم ذکر کرده است (ورجاوند ۱۳۶۶: ۲۰۰). بررسی‌هایی که در میان ادوات نجومی رصدخانه جیپور به عمل آمد، نشان می‌دهد که در آن رصدخانه نیز دو وسیله رصدی مشابه هم با دیواره‌های مدور موجود هستند که به صورت جرزه‌های مدرج فاصله‌داری به ۱۲ قسمت تقسیم شده و از پایین به بالا امتداد دارند (تصویر ۴). این جرزه‌های عمودی مدرج به وسیله یک صفحه مدور سنگی به قطر پلان همین واحدها در بالا به هم‌دیگر متصل شده‌اند. هر یک در کنار خود و چسبیده به ساختمان اصلی مدور، دارای پله‌هایی برای دسترسی به قسمت بالا جهت قرائت شاخص‌های خورشیدی و درجه‌بندی‌های لازم هستند (شکل ۲۱). بنابراین زائده دو متری مستطیل‌شکل متصل به پلان مدور، با عرض ۱۶۰ سانتی‌متر در دایره جنوبی رصدخانه مراغه به لحاظ پلان، بسیار شبیه پله «رام یانتر» در رصدخانه جیپور است و این زائده در رصدخانه مراغه، چیزی غیر از پی و بستر پله نمی‌تواند باشد (شکل ۱۹). به لحاظ امکان گردش در داخل تقسیمات دوازده‌گانه «رام یانتر»، فاصله‌هایی بین سنگ‌های مثلثی‌شکل مدرج متصل به دیوارها ایجاد شده است (تصویر ۸). فضای پروخالی وسیله نجومی، در یکی، برعکس آن دیگری ساخته شده است. یعنی فضاهای پروخالی در این دو وسیله در عین برابری تعداد تقسیمات و اندازه‌هایشان، برعکس هم هستند؛ می‌توان گفت هر کدام مکمل دیگری است. علت وجود صفحات پروخالی این است که منجم بتواند برای رصد و خواندن

کمیت‌ها آزادانه داخل آنها تردد نماید. در واقع، مهندسان علم نجوم، توانسته‌اند یک دیسک مدور کامل را در دو بخش جدا از هم، اما مکمل به وجود آورند (شکل ۱۴ و تصویر ۵). با این تدبیر، منجمان به رصد هرچه دقیق‌تر، کامل‌تر و مداوم آسمان در شبانه‌روز نائل آمده‌اند. براین اساس ما باید در سایت فعلی کاوش‌شده، به دنبال اثر پله در دایره شمالی مورد بحث در رصدخانه مراغه بگردیم که به احتمال قریب به یقین، مصالح آن همانند سایر واحدهای معماری، جابه‌جا شده و از بین رفته‌اند. ارتفاع این واحد برابر شعاع آن ساخته می‌شود (شکل ۲۰). پس، ما بایستی نقشه‌های آنها را نه به صورت جدا از هم، بلکه به طور یکجا و کنار هم، ترسیم کنیم. در یک مقایسه ساده، هم به لحاظ موقعیت قرار گرفتن و هم به لحاظ شباهت نزدیک این دو وسیله در پلان معماری، ساختمان آن را بایستی کاملاً همانند نمونه مشابه هندی خود در رصدخانه جیپور بدانیم و می‌توان طرح بازسازی آن را نیز ارائه داد (شکل ۱۹).



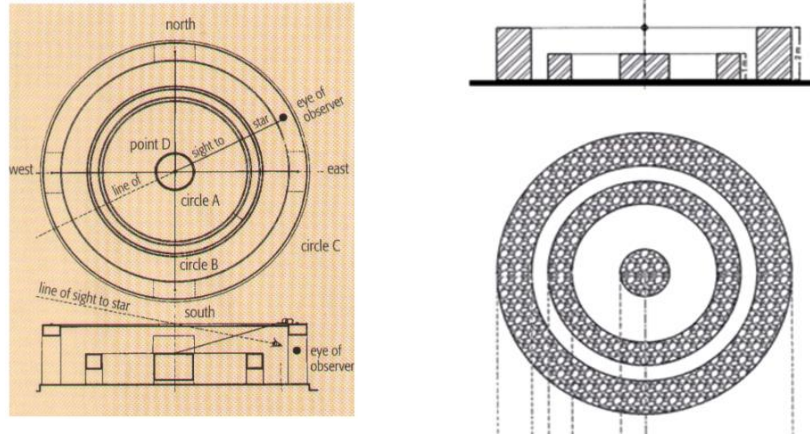
شکل ۱۲ (راست) - سایت رصدخانه اوجاین و دیگامسایانترا (Sharma 1995: 19)

شکل ۱۳ (چپ) - سایت رصدخانه ورناسی با دیگامسایانترا (Sharma 1995: 201)

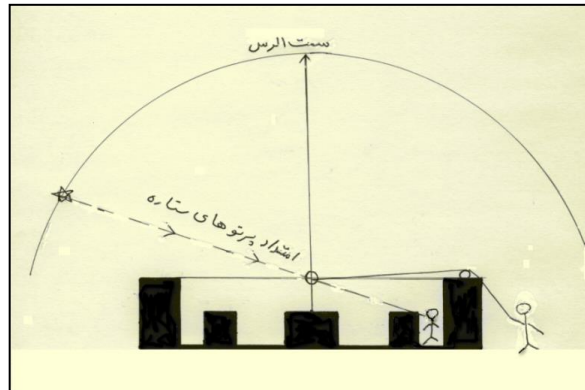


شکل ۱۴ (راست) - پلان سه ابزار نجومی رصدخانه جیپور (World Heritage, 2010 : 419)

تصویر ۵ (چپ) - سه ابزار نجومی دیگامسا و دو رام یانترا، رصدخانه جیپور (World Heritage, 2010 : 351)



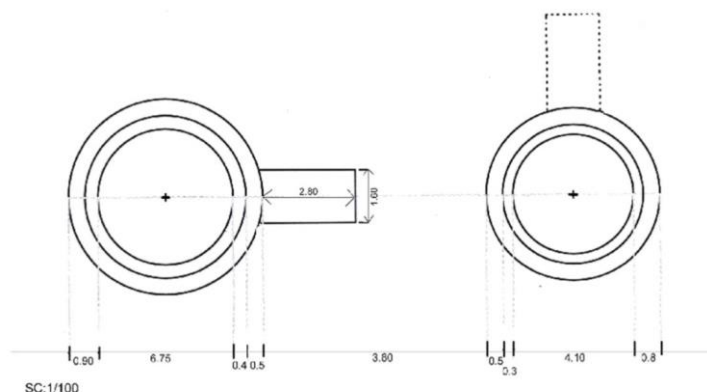
شکل ۱۵ (راست) - پلان و مقطع واحد نجومی رصدخانه مراغه (طرح از نگارنده)
شکل ۱۶ (چپ) - شیوه کار دیگانشا (GROUP 07, 1999 : 55)



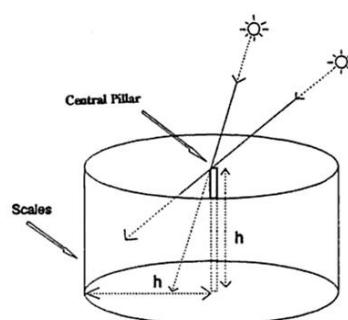
شکل ۱۷- اندازه‌گیری سمت ستاره با این وسیله نجومی، ذات الاستوانتین؟ (ترسیم نگارنده)



تصویر ۶ (راست) - دیگانشا یانتر، رصدخانه اوجاین ارتفاع دیوارها برابرند (Susan N. Johnson-R, 2011: 76)
تصویر ۷ (چپ) - دیگامسا یانتر، رصدخانه ورنسی (بنارس) (Susan N. Johnson-R, 2011: 78)



شکل ۱۹ - پلان رام یانترا (ذات السمیت والارتفاع؟) در رصدخانه مراغه (طرح از نگارنده)



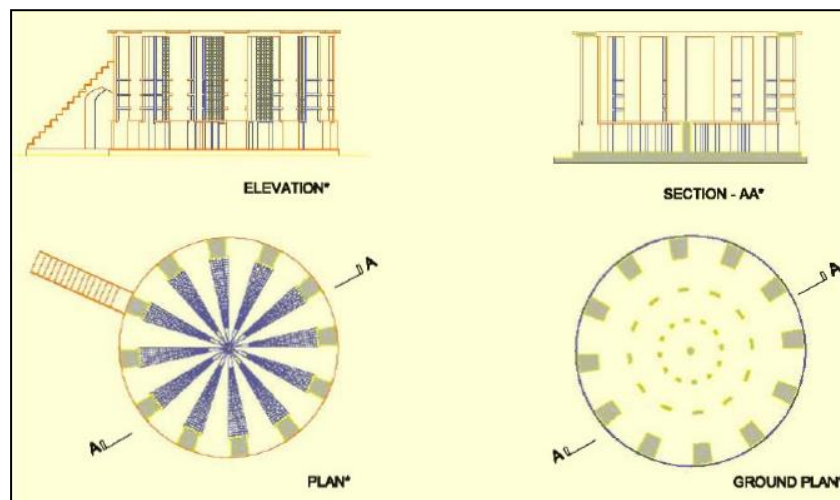
شکل ۲۰ (راست) - اصول کاربردی رام یانترا (Sharma, 1995: 81)

تصویر ۸ (چپ) - داخل رام یانترا طرکار شاخص در صفحات مدرج (Daulat Sing, 1995 : 14)

۹. مقایسه و تحلیل اطلاعات

از مجموع مطالب و اطلاعات چنین برمی آید که منجمان و مهندسان آن روزگار به دلیل محدودیت ابزارهای نجومی ساخته شده با چوب و فلز در ابعاد و اندازه‌های بزرگ و همین‌طور مشکل تثبیت آنها و امکان تغییر اندازه سازه‌های فلزی و چوبی در اثر انقباض و انبساط و عوامل آب‌وهوایی، به ساخت آلات نجومی با استفاده از مصالح معماری روی آورده‌اند. به عبارت دیگر به جای سازه‌های چوبی و فلزی نجومی به ابداع وسایل نجومی با سازه‌های معماری روی آوردند (شکل ۵ و ۶). این سازه‌های نجومی محدودیت‌های ذکر شده در ابعاد و اندازه را نداشته و امکان رصدهای دقیق را میسر می‌ساخت. ایرانیان همواره در ایجاد چنین خلاقیت‌هایی پیش‌گام بوده‌اند و معماری را در خدمت علم نجوم به کار گرفته‌اند. یعنی در ساختن آلات رصد، برای افزایش دقت آنها به جای مصالح چوبی یا فلزی از مصالح معماری مانند خشت، گل، سنگ و آجر استفاده کردند. ساخت دایره عظیمه مدرج فلزی مانند سدس فخری^۱ (شکل ۶ و ۸)، به دلیل انقباض و انبساط و ارتعاش، محدودیت داشت اما احداث دیوار مدور با سازه بنایی گرد و مدرج مانند ربع جداری (شکل ۵ و ۷) دارای محدودیت نبود. رصدخانه مراغه، مکانی است که روزگاری در سطح بین‌المللی عملکرد داشته است و دانش‌های تولید شده در آنجا در اقصی نقاط جهان منتشر شده که جلوه‌های آن از سمرقند و چین و هند تا اروپا هم‌اکنون نیز مشاهده می‌شود.

در اثر کمبود اطلاعات و نبود کوشش‌های لازم در امر پژوهش و شناساندن اهمیت رصدخانه مراغه، دانشمند بزرگ نجوم کهن هندی، که خود در مورد بهره‌برداری جی سینگ از دستاوردهای علمی رصدخانه مراغه مطالب مفصلي ارائه کرده است (Sharma 1993, 131-154)؛ در جایی از کتاب خود، ابداع این ابزار نجومی ساخته شده با مصالح معماری را به جی سینگ نسبت می‌دهد (Sharma 1995, 80). در صورتی که قرن‌ها قبل از رصدخانه‌های جیپور، چنین وسایل نجومی‌ای در رصدخانه مراغه ساخته شده بود. نگارنده با تمرکز بر روی دیگر واحدهای موجود در رصدخانه مراغه و جیپور، موفق شد چهارمین واحد مشابه در هردو رصدخانه را در آستانه شناسایی قرار دهد. این واحد در رصدخانه مراغه دارای دو راه‌پله در دو سو است؛ ورجاوند در کتاب خود آن را تحت عنوان «واحد دایره‌شکل جنوب برج مرکزی رصدخانه» نامیده است که نمونه مشابه آن در رصدخانه جیپور تحت عنوان «اوناتانشا یانتر»^۱ مشخص شده است (فلش قرمز رنگ بالای نقشه در شکل ۴). دستگاه مذکور، با توجه به عملکرد و وضعیت، همان «ذات‌الربعین» مورد اشاره مؤالدین عرُضی می‌باشد که کاشانی از آن تحت عنوان «ذات‌السمت و الارتفاع» نام می‌برد. چراکه این دستگاه به رصد هر دو نوع عمل مذکور یعنی تعیین سمت و نیز ارتفاع خورشید در روز و ستارگان و سیارات در شب قادر بوده است. کاشانی بر وجود این دستگاه در رصدخانه مراغه اشاره دارد. این ابزار شامل دایره افقی مدرجی است که روی دیواری استوانه‌ای قرار می‌گرفت و روی آن دو ربع مدرج عمودی می‌توانستند حول میله‌ای در راستای استوانه حرکت کنند. روی هر ربع یک عضاده (ابزار نشانه‌روی) وجود داشت؛ به طوری که دو نفر می‌توانستند به‌طور همزمان مختصات افقی دو جسم آسمانی را تعیین کنند (باقری، ۱۳۷۵، ۸۵).



شکل ۲۱- پلان، نما و مقطع رام یانترای جیپور (unesco 2010:373)

۱۰. نتیجه

بیشتر واحدهای نجومی رصدخانه مراغه بنا بر تصریح متون تاریخی علاوه بر چوب و فلز، با استفاده از مصالح معماری مثل سنگ و آجر ساخته شده بود. چنین اقدامی به منجمان اجازه می‌داد که وسایل رصدی نجومی را با هر ابعاد و اندازه‌ای بسازند؛ در نتیجه، دقت اندازه‌گیری، افزایش یافته و از محدودیت ابعاد و اندازه فلز و چوب در ساخت ابزار نجومی خلاص شدند. با انجام بررسی‌ها و مطالعات پیگیر روی نقشه‌ها و طرح‌ها و مقایسه اطلاعات موجود در باره رصدخانه‌های هند، به‌ویژه جیپور، با شواهد موجود در رصدخانه مراغه، طرح و عملکرد

سه عدد از پلان‌های موجود با کاربری نجومی در این رصدخانه روشن شد. ضمن اثبات فرضیه تحقیق، امکان بازسازی این واحدها نیز فراهم شد. یافته‌هایی از این قبیل، در عرصه آشنایی با نجوم کهن در این کشور راهگشاست. واحد چهارم نیز در آستانه شناسایی کامل قرار دارد که البته نیازمند مطالعات بیشتری است.

برای نیل به اهداف پژوهش، بررسی و مقایسه وسیع، به‌ویژه در مورد رصدخانه‌های پابرجا در سایر نقاط، از جمله در رصدخانه جیپور، ورنسی، اوجاین و دهلی در کشور هند، نتیجه‌بخش و راهگشا بود و به کشف شکل، عملکرد و اندازه ارتفاع سه واحد از ۵ واحد نجومی رصدخانه مراغه منجر شد. نام یکی از این واحدها در زبان هندی «دیگانشا یانتر» است. در رصدخانه‌های هر سه شهر هندی، از این نوع واحد وجود دارد. با این تفاوت که واحد نجومی رصدخانه مراغه پانصدسال جلوتر از نمونه‌های موجود در هند ساخته شده بودند، در نتیجه، این تحقیق مراغه را منشأ ابداع این وسیله رصد معرفی می‌کند که متأسفانه، عالمی (شارما) آن را ابداع مهاراجه هندی موسوم به جی‌سینگ دانسته، که به‌این ترتیب، این نظر، رد می‌شود. احتمالاً این وسیله، همان است که در متون قدیم با عنوان «ذات‌الاستوانتین» یا «آلت ذلی عظیمه» خوانده شد. دو واحد دیگر در رصدخانه مراغه شناسایی شد که در هند موسوم به رام یانتر است که در متن مقاله اطلاعات کامل آن ارائه شده است. لذا با تکیه بر اطلاعات به‌دست آمده می‌توان رصدخانه مراغه را بازسازی کرد.

تحقیقات نشان داد که غیر از برج مرکزی بقیه واحدها سرپوشیده نبوده‌اند و در سایه این مطالعات و با تکمیل اطلاعات، گام اصلی در مورد شناسایی و طراحی بقیه فضاهای نجومی موجود در رصدخانه مراغه هموار شده است. این یافته‌ها نگارنده را در شرف کشف ویژگی‌های سایر واحدها قرار داد. به‌این ترتیب با شناخت صحیح از ساختمان رصدخانه، دیگر هر بنایی را نباید رصدخانه نامید. متعاقب این پژوهش، نگارنده پیش از این، نظر دونالد ویلبر را درباره احتمال عملکرد رصدی یکی از برج‌های قلعه رشیدی در تبریز مردود دانسته بود.

پی‌نوشت

۱. مقاله حاضر حاصل کار پژوهشی است که در دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(۵) زیر نظر معاونت پژوهشی دانشگاه توسط نگارنده انجام یافته است.
۲. نمونه بارز از کهن‌ترین رصدخانه‌ها را دیتریش هوف (Dietrich Huff) در سال ۱۳۸۴، در فیروزآباد متعلق به قرن چهار هجری کشف کرد (۲۰/ ۱۳۸۴/۱۲/ jamejamonline). که ابتدا حفار آن را حمام تصور کرده بود، اما بعد از تذکر نگارنده، وی رصدخانه بودن سایت را پذیرفت.
۳. عتبه به‌معنای آستانه یا آستانه در می‌باشد.

4. Delhi-Jaipur-Ujjain-Mathura Benaras

5. Maharajah Sawai Jai Sing

۶. Digansa yantra بنا بر توضیحات دکتر آب‌های کومار سینگ استاد دانشگاه MJP Rohilkhand به نگارنده، کلمه ترکیبی سانسکریت از دو کلمه تشکیل شده است Yantra به معنای محاسبه و اندازه‌گیری و رصد است و Digansa، به معنی، درجه‌بندی بزرگ شصت‌تایی است (در بعضی منابع به‌صورت: Digamsa و Digamsha آمده است).

۷. در کتاب دولت سینگ ۳۶ درجه ذکر شده است که اشتباه است.

8. Ram yantr

9. unnatnash yantra

۱۰. سدس، ابزار ستاره‌شناسی برای اندازه‌گیری ارتفاع ستاره‌ها و سیاره‌ها، به‌شکل کمانی از یک ششم دایره ساخته می‌شد. هر چه شعاع بزرگ‌تر بود، اندازه‌گیری‌ها دقیق‌تر می‌شد. متعاقب آن ربع جداری ساخته شد.

منابع

- انس‌خان، محمد (۱۳۶۶)، «نقش طوسی در وقایع، تنظیم و تعمیم ریاضیات و نجوم»، *یادنامه خواجه نصیرالدین طوسی*، تهران، دانشگاه تهران، صص ۶-۸۵.
- باقری، محمد (۱۳۷۵)، *از سمرقند به کاشان؛ نامه‌های غیاث‌الدین جمشید کاشانی به پدرش*، ج اول، تهران، علمی و فرهنگی.
- طوسی، خواجه نصیرالدین (۱۳۹۱)، *زیج ایلخانی*، به کوشش یوسف بیگ‌باباپور و مسعود غلامیه، قم - تهران، مجمع ذخائر اسلامی و با همکاری کتابخانه مجلس.
- رفیعی، علی (۱۳۷۴)، «درآمد رصدخانه و زیج مراغه»، *میراث اسلامی ایران*، به کوشش رسول جعفریان، قم، ج ۲، کتابخانه آیت‌الله مرعشی نجفی، صص ۴۴۲-۴۴۷.
- سایلی، آیدین (۱۳۶۶)، «خواجه نصیرالدین و رصدخانه مراغه»، *یادنامه خواجه نصیرالدین طوسی*، تهران، دانشگاه تهران، صص ۵۷-۷۵.
- شکاری نیری، جواد (۱۳۸۵)، «کنکاش در بقایای رصدخانه مراغه؛ نخسین بنیاد بین‌المللی علمی پژوهشی عصر ایلخانی»، *تاریخ و علوم اجتماعی*، دانشگاه سیستان و بلوچستان، سال دوم، شماره ۲، صص ۶۱-۸۰.
- _____ (۱۳۸۳)، *بررسی مجموعه علمی-مذهبی و تحقیقاتی ربع رشیدی*، رساله دکتری، استاد راهنما: دکتر محمود طاووسی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- قربانی، ابوالقاسم (۱۳۶۸)، *کاشانی‌نامه، احوال و آثار غیاث‌الدین جمشیدکاشانی*، ج. دوم، تهران، مرکز نشر دانشگاهی.
- طیار مراغی، محمود (۱۳۷۵)، «مدارس و مراکز علمی مراغه»، *میراث جاویدان*، ش. پ ۱۴، سال چهارم، شماره دوم، تهران، صص ۷۷-۷۸.
- مستوفی، حمدالله (۱۳۸۱)، *نزهة القلوب*، به کوشش محمد دبیرسیاقی، قزوین، حدیث امروز.
- ملاکمال ... (۱۳۳۴)، *تاریخ صفویان (تاریخ-ملاکمال)*، به تصحیح و تحشیه ابراهیم دهگان، اراک، فروردین.
- نوبخت، حبیب‌الله (۱۳۵۲)، «کتابخانه شاپور... کتابخانه مراغه» وحید، شماره سوم، دوره یازدهم، شماره پیاپی ۱۱۴، تهران، صص ۲۷۳-۲۷۴.
- ویلبر، دونالد (۱۳۶۵)، *معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانی*، ترجمه عبدالله فریار، چاپ دوم، تهران، علمی فرهنگی.
- ورجاوند، پرویز (۱۳۶۶)، *کاوش رصدخانه مراغه و نگاهی به پیشینه دانش ستاره‌شناسی در ایران*، تهران، امیرکبیر.
- ورجاوند، پرویز (۱۳۵۶)، «کشف مجموعه علمی رصدخانه مراغه، یکی از معروف‌ترین مجموعه‌های علمی و نجومی شناخته شده در دنیای شرق»، *هنر و مردم*، دوره ۱۶، ش. ۱۸۱، صص ۲-۱۵.
- Daulat Sing, Rajavat 1995. *Astronomical observatory of Jaipur. Jaipur, India, Delta Publications.*
- Heritage List*, Department of Art and Culture, Government of Rajasthan.
<http://www1.jamejamonline.ir/printable.aspx?newsnum=100004145379>, 1384/12/20, Access 2017.
- Iswen, V., and Tiong Y., 2015. *Jantra Mantar*, Group 07.
- _____, 1993. *Sawai Jai Singh Hindu astronomers*. *Indian Journal of History of Science* 28 (2):131-155.
- Nath Sharma, Virendra 1995. *Sawai Jai Singh II and his astronomy*, Delhi, Motilal. Banarsidass, Publisher.
- Prins, Marco, 2009. <http://www.livius.org/articles/place/ardasir-khureh-firuzabad/>Access, 2017.
- Vyatkin, Victor, *Ulugbek observatory, the observatory and memorial Museum Ulugbek.*
- Saliba, George 1987. *The role of Maragha observatory in the development of Islamic astronomy: a scientific revolution before the Renaissance*, *Revue de Synthèse*, 108, 361-73.
- Susan N. Johnson-Roehr 2011. *The Spatalialization of knowledge and power at the astronomical observatories Sawai jai Singh II, C. (1721-1743 CE)*, Ph.D. thesis, Department of Architecture, University of Illinois at Urbana.

UNESCO (Minakshi), 2010. *Nomination of Jantar Mantar, Jaipur for inclusion on World.*

<http://www.ulugbekobservatory.parusinfo.com/en/diggings2.htm>, Access, 2017.

<http://www.art-and-archaeology.com/india/jaipur/jan1.html>, Access, 2014.

http://www.coritour.it/foto_franco_documentazione_jantar-mantar.html, Access, 2017.

Perlus, Barry,(2005) *Architecture in the Service of Science, The astronomical observatories of Jai Singh II*, http://www.coritour.it/Architecture_Science_Jantar_Mantar/pg_0001.htm, Access, 2014.

http://www.math.nus.edu.sg/aslaksen/gem-projects/hm/0203-1-07-jantar_mantar.pdf, Access, 2016.

مصاحبه در سایت «نظر آنلاین»، ناگفته‌های کشف رصدخانه مراغه، ۱۳۸۸، علی‌اکبر، سرفراز.

<http://www.nazaronline.ir/fa/pages/print.php?cid=49>, Access, 2017.