



نشریه علمی علم و تمدن در اسلام
سال سوم (دوره جدید)/ شماره یازدهم/ بهار ۱۴۰۱

20.1001.1.26764830.1401.3.11.3.1

عملکرد رصدخانه مراغه در گسترش دستاوردهای علم نجوم در عصر ایلخانی

افتخار قاسم زاده^۱/ جعفر نوری^۲

(۵۵-۷۹)

چکیده

رصدخانه مراغه از مهم‌ترین رصدخانه‌های دوره اسلامی است که در سده هفتم هجری قمری و در زمان سیطره ایلخانیان بر ایران ساخته شد. پایه‌گذاری رصدخانه مراغه به‌مثابه مرکزی آموزشی و پژوهشی؛ زمینه‌های گردهمایی دانشمندان، گردآوری اسناد و کتب علمی معتبر و انجام پژوهش در فضایی آزاد به-همراه امکانات لازم را فراهم ساخت. نتیجه آنکه ارائه دستاوردها و کشفیات این مرکز علمی در جهان آن روز است. آوازه و شهرت این مرکز علمی باعث گردید تا توجه بسیاری از سرزمین‌ها را به‌سوی خود جلب سازد تاجایی که بعضی حکمرانان، آرزو می‌کردند تا بتوانند نظیر چنین مرکزی را در سرزمین خویش برپا سازند. حال باتوجه به اهمیت این مجموعه پر ارزش از نظر تاریخ علم ایران و جهان، سؤالی که ضرورت پاسخ‌گویی به آن وجود دارد، این است که عملکرد رصدخانه مراغه به‌عنوان مهم‌ترین مرکز علمی پژوهشی دوره ایلخانیان در گسترش علم نجوم چگونه بوده که به الگویی برای ساخت رصدخانه‌های دیگر تبدیل شده است؟ پژوهش حاضر قصد دارد با روش توصیفی-تحلیلی و با اتکا به منابع کتابخانه‌ای به این سؤال پاسخ بدهد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که رصدخانه مراغه به تمام معنی یک مرکز علمی پژوهشی و آموزشی بود. این بنیاد علمی بی‌نظیر همچون فرهنگستان‌های پیشرفته امروزه، فضای بسیار وسیعی را در جایی مناسبی در مراغه به خود اختصاص داده بود که باعث گردید این رصدخانه به‌عنوان مهم‌ترین مرکز علمی پژوهشی و نجومی دوره ایلخانیان در سده هفتم هجری قمری شناخته شود.

واژه‌های کلیدی: رصدخانه مراغه، خواجه نصیرالدین طوسی، نجوم، ایلخانیان و تاریخ علم

۱. کارشناسی ارشد تاریخ فرهنگ و تمدن ملل اسلامی، دانشکده علوم و تحقیقات اسلامی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. eftekhargasemzadeh@gmail.com

۲. استادیار گروه ایران‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه میبد، میبد، ایران. (نویسنده مسئول)

j.nouri@meybod.ac.ir

مقدمه

سال‌های آغازین سده هفتم هجری قمری هم‌زمان است با هجوم مغولان به سرزمین‌های اسلامی که شعله‌های آتش آن با دست بی‌تدبیر و اهداف کور و جهان‌گشایی‌های بی‌حاصل سلطان محمد خوارزمشاه (حک: ۵۹۶ - ۶۱۷ قمری / ۱۱۹۹-۱۲۲۰ میلادی) با برانداختن قراختاییان ترکستان و برداشتن سد دفاعی ماوراءالنهر و خراسان، برافروخته شد. خرابه‌هایی که در نتیجه حمله مغولان به وجود آمد، کمتر کسی فکر می‌کرد که روزی بتوان بر این ویرانی‌ها، آبادی و سکونت دیگری ساخت و به حاکمان مغول هم رسم و رسوم مملکت‌داری آموزش داد. این رخدادی بود که به‌همت دانشمندانی چون خواجه نصیرالدین طوسی در سرحد‌های شمال غربی ایران در مراغه به انجام رسید و کمتر از پنجاه سال بر خرابه‌ها و ویرانی‌های فرهنگ و تمدن گذشته، تمدنی بزرگ و حکومتی پیشرو، بنیان نهاد.

سقوط خلافت بغداد توسط هلاکوخان و از بین رفتن قدرت سیاسی و دینی عباسیان که سنی مذهب بودند، باعث ترویج فرهنگ ایرانی و شیوع مذهب تشیع شد. خواجه نصیرالدین طوسی نقش بسیار مهمی در این امر مهم داشت؛ زیرا با افکار و اندیشه خود نیروی ویرانگر مغولان را برای پژوهش‌های علمی و احیای فرهنگ و تمدن اسلامی به کار گرفت. خواجه نصیرالدین طوسی با تأسیس رصدخانه مراغه مانند یک مرکز آموزشی و پژوهشی زمینه‌هایی به وجود آورد تا نشاط علمی در میان دانشمندان و پیدایی آثاری از آنان در زمینه‌های مختلف علمی، فلسفی، کلامی، ادبی و تحقیقات جدید نجومی و ... گردید که منتهی به پیشرفت تمدن اسلامی گردیده است. نتیجه پژوهش‌ها و کارهای علمی خواجه نصیرالدین طوسی، مؤیدالدین عرضی دمشقی، فخرالدین مراغی و شاگردانش مانند قطب‌الدین شیرازی و ... منجر به تأسیس زیج ایلخانی شد و این امر به تحول جدیدی در تحقیقات نجومی منتهی شد؛ و از همه مهم‌تر الگوهای بطلمیوسی است که برای اولین بار به چالش، اصلاح و بازبینی کشیده شد و در زمان‌های بعد رصدخانه مراغه به الگویی برای رصدخانه‌های چون سمرقند، هند و چین تبدیل شد.

پیشینه پژوهش

در باره رصدخانه مراغه و اهمیت علمی آن، به صورت پراکنده کارهای ارزشمندی انجام شده است که در اینجا اشاراتی به این دست از آثار می‌شود: دسته اول مقالاتی هستند که تنها به صورت

مختصر این بنا را در چند سطر توصیف می‌کنند و از بنای رصدخانه مراغه به عنوان بنایی باشکوه و رفیع یاد کرده‌اند. این دست مقالات بدین شرح هستند: ۱- «رصدخانه مراغه» (۱۳۹۹) نوشته حمیدرضا گیاهی یزدی و پویان رضوانی؛ ۲- «خواجه نصیرالدین طوسی و رصدخانه مراغه» (۱۳۲۵) نوشته مدرسی زنجانی؛ ۳- «بناهای تاریخی آذربایجان (رصدخانه مراغه)» (۱۳۵۲) نوشته جواد سلماسی زاده؛ ۴- «پژوهشی بر روزگار خواجه نصیرالدین طوسی و رصدخانه مراغه» (۱۳۶۴) سخنرانی شهاب شهابی است که به نقش خواجه نصیرالدین طوسی در عصر مغولان در ایران می‌پردازد و سبک آن به صورت داستان و رمان است.

دسته دوم آثاری هستند که به جنبه باستان‌شناختی رصدخانه مراغه پرداختند که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد: ۱- «بررسی و تحلیل ماهیت کاربردی معماری صخره‌ای تپه رصدخانه مراغه» (۱۳۹۷) نوشته سعید ستارنژاد و همکاران؛ ۲- «کشف مجموعه علمی رصدخانه مراغه (یکی از معروف‌ترین مجموعه‌های علمی و نجومی شناخته شده در دنیای شرق)» (۱۳۵۶) نوشته پرویز ورجاوند؛ ۳- «کنکاش در بقایای رصدخانه مراغه نخستین بنیاد بین‌المللی علمی پژوهشی عصر ایلخانی» (۱۳۸۵) نوشته جواد شکاری نیری؛ ۴- «تعیین عملکرد و طرح معماری واحدهای نجومی مکشوفه در رصدخانه مراغه» (۱۳۹۵) نوشته جواد شکاری نیری؛ ۵- کتاب «کاوش رصدخانه مراغه و نگاهی به پیشینه دانش ستاره‌شناسی در ایران» (۱۳۶۶) نوشته پرویز ورجاوند؛ ۶- پایان نامه «طرح مجموعه علمی تاریخی خواجه نصیرالدین طوسی (در کنار سایت تاریخی رصدخانه مراغه)» (۱۳۷۶) نوشته شهرام باباخانیان؛ ۷- رساله «بررسی و تحلیل نوآوری‌های رصدخانه مراغه در نجوم محاسباتی (تدوین زیج‌ها) و نجوم رصدی (ابزارها و آنالیز داده‌ها)» (۱۳۹۰) نوشته سیدمحمد مظفری. ضمن ارزشمندی پژوهش‌های یاد شده باید خاطر نشان کرد که این تحقیقات به مسئله رصدخانه مراغه و اهمیت علمی و آموزشی آن به طور جامع و کامل نپرداخته‌اند و تنها اشاره‌ای مختصری به آن داشتند و بیشتر تحقیقات ناظر به جنبه باستان‌شناختی رصدخانه مراغه است؛ بنابراین پژوهش حاضر در تلاش است که به تبیین و توضیح رصدخانه مراغه و عملکرد آن در گسترش دستاوردهای علم نجوم در عصر ایلخانی بپردازد و اهمیت و نقش علمی آن را مورد بررسی و تفحص قرار بدهد.

بحث و بررسی

۱. زمینه‌ها و عوامل مؤثر در بنای رصدخانه مراغه با تأکید بر نقش خواجه نصیرالدین طوسی

درباره فراهم گشتن زمینه‌های ایجاد بنای رصدخانه مراغه و اینکه چه عواملی در انجام این امر مؤثر بوده‌اند، در نوشته‌های مختلف مطالبی عنوان شده که در جمع، اختلاف نظر با یکدیگر ندارند. در بعضی نیت انجام این کار به هلاکو خان نسبت داده شده و در برخی دیگر پیشنهاد را از آن دانشمند بزرگ خواجه نصیرالدین طوسی دانسته‌اند. با توجه به تمامی موارد، معقول‌تر چنین به نظر می‌رسد که برای انجام این مهم وجود شخصیت ممتاز و پر آوازه‌ای چون خواجه نصیر عامل اصلی بوده است و اگر هم هلاکو پیشنهاد این کار را داده باشد تنها به دلیل وجود خواجه نصیر بوده است. درباره شهرت و شخصیت علمی ممتاز خواجه نصیر -قبل از آنکه کار ایجاد رصدخانه مراغه به او سپرده شود- جا دارد تا به مطلبی که در بیشتر کتاب‌های تاریخ از جمله: «جامع التواریخ رشیدی» آمده اشاره کنیم.

زمانی که منگوقاآن فرزند «تولی خان» و نوه چنگیز خان در سنه ۶۴۸ قمری در قراقرم بعد از مرگ «کیوک خان» بر مسند سلطنت می‌نشاند، ابراز علاقه می‌کند تا در آن دیار رصدخانه‌ای بر پا دارد از این رو «جمال‌الدین محمد بن طاهر بن محمد الزیدی البخاری» را به دارالسلطنه «خان‌بالغ» احضار می‌کند و خواست خود را با او در میان می‌گذارد. دانشمند مزبور پس از تفکر لازم، خود را قادر به انجام این مهم نمی‌داند و مراتب را به اطلاع منگوقاآن می‌رساند. خان که سخت به ایجاد رصدخانه دل بسته بود با توجه به معروفیت فراوان خواجه نصیرالدین که «صیت» شهرت او در تمامی جهان شرق پیچیده بود، زمانی که امر تسخیر ایران را بر عهده برادر هلاکو خان می‌گذارد. او را «یرلیغ» می‌دهد که بعد از فتح ایران و قلع قلاع اسماعیلیه سلطان الحکما خواجه نصیرالدین بن محمد طوسی را که بطلمیوس دهر است و اقلیدس عصر، به دار الملک خان‌بالغ فرستاده تا به دستیاری وی امر رصدخانه را فیصل دهد. (همدانی، ۱۳۳۸: ۱۰۲۴)

اینکه منگوقاآن از مسافتی بسیار دور خواجه نصیر را می‌شناخته و انجام نیت خود را تنها به دست او میسر می‌دانسته، نشانه اعتبار و شهرت فراوان و جهانی این دانشمند است که از مرزهای ایران زمین فراتر رفته و چین را در بر گرفته بوده است. در مورد تأسیس رصدخانه مراغه و کیفیت انجام آن به نوشته شهاب‌الدین فضل‌الله شیرازی به‌خاطر نزدیک بودن به زمان تأسیس رصدخانه که در کتاب «وصاف‌الحضره» آمده است، اشاره می‌کنیم: هلاکوخان پس از تصرف بغداد، موصل و دیار بکر، سرحدات مملکت خویش را مشخص ساخت و بعد از سپردن ممالک متصرفه به حکام با سیاست

و کاردان، فراغت کامل یافت. خواجه نصیرالدین طوسی به ایلخان مغول پیشنهاد داد، در صورت صلاحدید ایلخان، برای تحقیق و تفحص در احکام و رصد ستارگان، رصدخانه‌ای تأسیس و همچنین زیجی تدوین کند تا ایلخان را از حوادث آینده آگاه سازد و ستاره پادشاه را نگاه کند تا کیفیت امتداد عمر و نفس و توسعه بقای ملک و توالد و تناسل و سفرهای پادشاه را دریابد و حقیقت آن را به وی بگوید. این سخنان مورد پسند هلاکوخان قرار گرفت و تولیت اوقاف سراسر ملک را به او واگذار کرد و طی دستوری زمینه‌های ساخت رصدخانه را فراهم ساخت. پس به فرمان ایلخان، از دمشق مؤیدالدین عرضی دمشقی؛ از قزوین نجم‌الدین کاتب؛ از موصل فخرالدین مراغی و از تفلیس فخرالدین اخلاطی را فرا خواندند و سرانجام در سال ۶۵۷ هجری قمری، کار ساخت رصدخانه مراغه را آغاز کردند. (وصاف الحضرة، ۱۲۶۹، ج: ۱، ۵۲-۵۰؛ آیتی، ۱۳۸۳: ۵۰)

باتوجه به جو یأس‌آور و دردناکی که پس از حمله ویرانگرانه مغول و کشتارهای وحشیانه آن بر جامعه ایران حاکم گشته بود، تنها به یاری اقدام آگاهانه و سیاست روشن بینانه خواجه نصیرالدین طوسی بود که امکان جمع ساختن گروهی از زبده‌ترین دانشمندان باز مانده زمان میسر گردید و امکان آن به‌دست آمد تا مشعل دانش و پژوهش در این سرزمین که سهمی عمده در فرهنگ جهانی بر عهده داشت، پس از تند باد ویرانگر مغول، بار دیگر فروزان گردد و حرکتی چشمگیر و بنیادی در زمینه‌های مختلف علمی آغاز گردد. خواجه نصیر باتوجه به شخصیت کم نظیرش توفیق آن یافت تا به‌شدت هلاکو را تحت تأثیر خویش قرار دهد و او را به ایجاد آن مرکز علمی کم سابقه متقاعد سازد. (محمدی و خزائیلی، ۱۴۰۰: ۹۳-۹۲) او با انجام این امر از سوی دیگر از افراط و تفریط برخی منجمان که به خاطر سود خویش اوهام و خرافات را به نام تحقیقات فلکی می‌پراکندند و مغولان نا آگاه نیز آن‌را دامن می‌زدند، جلوگیری به‌عمل آورد. (قاسم‌زاده، ۱۴۰۰: ۳-۲)

دربارۀ بنای رصدخانه ماجرای معروفی را نقل می‌کنند که به خوبی روشنگر آن است که خواجه به تدبیر فراوان کوشیده است تا هلاکو را مجاب سازد که به این مهم فرمان دهد. زمانی که خواجه قصد خود را بر ساختن رصدخانه با هلاکو در میان می‌گذارد، هلاکو می‌پرسد که انجام این کار را چه فایده است؟ خواجه می‌گوید که فایده آن این است که انسان از پیش می‌داند که چه واقع می‌شود. هلاکو سؤال می‌کند آیا آنچه را که مقدر است و باید واقع بشود، می‌توان به‌وسیله علم نجوم از آن جلوگیری به‌عمل آورد؟ خواجه پاسخ می‌دهد که آری، هلاکو می‌پرسد چگونه چنین می‌توان کرد؟ خواجه می‌گوید برای روشن شدن این امر کاری می‌گویم، انجام دهید تا بر خان موضوع روشن

شود. سپس دستور می‌دهد بدون اطلاع جمع از فراز بلندی طشتی بزرگ به پایین بیاندازند. تمام کسانی که در آن محل و اطراف بودند، به شدت هراسان می‌شوند، به جز خواجه و هلاکو که از ماجرا از پیش باخبر بوده‌اند. سپس خواجه می‌گوید یکی از فایده‌های علم نجوم آن است که کسانی که به وسیله آن از وقوع حوادث آسمانی پیش از رخداد آن آگاه می‌شوند، در زمان وقوع دچار هراس و تشویش نخواهند شد. هلاکو را گفته خواجه مورد قبول می‌افتد و دستور می‌دهد تا هرچه را که او نیاز دارد، برای انجام این مهم در اختیارش قرار دهند و دانشمندان معتبر برای همکاری فرا خوانده می‌شوند.

بنابراین ملاحظه می‌گردد که یکی از عوامل مهم در تشویق هلاکو برای فراهم ساختن موجبات بنای رصدخانه را باید اعتقاد او به ستاره‌گویی دانست. چنین اعتقادی را ما در بین جانشینان هلاکو نیز شاهد هستیم و از جمله آنکه پس از درگذشت هلاکو، آباقا تمایلی نداشت تا به جای پدر بر تخت نشیند ولی براساس یک گزارش ستاره‌گویی به‌وسیله خواجه نصرالدین درباره رویدادهای آینده، از دودلی به در آمد و بر تخت سلطنت تکیه زد. (گروهی از نویسندگان، ۱۳۳۶: ۹۹؛ مدرس رضوی، ۱۳۷۰: ۸۴-۸۳)

نگاهی به کتاب‌ها و تألیف‌های گوناگون و فراوان خواجه نصیرالدین طوسی، بیش از هر چیز دیگر عظمت و اهمیت علمی این دانشمند بزرگ و شکوفایی مرکز علمی را که به همت و پایمردی آن بزرگوار بنیاد نهاده شده بود، روشن می‌سازد. جامعیت خواجه نصیر در زمینه دانش‌های مختلف و کوشش علمی او در نوشتن رساله‌های گوناگون درباره علوم مختلف، جایگاه مهمی برای او در تاریخ علم ایران و جهان عرضه می‌دارد. (نصر، ۱۳۸۳: ۳۲۳) جمعی دیگر از دانشمندان و همکاران خواجه نصیر نیز چون او، در زمینه‌های مختلف به نوشتن کتاب‌ها و رساله‌ها پرداخته‌اند که این امر را می‌توان از ویژگی‌های زمان به‌شمار آورد. در مورد زمینه‌های مختلفی که خواجه نصیر آثاری از خود در آن‌ها به یادگار گذاشته است، موارد زیر را می‌توان اشاره کرد: دانش ریاضی، دانش نجوم و هیئت، علم رمل، اخلاق، علم تفسیر، معدن‌شناسی، تاریخ، فقه، جغرافیا، علم طب، تعلیم و تربیت، شاعری، علم منطق، فلسفه و حکمت، علم کلام. (خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۶۹: ۳۷)

تعداد قابل ملاحظه‌ای از نوشته‌های او به‌صورت رساله‌هایی است که در پاسخ‌به سؤال جمعی از دانشمندان که از مکان‌های دور از او پرسش می‌کرده‌اند، نوشته شده است. کتاب‌ها و رساله‌های خواجه نصیر به دو زبان عمده و پر بار زمان یعنی فارسی و عربی نوشته شده است. خواجه در نثر

عربی عباراتش بسیار فصیح، روان، روشن و خالی از هرگونه پیچیدگی است. نوشته فارسی او نیز بسیار روان، شیوا و ساده است. جالب اینکه عمده آثار خواجه نصیر بر جای مانده و در بیشتر کتابخانه‌های معتبر خارج و داخل با نسخه‌های خطی آثار او برخورد می‌شود. (نصر، ۱۳۸۳: ۳۲۳)

۲. زمان ساخت بنای رصدخانه

مراغه، به‌ویژه سال شروع آن اختلاف نظری در نوشته‌های مورخان وجود ندارد و تمامی آن‌ها از جمله: ابن شاکر کُتبی (ابن شاکر کُتبی، ۱۹۵۱، ج ۲: ۳۰۷)، وصاف (وصاف، ۱۲۶۹، ج ۱: ۵۱-۵۲)، صفدی (صفدی، ۱۴۰۱، ج ۱: ۱۷۹) و حاجی خلیفه (حاجی خلیفه، بی‌تا، ج ۲: ستون ۹۶۷) سال واحدی را بیان می‌دارند که عبارت‌است از سه‌شنبه چهارم جمادی‌الاولی سال ۶۵۷ قمری. همان‌قدر که سال آغاز ساخت بنای رصدخانه مشخص است، سال پایان ساختمان آن غیر معلوم است و اشاره روشنی در این باره وجود ندارد، می‌دانیم که مؤیدالدین عرضی ساخت دستگاه‌های مورد استفاده در رصدخانه را پیش از سال ۶۶۰ قمری آغاز می‌کند و یک سال بعد به انجام می‌رساند و البته این شامل تمامی ابزار و آلات نمی‌شده است. (Sayala, 1960: 205) بنابر گزارش خود نصیرالدین، هلاکو در سال ۶۶۲ قمری به رصدخانه می‌رود و با اصرار از ستاره‌شناسان می‌خواهد تا «رصد» را به‌زودی به پایان رسانند. (نصیرالدین طوسی، بی‌تا: گ ۲؛ همدانی، ۱۳۳۸، ج ۲: ۱۰۲۵-۱۰۲۴) چنانچه اتفاق افتاده است میان واژه «رصدخانه» و «رصد» اشتباه کنیم و منظور از به‌پایان‌بردن «رصد» را کار ساختن رصدخانه بدانیم، باید بگوییم که پنج سال بعد از شروع کار هنوز بنای رصدخانه در سال ۶۶۲ قمری ناتمام بوده است. نکته دیگر اینکه بنابر نوشته وصاف (وصاف، ۱۲۶۹، ج ۱: ۵۲)، میرخواند (میرخواند، ۱۳۸۰، ج ۵: ۲۵۵-۲۵۳) و خواندمیر (خواندمیر، ۱۳۸۰، ج ۳: ۱۰۳) ساختمان رصدخانه به هنگام مرگ هلاکو در ۶۶۴ قمری هنوز پایان نیافته بود. در اینجا نیز باید دید که میان «رصد» و «رصدخانه» اشتباه نشده باشد، زیرا این درست است که کار «رصد» در رصدخانه مراغه تا زمان مرگ هلاکو و چند سال بعد از آن نیز پایان نیافته بود. در این باره خواجه نصیر در مقدمه زیج ایلخانی می‌نویسد:

رصد به کمتر از سی سال که دور این هفت ستاره تمام شود نتوان ساخت و اگر بیشتر از سی سال به آن کار مشغول باشد بهتر و درست‌تر باشد و پادشاه ما که بنیاد رصد آغاز فرمود نهادن. فرمود که جهد کنید تا زودتر تمام کنید و فرمود که

مگر به دوازده سال ساخته شود، ما بندگان گفتیم جهد کنیم اگر روزگار وفا کند.

(نصیرالدین طوسی، بی تا: گ ۲)

می دانیم که کار رصدمراغه و تنظیم جدول های زیج های آن به جای دوازده سال پیش بینی شده، پانزده سال به طول انجامید و بنابراین ملاحظه می کنیم که میان فعالیت های رصدی رصدخانه مراغه و انجام یک دور رصد کامل در آن با بنای خود رصدخانه نباید اشتباه بشود. درباره زمان ساخت رصدخانه می توان چنین نتیجه گرفت که در سال ۶۶۱ قمری که عرضی عمده ابزار کار را می سازد، عمده واحدهای رصدخانه نیز آماده بوده است. به اعتبار حجم کارهای ساختمانی روی سطح تپه، اظهار نظر درباره مدت کار بنای رصدخانه کار آسانی نیست؛ زیرا از یک سو همه بناهای رصدخانه در مجموعه واحدهای ساختمانی سطح تپه خلاصه نمی شده است و واحدهای خدماتی پیوسته در جای دیگری قرار داشته و از سوی دیگر کار بنایی در سطح تپه دارای مشکلاتی بوده که پیشرفت کار را کند می ساخته است که مهم ترین آن انتقال مصالح به سطح تپه و به ویژه رساندن آب به آن محل بوده است. با این حال بعید به نظر می رسد که بنای مجموعه فراز تپه، زمانی بیش از چهار سال را طلب کرده باشد.

۳. منابع تاریخی و شرح بنای برج رصدخانه

هیچ یک از مطالبی که از نوشته های مختلف درباره چگونگی بنای برج در دست است؛ قدر به تشریح مختصر این بنا در چند سطر نیز نیستند و فقط در هر جاکه به بنای برج اشاره شده است آن را بنایی باشکوه و رفیع یاد کرده اند.

۴. معمار و هزینه ساخت بنای رصدخانه

درباره معمار اصلی مجموعه رصدخانه مراغه نام «فخرالدین احمد بن عثمان امین مراغی» ثبت شده است؛ ولی می دانیم که مسئولیت ساختمان مسجد و کوشک محل اقامت هلاکو بر عهده مؤیدالدین عرضی سازنده ابزار و آلات نجومی رصدخانه بوده است. در نوشته های مختلف میزان هزینه بنای واحدهای رصدخانه مراغه بدون آلات و ابزار آن حدود بیست هزار دینار ذکر شده است. (صفدی،

۱۴۰۱، ج ۱: ۱۸۲؛ ابن شاکر کتبی، ۱۹۵۱، ج ۲: ۳۱۰)

۵. چگونگی تأمین آب مورد نیاز مجتمع رصدخانه مراغه

اینکه در موقع ساخت واحدهای نجومی و بناهای رصدخانه و سپس در طول دوران فعالیت، آب آن چگونه تأمین می شده است، در هیچ نوشته تاریخی اشاره ای به آن نداریم، تنها در یک اثر پژوهشی

جدید اشاره شده است که «آب به وسیله وسایل مختلف و چرخ چاه به بالای تپه آورده می شد.» (Sayala, 1960: 193) در جبهه جنوب شرقی کوه «رصد داغی» که دارای شیب ملایمی است و آب های بارش های آسمانی سطح بالای تپه از این مسیر به دره جنوبی جریان می یافت. منبع ذخیره آبی کشف گردیده است. منبع مزبور دارای ۸/۵ متر طول، ۴/۲۰ متر پهنا و حدود ۳ متر ارتفاع است که در مجموع گنجایش ۱۰۷ متر مکعب آب را دارد. نحوه ساختمان منبع به این گونه است که به منظور خنثی کردن فشار جانبی آب، آن را در دل تپه کنده اند. سپس دیواره های جانبی را به کلفتی یک متر با سنگ لاشه و قلوه سنگ و ملات ساروج بر پا ساخته و روی آن را با آجر پوشش کرده اند. قسمت های فرو ریخته سقف که در کف منبع قرار دارد، معرف آن است که پوشش منبع با طاق ضربی صورت گرفته است. در ضلع شمالی منبع که محل ورود آب است، دیوار آجری بر روی شالوده ایجاد شده و روی آن سطح شیب داری، به وجود آورده اند تا آب با بدنه کمتر تماس حاصل کند و به طور مستقیم به کف منبع بریزد. کف منبع پس از ایجاد یک کف سازی قوی و مستحکم، با نوعی اندود ساروج بسیار محکم و صیقلی به گونه سیمان، پوشش شده است. قدرت مقاومت این اندود چنان است که تاکنون دست نخورده و سالم باقی مانده است. در کف منبع زیر آبی وجود داشته که در صورت لزوم آب داخل منبع را به دره پایین تپه انتقال می داده است. (Sayala, 1960: 193-194)

۶. ابزار پژوهش های نجومی در رصدخانه مراغه

در باره عمده ابزار نجومی رصدخانه مراغه و چگونگی شکل و ساخت آن ها و طرز کارشان، خوشبختانه مدرک ارزشمندی در دست است که توسط مهندس بنام زمان «مؤیدالدین عرضی»^۱ به عربی نوشته شده است. او که مسئولیت مستقیم ساختن آلات رصد را از جانب خواجه نصیرالدین طوسی برعهده داشته است با راهنمایی های خواجه به انجام این مهم پرداخته و با شایستگی از عهده آن برآمده است. عرضی در کار ساختن ابزار مزبور به تمامی جنبه های علمی کار توجه داشته و با تکیه بر آگاهی های وسیع در زمینه علم نجوم و جنبه های تحقیقاتی آن و داشتن شناخت فراوان از کار

۱. مؤید الدین العرضی الدمشقی طراح و مهندس ابزارهای رصدی رصدخانه مراغه پس از تأسیس تا زمان مرگش یعنی بین سال های ۶۶۰-۶۶۶ قمری بوده است. وی در رساله فی کیفیت الارصاد، که دو سال پیش از مرگ وی نگاشته شده، شیوه ساخت و روش کاربرد یازده ابزار نجومی را توضیح می دهد که از آن میان هفت ابزار در زمره ابزارهای کلاسیک نجومی است و چهار ابزار نیز حاصل طراحی خود وی بوده است. ترجمه فارسی آن توسط فرانس بروین و سرفراز غزنی با توضیحات و اضافات بیشتر در سال ۱۳۷۶ شمسی توسط اداره کل آموزش سازمان میراث فرهنگی کشور به چاپ رسیده است.

گذشتگان و جنبه‌های مثبت و منفی آن و نارسایی‌ها، دست‌به‌کار شده است. او خود در مقدمه رساله‌اش چنین می‌نویسد: «از دستگاه‌های قدیمی آنچه که بیشتر از همه کاربرد داشت، ذکر کردیم و آنچه که ایجاد شک می‌نمود نیز حذف کردیم؛ و بر آن دستگاه‌های که خود آن‌را ساختیم اضافه کردیم.» (عرضی دمشقی، ۱۲۴۳: مقدمه)

عرضی شرح هریک از دستگاه‌ها را به‌دقت بیان داشته و چگونگی ساختن، به هم متصل کردن، استوار ساختن و طراز کردن آن‌ها را توضیح داده است. او به‌منظور بالا بردن میزان دقت و پرهیز از اشتباه و ساده ساختن طرز کار، در دستگاه‌هایی که از پیش وجود داشته تغییراتی را به‌وجود می‌آورد. در زمینه نصب و طراز کردن برخی از آلات نجومی به مسئله شرایط جوی و وزش باد توجه می‌دهد. او در زمینه کاربرد مصالح برای ساختن قسمت‌های مختلف هر دستگاه اطلاعات دقیقی در اختیار می‌گذارد.

جنس ابزار رصد: باتوجه‌به متن رساله عرضی و شرحی که او درباره هریک از دستگاه‌ها و آلات رصد مراغه می‌دهد؛ مشاهده می‌گردد که دستگاه‌های مزبور در جمع، از سه دسته مواد و مصالح ساخته شده‌اند که عبارت‌اند از:

۱. مصالح بتایی، مربوط به واحدها و بخش‌های معماری ثابت هر دستگاه که به صورت سطح دایره، دیوار کم ارتفاع و یا دیوارسازی عمودی، به کمک سنگ تراش و آجر و ملات ساخته می‌شده است.
۲. چوب، بیشتر اسکلت‌بندی و چهارچوب دستگاه‌ها و ستون‌ها و بخش‌های عمودی و افقی آن‌ها و خط کش‌ها از چوب بوده است. عرضی در چند مورد جنس چوب‌های به‌کاررفته را «ساج» ذکر می‌کند.

۳. فلز، در مورد قسمت‌های حساس و مدرج و دایره‌های مختلف دستگاه‌ها، به کاربرد دو نوع فلز یعنی: آهن و مس اشاره شده است.

مکان استقرار دستگاه‌ها: چنانکه از توضیحات عرضی بر می‌آید، دستگاه‌های عمده رصدخانه همه به صورت ثابت در ارتباط با واحدهای معماری در سطح تپه و در ارتباط با برج مرکزی قرار داشته‌اند. باتوجه‌به چگونگی شکل و اندازه واحدهای به‌دست آمده و قطر دیوارها، چنین به‌نظر می‌رسد که جز برج مرکزی، کتابخانه، بنای مدرسه، کوشک و احتمال اتاق مربع سکودار، دیگر واحدها دارای پوشش نبوده‌اند و بنابراین دستگاه‌های مختلف در فضای آزاد بر روی آن‌ها استوار می‌شده‌اند. دستگاه‌های عمده رصدخانه مراغه براساس رساله عرضی به شرح زیر معرفی شده‌اند:

ربع دیواری (لبنه): ربع دیواری یا لبنه، آلت اول از آلات رصدخانه مراغه که با استفاده از متن رساله مؤیدالدین عرضی طرح شده است. عرضی طول ارتفاع دیوار را $6/5$ ذراع هاشمی تعیین کرده که اگر هر ذراع ۳ وجب و برابر ۶۴ سانتی متر باشد، مجموع آن ۴۶۰ میلی متر می شود. در ضمن چون طول دو تخته را که روی شعاع های افقی و قائم نصب شده اند، چهار ذراع تعیین کرده است. به نظر می رسد که شعاع دایره در حدود ۲۵۶ سانتی متر بوده است، این وسیله بر روی دیواری صاف نصب می شده است. محل نصب دستگاه مورد بحث به احتمال قوی بر روی دیوار شمالی - جنوبی است. با این دستگاه میل کلی و ابعاد کواکب و عرض شهرها را رصد می کردند. (عرضی دمشقی: ۱۲۴۳؛ غزنی، ۱۳۷۶: ذیل ربع دیواری لبنه)

ذات الحلق: ذات الحلق دومین آلت از آلات رصدخانه مراغه است که عرضی از آن در رساله خود نام برده و به شرح آن پرداخته است. ذات الحلق مهم ترین آلت نجومی قدیم بوده است. با آن می توان علاوه بر رصد ستارگان و مختصات آن ها بسیاری از مسائل نجوم را حل کرد. اندازه قطر خارج دایره نصف النهار که دایره خارجی است به موجب اطلاعاتی که عرضی داده، ۳ ذراع بوده، یعنی قطر دایره خارج باید ۱۹۲ سانتی متر باشد. درجه بندی حلقه نصف النهاری از افق شروع شده رو به سمت الراس می رود. (عرضی دمشقی، ۱۲۴۳: ذیل ذات الحلق)

دستگاه شناسایی میل فلک البروج یا حلقه انقلابین: دستگاه مربوط به شناسایی میل فلک البروج که عبارت است از: دایره ای که در سطح نصف النهار ثابت شده و با آن غایت میل دایره بروج نسبت به دایره معدل به دست می آمد. این دستگاه سومین آلت از آلات رصدخانه مراغه است که در رساله عرضی از آن یاد شده است.

حلقه اعتدالین: حلقه اعتدالین چهارمین آلت از آلات رصد در رصدخانه مراغه است. اندازه این حلقه هر قدر بزرگ تر باشد، دقت درجه بندی و اندازه گیری آن بیشتر خواهد بود. وسیله مزبور دایره ای است که از وسط به وسیله یک میله بر روی پایه ای استوار می شود. عرضی در مورد نصب این دستگاه در رساله خود می گوید که باید حالت آن چنان باشد که وقتی باد بر بالای آن می وزد، وضع اش تغییر نکند. این نکته به روشنی می رساند که دستگاه مزبور در فضای آزاد قرار داشته و بر روی یکی از واحدهای دایره ای شکل سطح تپه نصب می شد.

ذات الهدافه سیار یا ذات الثقبیتین: یکی از عمده ترین فعالیت های پژوهشی نجومی که با این دستگاه صورت می گرفته ، بررسی بر روی خسوف و کسوف بوده است. عرضی از این دستگاه به عنوان پنجمین آلت رصد از آلات رصدخانه مراغه یاد می کند.

ذات الربیعین: ذات الربیعین ششمین آلت از آلات رصد در رصدخانه مراغه است که عرضی آن را در رساله خود معرفی کرده است. از جمله موارد استعمال آن عبارت بوده است از اندازه گیری مختصات افقی ستارگان.

ذات الاستوانتین: ذات الاستوانتین هفتمین آلت از آلات رصد مراغه است. این آلت دوستونه را در رصدخانه مراغه از روی دستگاه Parallactic با تغییراتی ساخته اند. چنانکه عرضی نوشته است این دستگاه را در مراغه در جهت شمال و جنوب روی دو ستون آجری سوار کرده و بعد دیواری نیز با ربع دیواری برای آن ساخته اند. به وسیله این دستگاه متمم ارتفاع ستاره یا ماه و خورشید در موقع گذر از نصف النهار محل اندازه گیری می شود. دستگاه مزبور از جمله واحدهای ثابت و مستقر بر سطح رصدخانه مراغه بوده که اساس آن را دو ستون آجری و دیواری برای نصب ربع دیواری تشکیل می داد. (عرضی دمشقی، ۱۲۴۳؛ غزنی، ۱۳۷۶: ذیل ذات الاستوانتین)

دیگر دستگاه های رصدی: دیگر دستگاه های رصدی مورد بحث در رساله عرضی که در رصدخانه مراغه از آن ها بهره می جسته اند، عبارت بوده است از: ۱. آلت ظلی عظیمه: برای تعیین سمت و سینوس زاویه فراز؛ ۲. آلت ظلی: برای محاسبه سینوس زوایا؛ ۳. آلت کامله: این وسیله که دهمین آلت از آلات مورد بحث در رساله عرضی است، عبارت است از یک حلقه مدرج و یک خط کش قائم که بر روی پایه ای استوار شده اند. به وسیله این دستگاه هم جیب و هم ضلع (Sin و Cos) اندازه گیری می شد.

در سال‌های ۱۳۵۴ و ۱۳۵۵ شمسی پرویز ورجاند^۱ به همراه تیم باستان‌شناس خود، بر روی بقایای رصدخانه مراغه، تحقیقات کاوشی به عمل آوردند که نتایج این تحقیقات را در کتابی با عنوان «کاوش‌های رصدخانه مراغه» منتشر کرده است. در مورد بخش‌های اکتشاف شده از این مرکز عظیم می‌نویسد:

از بین واحدهای کشف شده، می‌توان هفت واحد را که جز یکی تمامی براساس طرح دایره بنیاد گرفته‌اند، مربوط به کار اندازه‌گیری-های نجومی دانست که می‌باید کاربرد دقیق علمی هریک از آنها شناخته شود: ۱. برج مرکزی رصدخانه، که مهم‌ترین واحد از واحدهای هفت‌گانه است که به قطر داخلی ۲۲ متر دارای دیواری به ضخامت ۸۰ سانتی متر است. ورودی برج در جانب جنوبی قرار داد که به کمک دو سکوی سنگی در دو طرف ورودی مشخص است. ۲. واحدهای مدور پنج‌گانه، که در جنوب، جنوب شرقی و شمال شرقی برج مرکزی رصدخانه واقع‌اند که هریک به‌طور مستقیم در کار پژوهش‌های نجومی مورد استفاده گرفته و ابزارهایی نیز بر روی آنها استوار می‌شد. ۳. کتابخانه، که در گوشه شمال غربی نیمه جنوبی تپه واقع [است و] در زیر حصار شمالی محوطه رصدخانه به مساحت ۳۳۰ متر [است]. ۴. کارگاه ریخته‌گری، در سطح تپه، در محل مجموعه علمی رصدخانه برای ساختن ابزار و آلات فلزی. ۵. مدرسه یا مدرّس مجموعه علمی، جنوبی‌ترین اثر مکشوف در سطح تپه به نسبت بزرگ که در عین نارسایی از نقشه جالب برخوردار بوده و نشانگر مدرس یا تالار آموزشی است که عمده مصالح آن را آجر تشکیل می‌دهد. ۶. دو واحد دیگر که کاربرد آنها به درستی معلوم نشده است. (ورجاوند، ۱۳۶۶: ۱۴۳؛ ورجاوند، ۱۳۵۶: ۷)

۱. دکتر پرویز ورجاوند استاد ایران‌شناس و باستان‌شناس برجسته ایران است. وی سرپرست گروه کاوش رصدخانه مراغه در سال‌های ۱۳۵۴ و ۱۳۵۵ شمسی است که تحقیقات و کاوش‌های باستان‌شناختی روی رصدخانه مراغه انجام دادند که نتایج پرثمر آن‌را به همراه تصاویر گرفته شده از رصدخانه مراغه به‌عنوان گزارش کاری در مقاله‌ای تحت عنوان «کشف مجموعه علمی رصدخانه مراغه، یکی از معروف‌ترین مجموعه‌های علمی و نجومی شناخته شده در دنیای شرق» در شماره ۱۸۱ مجله هنر و مردم به چاپ رساندند و بعدها در سال ۱۳۶۶ شمسی به‌صورت جامع و کامل در کتابی تحت عنوان «کاوش‌های رصدخانه مراغه و نگاهی به پیشینه دانش ستاره‌شناسی در ایران» به چاپ رساندند.

یا در یک تقریر دیگر این واحدها عبارت انداز: «برج مرکزی رصدخانه، واحدهای نجومی وابسته‌اش و مدرسه برای آموزش پژوهشگران جوان و دانشجویان در رشته‌های ریاضی، فیزیک، نور و نجوم ... کتابخانه عظیم رصدخانه، در نهایت استراحتگاه استادان، دانشجویان ... شامل خوابگاه و دیگر بناهای مورد نیازشان، برای زندگی روزانه و شبانه» (نصر، ۱۳۸۶: ۷۸)

رصدخانه مراغه به تمام معنی یک مرکز علمی پژوهشی و آموزشی بود. این بنیاد علمی بی‌نظیر همچون فرهنگستان‌های پیشرفته امروزه، فضای بسیار وسیعی را در جای مناسبی در مراغه به خود اختصاص داده بود. با تحقیقاتی که بر روی سطح تپه مراغه به انجام رسیده؛ هیچ‌ده واحد معماری مختلف وجود داشته است که نیمی از آن‌ها جایگاه نصب آلات و ابزار نجومی و تحقیقات اختر-شناسی بوده و بقیه برای فعالیت‌هایی چون کتابخانه، تالار کنفرانس، مدرسه، کارگاه ریخته‌گری آلات نجومی و... بوده است. (نصر، ۱۳۸۶: ۷۹)

از بین رصدخانه‌های پر آوازه در ایران و دیگر سرزمین‌های اسلامی، رصدخانه مراغه از منظر ساخت و بهره‌برداری از موقعیت ویژه‌ای برخوردار است و به اعتباری طولانی‌ترین زمان فعالیت را به خود اختصاص داده است. این رصدخانه پس از درگذشت بنیان‌گذار خود، خواجه نصیرالدین و پشتیبان سیاسی او هلاکو، به روایتی بیش از نیم قرن پابرجا ماند و به کوشش‌ها و پژوهش‌های علمی خود تداوم بخشید. ظاهراً رصدخانه یک مجتمع دانشگاهی متفاوت با دیگر مراکز و مدارس علمی خود بوده و علوم مختلف (نظری و عملی) آن عصر در آن تدریس می‌شد و به لحاظ مالی نیز می‌توان گفت پرهزینه‌ترین کاری بوده است که تا به آن روز صورت گرفته بود.

۸. اهمیت و اعتبار کارهای آموزشی، پژوهشی و نجومی در مرکز علمی رصدخانه مراغه

مجموعه فعالیت‌های علمی رصدخانه مراغه را می‌توان به چهار بخش عمده تقسیم کرد:

الف) ساختن مجموعه واحدهای نجومی رصدخانه، ساختن ابزار نجومی و بالأخره انجام پژوهش-های ستاره‌شناسی در این مرکز به یاری واحدها و دستگاه‌های مزبور؛
ب) پژوهش در علوم وابسته (ترجمه و نگارش کتاب و رساله‌ها) جمع‌آوری مدارک و اسناد علمی و ...

ج) امور آموزشی و پرورش پژوهشگران و تربیت نیروی انسانی؛

د) نظرگاه‌های تازه و تأسیس مکتب اخترشناسی در مراغه

مجموع این کارها فعالیت‌های یک آکادمی بزرگ علوم را تشکیل می‌داد. برای آن‌که اهمیت این مرکز علمی تا حدی بازگو شود، جا دارد تا دربارهٔ موارد بالا به اختصار مطالبی بیان گردد و نکاتی برشمرده شود.

۸-۱. اهمیت و اعتبار علمی واحدهای نجومی و پژوهش‌های ستاره‌شناسی رصدخانه مراغه

به ویژگی‌های واحدهای نجومی این مجموعه علمی در چند مورد اشاره کنیم:

الف. رصدخانه مراغه نه تنها کامل‌ترین رصدخانه‌ای است که تا زمان خود ایجاد شده، بلکه نخستین رصدخانه مجهز قبل از کشف تلسکوپ به‌شمار می‌رود و تمام معلومات نجومی که هم اکنون بدون تلسکوپ حاصل می‌شود در آنجا به دست آمده و تا ۳۰۰ سال بعد رصدخانه‌ای به مجهزی آن به‌وجود نیامد. رصدخانه مراغه را باتوجه به فعالیت‌های قبل و بعد از آن (تا قبل از کشف تلسکوپ)، در زمینه علم نجوم و ستاره‌شناسی باید نقطه اوج تکامل چنین فعالیت‌هایی و چنین مؤسسه‌ای در سرزمین‌های اسلامی دانست. (بیگ باباپور، ۱۳۹۲: ۱۸۵)

ب. می‌دانیم که میان دستگاه‌ها و ابزارهای کوچک و سبک نجومی با دستگاه‌های بزرگ تفاوت فراوان وجود دارد و دستگاه‌های بزرگ پیچیده‌تر هستند و برای ساختن آن‌ها به تئوری‌های ریاضی و دیگر علوم وابسته به نجوم نیاز است و باید نکات دقیق علمی مورد توجه قرار گیرد و این‌ها همه دربارهٔ دستگاه‌ها و آلات و ابزار رصدخانه مراغه صدق می‌کند. (بیگ باباپور، ۱۳۹۲: ۱۸۶)

۸-۲. پژوهش در علوم وابسته، ترجمه و نگارش آثار، مدارک و اسناد

مرکز علمی رصدخانه مراغه به‌عنوان یک بنیاد وسیع علمی متکی بر فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی و گسترش علوم بر ضوابط و اصولی مهم تکیه داشت و اهدافی را برای خود قائل بود که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند؛ و این‌ها همه به میزان فراوان مدیون شخصیت پربار و ژرف‌بین بنیان‌گذار آن خواجه نصیرالدین طوسی بود. برخی از موارد مورد نظر عبارت‌اند از: ۱- گرد آمدن دانشمندان بزرگ؛ ۲- همکاری علمی و وجود تقسیم کار؛ ۳- به‌کارگیری دانشمندان از ملیت‌ها و مذهب‌های مختلف و ویژگی جهانی رصدخانه مراغه؛ ۴- گردآوری کتاب‌ها و مدارک علمی؛ ۵- بررسی و تنظیم روشمند علوم؛ ۶- ترجمه کتاب‌های یونانی؛ ۷- تصحیح و تنقیح آثار علمی گذشتگان

۸-۳. اهمیت فعالیت‌های آموزشی در مرکز علمی رصدخانه مراغه

با بنیان‌گذاری این مرکز معتبر تحول چشمگیری در شیوهٔ آموزش ستاره‌شناسی و دانش‌های وابسته به آن پدید آمد؛ تا پیش از آن منجمان بسته به امکاناتشان شاگرد یا شاگردانی چند را آموزش می‌دادند و

شاگردان مزبور تنها با یک استاد در ارتباط بودند. ولی آموزش در مرکز علمی مراغه جنبه رسمی و گسترده یافت و شاگردان فراوانی در ارتباط با استادان مختلف و یک استاد برگزیده قرار گرفتند و امکان تبادل نظر وسیع برایشان میسر گردید. در این مرکز شاگردان مقدمات علوم را به گونه علمی و روشمند از متخصصان مختلف فرامی گرفتند و دوره های مختلف را می گذراندند. از دیگر ویژگی های عمده این مرکز عبارت بود از: توأم ساختن آموزش نظری و عملی باهم. شاگردان در پی فراگرفتن مقدمات علوم و رفتن به دوره های بالاتر به تدریج در پژوهش های استادان و دستیارانشان مشارکت می جستند و به رمزها و مشکلات فعالیت های پژوهشی آگاهی می یافتند، استادان مرکز در زمینه درس ها و کنفرانس های خود جزوه هایی را تنظیم می کردند تا دانشجویان را در زمینه فراگرفتن هرچه دقیق تر مطالب یاری دهند. باید گفت که مرکز علمی رصدخانه مراغه در واقع شامل یک دانشکده علوم نیز بود که تمامی علوم وابسته به ستاره شناسی چون: ریاضی، فیزیک، نور، علم الحیل و مانند آن ها در آن تدریس می شد. در پایان این سخن باید گفت که نه تنها از نظر ارزش بالای این مجتمع علمی بلکه از نظر اهمیت آموزشی آن، هیچ یک از رصدخانه های قبلی به پای آن نمی رسیدند و آنچه در این محل صورت گرفت بعدها الگویی گشت برای دیگر مراکز علمی در شرق و غرب جهان.

۴-۸. همکاری دانشمندان بزرگ در رصدخانه مراغه

خواجه نصیر با نفوذی که بر هلاکو داشت او را به جلب هرچه بیشتر دانشمندان به مرکز علمی مراغه راغب ساخت تا جایی که هلاکو دستور داد تا فخرالدین لقمان بن عبدالله مراغی که از اعیان زاده های مراغه بود، به شهرهای اربیل، موصل و الجزیره و شام سفر کند و دانشمندانی را که در حادثه حمله مغول به آن سامان پناه برده بودند، تشویق به بازگشت کرده و علمای آن حدود را به اقامت در مراغه دعوت کند. فخرالدین به خوبی از عهده این مأموریت بر می آید و حدود پانصد خانوار مردمی را که مدت چهل سال بود از ایران مهاجرت کرده بودند به وطن خود باز می گرداند. به این ترتیب مرکز علمی رصدخانه مراغه به صورت کانون پرتحرکی برای اجتماع دانشمندان سرشناس زمان درآمد که از آن جمله می توان افراد ذیل را نام برد:

۱. مؤیدالدین عرضی عالم در علم هندسه و متخصص آلات رصد؛

۲. نجم الدین دبیران از بزرگان حکمت، کلام و منطق؛

۳. فخرالدین اخلاطی عالم و متبحر در علوم ریاضی از تفلیس؛

۴. فخرالدین مراغی طبیب و استاد در علوم ریاضی از موصل؛

۵. نجم‌الدین کاتب بغدادی که در اجزای علوم ریاضی و هندسه و علم رصد مهارت داشت و کاتب صور بود؛

۶. محی‌الدین مغربی اخترشناس دانا در علوم ریاضی و اعمال رصد؛

۷. قطب‌الدین شیرازی؛ شمس‌الدین شروانی؛ شیخ کمال‌الدین ایجی؛ حسام‌الدین شامی؛ نجم‌الدین اسطرلابی؛ سید رکن‌الدین استرآبادی؛ ابن الفوطی؛ صدرالدین علی واصلی-الدین حن پسران خواجه؛ حکیم دامغانی؛ فومنجی چینی؛ ابوالفرج و برخی دیگر (بادکوبه‌ای هزاره‌ای، ۱۳۸۹: ۱۰۶؛ نخجوانی، ۱۳۳۲: ۲۱۴)

این دانشمندان در شروع کار و تا انجام آن، همه باهم در یک زمان جمع نبوده‌اند ولی همگی در این کانون به کار بررسی و پژوهش‌های علمی و امور آموزشی اشتغال داشته‌اند و در زمینه هرچه بارورتر ساختن کوشش‌های علمی این کانون، سهمی به‌سزا داشته‌اند.

۵-۸. نظرگاه‌های تازه و تأسیس مکتب اخترشناسی در مراغه

از مهم‌ترین نتیجه‌های حاصل از ایجاد بنیاد علمی مزبور را می‌توان به اعتباری نو زایش یا رنسانسی دانست که در زمینه دیدگاه‌های علمی مربوط به ستاره‌شناسی و برخی از دانش‌های وابسته به آن سبب گردید. خواجه نصیر و مکتب او به همت همکاران و شاگردانش توفیق آن‌را یافتند تا با بررسی دقیق نظریات دانشمندان پیش از خود و تکرار برخی آزمایش‌های انجام شده، بسیاری از نارسایی‌ها و اشکالات را رفع ساخته و نظریه‌های جدیدی را مطرح سازند. همچنین در زمینه‌های بنیادی با شک کردن درباره دیدگاه‌های گذشتگان و عنوان ساختن نظریات جدید، اگرچه به‌گونه‌ای غیر مستقیم، راه را برای ایجاد یک جنبش علمی و حرکتی سازنده و انجام دگرگونی‌های قابل توجه باز کنند.

۹. رصدخانه مراغه و نقش بنیادی آن در ایجاد رصدخانه‌های دیگر

پایه‌گذاری رصدخانه مراغه مانند یک مرکز آموزشی و پژوهشی باعث گردید تا اولاً بسیاری از دانشمندان که از ترس کشته شدن توسط مغولان، فرار کرده بودند در آن جمع بشوند؛ ثانیاً اسناد و کتب علمی معتبر در آن گردآوری شد و ثالثاً زمینه‌های پژوهش در جوی آزاد را با در اختیار گذاشتن امکانات لازم، فراهم ساخت. سرانجام نتیجه آن، ارائه دستاوردها و کشفیات این مرکز علمی در جهان آن روز است. آوازه و شهرت این مرکز علمی باعث گردید تا توجه بسیاری از

سرزمین‌ها را به‌سوی خود جلب سازد؛ تاجایی که بعضی از حکمرانان و پادشاهان آرزو می‌کردند تا بتوانند نظیر چنین مرکزی را در سرزمین خویش برپا سازند. ولی انجام این امر نیاز به امکانات و وسایل و بیش از همه وجود چهره‌های معتبر و صاحب نظر علمی داشت که دسترسی به آن بسیار مشکل می‌نمود. ازاین‌رو ملاحظه می‌کنیم که جز رصدخانه غازان در تبریز که با استفاده از امکانات رصدخانه مراغه ایجاد گردید. در تمام طول دوران فعالیت رصدخانه مراغه هیچ واحدی که بتواند در اندازه‌ای بسیار کوچک و محدود قابل مقایسه با آن باشد، به‌وجود نیامد. تا اینکه ده‌ها سال بعد از آنکه هرگونه فعالیت پژوهشی در رصدخانه مراغه متوقف شده بود، شاهد برپایی رصدخانه دیگری در سرزمین ایران می‌شویم. رصدخانه سمرقند، شایستگی جانشینی مراغه را برای عرضه کردن یک مرکز بزرگ پژوهشی براساس بنیاد علمی آن پیدا می‌کند. ما در این بخش به اختصار هرچه تمام‌تر از رصدخانه‌هایی که در قرن هفتم هجری در چین، نهم هجری در سمرقند، دهم هجری در استانبول و یازدهم هجری در هند، براساس رصدخانه مراغه ایجاد گردیده، یاد می‌کنیم:

۹-۱. رصدخانه مراغه الگویی برای رصدخانه سمرقند^۱

بعد از رصدخانه مراغه، مهم‌ترین واحد علمی در رابطه با سرزمین ایران، رصدخانه سمرقند است که بنای آن به سال ۸۲۴ قمری و زمان الغ‌بیک مربوط می‌گردد. (عبدالرزاق سمرقندی، ۱۳۶۵، ج ۲، جزء ۱: ۲۳۶-۲۳۷) او با استفاده از امکانات وسیع مالی که در اختیار داشت، به یاری استادان خود و همکاری دانشمندان دیگر چون: معین‌الدین کاشانی، علی بن محمد قوشچی، عصمت بخارایی و دیگران بر آن می‌گردد تا رصدخانه بزرگی در سمرقند بنا کند. (حسینی آملی، بی‌تا: گ ۲ پ ۳- ر؛ قزوینی، ۱۳۶۳: ۳۱۶) کار ساختمان این بنا در سال ۸۲۴ قمری آغاز و مدت سه سال به طول می‌انجامد. (کاشانی، ۱۳۷۵: ۶۸؛ ابوطاهر سمرقندی، ۱۳۴۳: ۴۶-۴۵) سپس فعالیت‌های پژوهشی و رصدی در آن آغاز می‌گردد. در سال ۸۳۹ قمری کار تدوین زیج پایان می‌پذیرد. (الغ‌بیک، بی‌تا: مقدمه) زیج الغ‌بیک در یک دوران طولانی نزدیک به پنج قرن اساس کار اخترشناسان و محاسبه‌کنندگان تقویم‌ها را تشکیل می‌داد. زیج مزبور در سال ۱۶۶۵ میلادی / ۱۰۴۴ شمسی به لاتین

۱. برای اطلاع بیشتر از چگونگی بنای رصدخانه سمرقند و طرح بازسازی شده آن به کتاب «میراث‌های تمدن ایرانی در سرزمین‌های آسیای شوروی» نوشته پرویز ورجاوند، تهران، ۱۳۵۱، صفحه ۳۶-۳۱ و مقاله ابوالقاسم اشتری تحت عنوان «ساختمان و سازمان رصدخانه الغ‌بیک، در یادنامه نخستین سمینار ستاره‌شناسی ایران از انتشارات دانشگاه آذربایجان» مراجعه نمایید.

ترجمه شده و منتشر گردید. نکته مهم آنکه بعد از انتشار آن در اروپا، ستاره‌شناسان آن سامان ناگزیر می‌گردند تا جدول‌های نجومی خود را که به کمک تلسکوپ‌های مجهز تنظیم ساخته بودند، با-توجه به جدول‌های زیج الغ بیگ تصحیح کنند. طرح کلی نقشه برج رصدخانه سمرقند و ربع جداری آن به روشنی بیانگر آن است که سازندگان این اثر به‌طور کامل با بنای رصدخانه مراغه و طرز کار دقیق واحدهای نجومی آن آشنایی داشته و حتی از نزدیک به بررسی آن پرداخته بودند. باید دانست که اساس زیج‌های سمرقند را همان زیج ایلخانی و محاسبات خواجه نصیر و همکارانش تشکیل می‌دهد که توسط مولانا غیاث‌الدین جمشید کاشانی تکمیل و اصلاح شده است. (بیگ باباپور، ۱۳۹۲: ۱۸۷)

۲-۹. ساختن رصدخانه چین براساس رصدخانه مراغه

چنانکه در بحث مربوط به جنبه‌های پژوهشی و آموزشی مجموعه علمی رصدخانه مراغه بیان داشتیم، گذشته از تعدادی دانشجوی چینی که برای آموختن علم نجوم به این مرکز علمی آمده بودند، یکی از منجمان و دانشمندان معتبر چینی نیز به نام «فومن جی» برای مطالعه در طرز کار منجمین مراغه به آن شهر آمده بود، او پس از مدت‌ها کار و مطالعه در آن بنیاد علمی و گفتگو با دانشمندان معروف آن مرکز، در سال ۶۶۵ قمری با «جمال‌الدین بخاری» از دانشمندان ایرانی به چین باز می‌گردد. او نقشه‌ها و یادداشت‌های بسیاری درباره دستگاه‌ها و واحدهای نجومی رصدخانه مراغه تهیه و با خود به چین می‌برد و نزد «قوبیلای قآن» امپراتور مغول و برادر هلاکو می‌رسد. به فرمان قوبیلای، منجم چینی دیگر به نام «گو-شو-سین» براساس آن مدارک و اطلاعات و راهنمایی‌های «فومن جی» و جمال‌الدین بخاری، در سال ۶۷۸ قمری به کار ساختن آلات رصدی، رصدخانه چین می‌پردازد. در حال حاضر نمونه چند آلت آن در رصدخانه شانگهای موجود است. (گروهی از نویسندگان، ۱۳۷۵، ج ۵: ۶۴۰؛ سپهروند، ۱۳۸۱: ۲۱۹-۲۱۸)

۳-۹. رصدخانه استانبول، الهامی دیگر از رصدخانه مراغه

رصدخانه معتبر دیگر بعد از رصدخانه سمرقند که تحت تأثیر رصدخانه مراغه بر پا گردیده، عبارت-است از رصدخانه استانبول که در سال ۹۸۳ قمری/ ۱۵۷۵ میلادی به فرمان سلطان مراد سوم پایه-گذاری می‌شود. چهره معتبری که در این رصدخانه به کار می‌پردازد؛ عبارت‌است از استاد تقی‌الدین. از ساختمان این رصدخانه و برج اصلی رصد آن در حال حاضر هیچ‌گونه نشانه‌ای در دست نبوده و جای آن نیز مشخص نیست. رصدخانه استانبول مدت زمان کوتاهی بر پا بوده و به استناد قطعه

شعری از: «علاءالدین منصور» شاعر، چنین بر می‌آید که سلطان عثمانی بر اثر برخی تحریک‌های ناشناخته، فرمان می‌دهد تا آن‌را ویران سازند. عجیب است که سرنوشت سه رصدخانه معتبر، مراغه، سمرقند و استانبول با برخی اختلاف‌ها همه منجر به ویران کردن آن در اوج آبادانی‌شان می‌شود. (نصر، ۱۳۸۶: ۷۶)

۴-۹. رصدخانه‌های قرن دوازدهم هند و رصدخانه مراغه

در عهد محمد شاه هندی، «راجہ سینگ» و میرزا خیرالله و شیخ عابد مهندس در سال ۱۱۳۱ قمری زیج جدیدی را در نهایت دقت، به طریق حرکت ارض و مرکز بودن شمس برپا کردند. «ابواحمد محمد عبدالسلام» دانشمند معروف پاکستانی و برنده جایزه نوبل فیزیک در سال ۱۳۵۸ شمسی/۱۹۷۹ میلادی درباره رصدخانه دهلی می‌نویسد: «با وجود به‌کارگرفتن عناصری از نجوم هند، اساساً مطابق سنت رصدخانه‌سازی اسلامی به‌وجود آمده است. سنتی که رصدخانه‌های بزرگ مراغه، سمرقند و استانبول جلوه‌های بارز آن‌اند.» (ورجاوند، ۱۳۶۶: ۳۹۰-۳۸۸) رصدخانه‌های کهن هند، درحال حاضر در شهرهای دهلی، جیپور و اوجاین بنارس و موتر قرار دارند. در دوران نیابت سلطنت «لرد کرزن»^۱ (مرگ: ۱۹۲۵ میلادی/ ۱۳۰۴ شمسی) در جریان برنامه تعمیر آثار تاریخی و بناهای قدیمی هند، نسبت به تعمیر و احیای رصدخانه‌های دهلی، بنارس و جیپور اقدام گردید. نتیجه کار آنکه امروز با بازدید از محل این رصدخانه‌ها و مشاهده ابزار و آلات بازسازی شده و واحدهای معماری وابسته به آن‌ها تا حد لازم می‌توان از کیفیت عمل رصد و بررسی ستارگان در حدود سه قرن پیش آگاهی‌های مناسبی به‌دست آورد. (ورجاوند، ۱۳۶۶: ۳۹۰-۳۸۸)

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با بررسی رصدخانه مراغه به‌عنوان مهم‌ترین مرکز علمی پژوهشی و نجومی دوره ایلخانان در سده هفتم قمری و عملکردش در گسترش دستاوردهای علم نجوم در عصر ایلخانی، در راستای پاسخ‌گویی به پرسش مطرح شده در ابتدای تحقیق برآمد. با عنایت به آنچه مطرح شد، مهم‌ترین دستاوردهای این پژوهش را می‌توان به شرح ذیل طبقه‌بندی کرد:

۱. خواجه نصیرالدین طوسی با درایت خویش وقتی مشاهده کرد که دیگر توان نظامی برای مقابله با مغولان و بیرون راندن آن‌ها از کشور وجود ندارد. همچنین شاهد کشتار دانشمندان اسلامی و نابودی

کتب و منابع غنی اسلامی بود و چنانچه این روند ادامه یابد، چیزی از اسلام باقی نمی ماند. نصیرالدین طوسی از اشتیاق هلاکو به نجوم و اخترشناسی و نیاز وی به ایشان، تصمیم گرفت اعتمادش را جلب کند تا از این طریق، بسیاری از کتب اسلامی از نابودی و همچنین کثیری از دانشمندان اسلامی از معرض کشتار نجات یافتند. خواجه نصیرالدین طوسی توانست با نظارت بر اوقاف اسلامی و ساخت رصدخانه مراغه برنامه اش را به اجرا درآورد.

۲. زمان شروع ساخت بنای رصدخانه مراغه طبق اکثر منابع تاریخی، سال ۶۵۷ قمری می باشد ولی به سال پایان ساخت آن، اشاره روشنی نشده است. معمار اصلی مجموعه رصدخانه مراغه «فخرالدین احمد بن عثمان امین مراغی» و سازنده ابزار و آلات نجومی رصدخانه «مؤالدین عرضی دمشقی» می باشد. آب مورد نیاز رصدخانه نیز به وسیله وسایل مختلف و چرخ چاه به بالای تپه آورده می شد و از آنجا مورد استفاده قرار می گرفت.

۳. درباره عمده ابزار نجومی رصدخانه مراغه و چگونگی شکل و ساخت آن ها و طرز کارشان، توسط سازنده ی آن ها یعنی مؤیدالدین عرضی دمشقی در رساله فی کیفیة الإرصاء، به عربی نوشته شده است. او که مسئولیت مستقیم ساختن آلات رصد را از جانب خواجه نصیرالدین طوسی بر عهده داشته است با راهنمایی های خواجه به انجام این مهم پرداخته و با شایستگی از عهده آن برآمده است. عرضی شرح هریک از دستگاه ها را به دقت بیان داشته و چگونگی ساختن، به هم متصل کردن، استوار ساختن و طراز کردن آن ها را توضیح داده است.

۴. پس از ساختن ابزار آلات و مجموعه واحدهای نجومی در رصدخانه به انجام پژوهش های ستاره شناسی در این مرکز به یاری واحدها و دستگاه های مزبور پرداخته شد. نتیجه این تحقیقات را می توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) به ترجمه و نگارش کتب، رساله ها و جمع آوری مدارک و اسناد علمی مرتبط در علم نجوم و سایر علوم وابسته پرداخته شد.

ب) همچنین در رصدخانه مراغه علاوه بر پژوهش و تحقیق به امور آموزشی و پرورش پژوهشگران و تربیت نیروی انسانی نیز پرداخته می شد که شاگردان بسیاری در این مرکز به تحصیل و تحقیق می پرداختند.

پ) از مهم ترین نتیجه های حاصل از ایجاد بنیاد علمی مزبور را می توان به اعتباری نوایش یا رنسانسی دانست که در زمینه دیدگاه های علمی مربوط به ستاره شناسی و برخی از دانش های وابسته به

آن سبب گردید. خواجه نصیر و مکتب او به همت همکاران و شاگردانش توفیق آنرا یافتند تا با بررسی دقیق نظریات دانشمندان پیش از خود و تکرار برخی آزمایش‌های انجام شده، بسیاری از نارسایی‌ها و اشکالات را رفع ساخته و نظریه‌های جدیدی را مطرح سازند. سرانجام نتیجه آن، ارائه دستاوردها و کشفیات این مرکز علمی در جهان آن روز است که آوازه و شهرت این مرکز علمی باعث گردید تا الگویی برای ساخت سایر رصدخانه‌ها باشد.

کتابنامه

- آیتی، عبدالمحمد (۱۳۸۳). تحریر تاریخ وصاف، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.
- ابن شاکر کتبی (۱۹۵۱). فوات الوفيات، بیروت، دارصادر، ج ۲.
- باباخانیان، شهرام (۱۳۷۶). پایان نامه «طرح مجموعه علمی تاریخی خواجه نصیرالدین طوسی؛ در کنار سایت تاریخی رصدخانه مراغه»، تهران، دانشگاه شهید بهشتی؛ دانشکده معماری و شهرسازی.
- بادکوبه‌ای هزاوه‌ای، مصطفی (۱۳۸۹). خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، شرکت توسعه کتابخانه‌های ایران.
- بیگ باباپور، یوسف (۱۳۹۲). «نگاهی به مکتب علمی مراغه در دوره ایلخانی»، مجموعه مقالات جستارهای در میراث اسلامی، تهران، سفیر اردهال.
- حاجی خلیفه، مصطفی بن عبدالله (بی‌تا). کشف الظنون عن أسامی الكتب و الفنون، مقدمه سید شهاب‌الدین مرعشی، بیروت، دار إحياء التراث العربی، ج ۲.
- حسینی آملی، رکن الدین بن شرف‌الدین (بی‌تا). زیج جامع سعیدی، نسخه خطی کتابخانه ملی تبریز، مجموعه حاج محمد آقا نخجوانی، ش ۴۴۹، تبریز، کتابخانه ملی تبریز.
- خواجه نصیرالدین طوسی، محمد بن محمد (۱۳۶۹). اخلاق ناصری، تهران، علمیه اسلامیه.
- خواندمیر، غیاث‌الدین بن همادالدین (۱۳۸۰). تاریخ حبیب السیر فی اخبار افراد بشر، تصحیح محمد دبیرسیاقی، تهران، خیام، ج ۳.
- سپهروند، مجید (۱۳۸۱). مراغه در سیر تاریخ، تبریز، احرار.

ستارنژاد، سعید؛ شهبازی شیران، حبیب؛ معروفی اقدم، اسماعیل (بهار و تابستان ۱۳۹۷). «بررسی و تحلیل ماهیت کاربردی معماری صخره‌ای تپه رصدخانه مراغه»، مجله پژوهش‌های ایران‌شناسی، س ۸، ش ۱، صص ۷۵-۹۲.

سلماسی زاده، جواد (آبان ۱۳۵۲). «بناهای تاریخی آذربایجان؛ رصدخانه مراغه»، مجله وحید، ش ۱۱۹، صص ۸۰۸-۸۱۰.

سمرقندی، ابوطاهر بن ابوسعید (۱۳۴۳). سمریه؛ در بیان اوصاف طبیعی و مزارات سمرقند، تهران، چاپ ایرج افشار.

سمرقندی، عبدالرزاق (۱۳۶۵). مطلع سعدین و مجمع بحرین، لاهور، چاپ محمد شفیع، ج ۲. شکاری نیری، جواد (بهار و تابستان ۱۳۸۵). «کنکاش در بقایای رصدخانه مراغه نخستین بنیاد بین‌المللی علمی پژوهشی عصر ایلخانی»، مجله پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام، ش ۲، صص ۸۰-۶۱.

شکاری نیری، جواد (پاییز و زمستان، ۱۳۹۵). «تعیین عملکرد و طرح معماری واحدهای نجومی مکشوفه در رصدخانه مراغه»، مجله مطالعات باستان‌شناسی، س ۸، ش ۲، صص ۹۱-۱۰۹. شهابی، شهاب (اسفند ۱۳۶۴). «پژوهشی بر روزگار خواجه نصیرالدین طوسی و رصدخانه مراغه»، مجله تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی، ش ۱۰، صص ۸۹-۱۰۳.

صفدی، خلیل بن ایبک (۱۴۰۱). وفیات الاعیان و انباء الزمان، بیروت، دارالنشر، ج ۱. عرضی دمشقی، موید بن برمک (۱۲۴۳). رساله فی کیفیه الارصاد، تهران، کتابخانه مجلس، شماره مدرک: IR10-35766.

الغ بیگ (بی‌تا). زیج الغ بیگ، نسخه خطی کتابخانه ملی تبریز، مجموعه حاج محمد آقا نخجوانی، ش ۳۵۹۸، تبریز، کتابخانه ملی تبریز.

غزنی، سرفراز (۱۳۷۶). ابزار و آلات رصدخانه مراغه، تهران، سازمان میراث فرهنگی ایران. قاسم زاده، افتخار (۱۴۰۰). «بنیاد نخستین آکادمی بین‌المللی علوم ستاره‌شناسی (رصدخانه مراغه) و خواجه نصیرالدین طوسی»، همایش بین‌المللی بزرگداشت حکیم خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، صص ۷-۱.

قزوینی، یحیی بن عبدالطیف (۱۳۶۳). کتاب لب التواریخ، تهران، انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.

کاشانی، غیاث‌الدین جمشید (۱۳۷۵). از سمرقند به کاشان؛ نامه‌های غیاث‌الدین جمشید کاشانی به پدرش، تهران، چاپ محمد باقی.

گروهی از نویسندگان (۱۳۳۶). یادنامه خواجه نصیرالدین طوسی، مجموعه مقالات، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

گروهی از نویسندگان (۱۳۷۵). تاریخ ایران کمبریج؛ از آمدن سلجوقیان تا فروپاشی دولت ایلخانان، گردآوری جی. آبولیل، ترجمه حسن انوشه، تهران، امیرکبیر، ج ۵.

گروهی از نویسندگان (۱۳۹۲). جستارهای در میراث اسلامی، مجموعه مقالات، یادداشت‌ها، اسناد و متون، دفتر سوم ویژه نامه مراغه پژوهی، به کوشش مسعود غلامیه، یوسف بیگ باباپور، تهران، سفیر اردهال.

گیاهی یزدی، حمیدرضا؛ رضوانی، پویان (۱۳۹۹). «رصدخانه مراغه»، تهران، دانشنامه جهان اسلام، ج ۲۰.

محمدی، رمضان؛ خزائیلی، محمدباقر (۱۴۰۰). «نقش خواجه نصیرالدین طوسی در توسعه علم ریاضی و علم نجوم در جهان اسلام» نشریه علمی علم و تمدن در اسلام، س ۲، ش ۷، صص ۱۰۹-۸۹.

مدرس رضوی، محمد تقی (۱۳۷۰). احوال و آثار نصیرالدین، تهران، مؤسسه مطالعات و تحقیقات فرهنگی.

مدرسی زنجانی، محمد (دی ۱۳۲۵). «خواجه نصیرالدین طوسی و رصدخانه مراغه»، مجله جلوه، ش ۱۷، صص ۲۴۱-۲۵۲.

مظفری، سید محمد (۱۳۹۰). رساله «بررسی و تحلیل نوآوری‌های رصدخانه مراغه در نجوم محاسباتی (تدوین زیج‌ها) و نجوم رصدی (ابزارها و آنالیز داده‌ها)»، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، گروه تاریخ علم.

میرخواند، محمد بن خاوندشاه (۱۳۸۰). تاریخ روضه الصفا فی سیره الانبیاء و الملوک و الخلفاء، تصحیح جمشید کیان فر، تهران، اساطیر، ج ۵.

نخجوانی، حسین (۱۳۳۲). «تأسیس رصدخانه‌ها در زمان قدیم و شرح رصد مراغه» مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، ش ۲۷، صص ۲۰۹-۲۱۶.

نصر، سید حسین (۱۳۸۳). سنت عقلانی اسلامی در ایران، ترجمه سعید دهقانی، تهران، قصیده سرا.

نصر، سید حسین (۱۳۸۶). علم و تمدن در اسلام، ترجمه احمد آرام، تهران، انتشارات علمی و فرهنگی.

نصیرالدین طوسی، محمد بن محمد (بی تا). زیج ایلخانی، نسخه خطی کتابخانه بریتانیا، شماره ADD.7698.

ورجاوند، پرویز (۱۳۵۶). «کشف مجموعه علمی رصدخانه مراغه»، نشریه هنر و معماری؛ هنر و مردم، آبان ۱۳۵۶، ش ۱۸۱، صص ۱۵-۲.

ورجاوند، پرویز (۱۳۶۶). کاوش‌های رصدخانه مراغه، تهران، امیرکبیر.

وصاف الحضرة، عبدالله بن فضل الله (۱۲۶۹). تاریخ وصاف، هند، چاپ سنگی بمبئی، ج ۱.

همدانی، رشیدالدین فضل الله (۱۳۳۸). جامع التواریخ رشیدی، به کوشش بهمن کریمی، تهران، انتشارات اقبال، ج ۲.

Sayala, Aydan (1960). The observation in Islam, Ankara, Ayer Co Pub.