



دوفصلنامه تاریخ علوم و فناوری دوره اسلامی
سال دهم، شماره های اول و دوم، سال ۱۴۰۰
شماره پیاپی: ۱۹ و ۲۰

صاحب امتیاز: مؤسسه پژوهشی میراث مکتوب
مدیر مسئول: اکبر ایرانی
سر دبیر: محمد باقری
مدیر داخلی: زینب کریمیان
ویراستار: پویان رضوانی
اجرای جلد: محمود خانی

مدیر فنی و امور چاپ: حسین شاملوفرد

همکاران علمی

حسن امینی * حمید بهلول * پویان رضوانی * فاطمه سوادی * حنیف قلندری * یونس کرامتی * امیرمحمد گمینی
شمامه محمدی فر * راضیه سادات موسوی * یونس مهدوی * سجاد نیکفهم خوب روان

مشاوران علمی

پرویز اذکائی * یوسف ثبوتی * توفیق حیدرزاده
محمدابراهیم ذاکر * حسن طارمی * مهدی محقق
حسین معصومی همدانی * محمدجواد ناطق * سیدحسین نصر
علی بابایف (جمهوری آذربایجان) * جان لنارت برگرن (کانادا) * گلن وان بروملن (کانادا) * احمد جبار (فرانسه)
سرگی دمیدوف (روسیه) * رشدی راشد (فرانسه) * جمیل رجب (کانادا) * سری رامولا سارما (آلمان)
ژاک سزبانو (سوئیس) * جورج صلیبا (امریکا) * حکیم سید ظل الرحمان (هند) * زادا چاران گوپتا (هند)
مصطفی موالدی (سوریه) * یان پیتر هوشندایک (هلند) * میچیو یانو (ژاپن)

تصویر پشت جلد: زنده یاد حمیدرضا گیاهی یزدی در کنار شاخص ظهر مسجد میرزا داود همدان، ۱۳۸۲

نشانی مجله: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، بین خیابان دانشگاه و ابوریحان، ساختمان فروردین، شماره ۱۱۸۲، طبقه چهارم، شماره ۱۶
کد پستی: ۹۳۵۱۹-۱۳۱۵۶ تلفن: ۶۶۴۹۰۶۱۲ دورنگار: ۶۶۴۰۶۲۵۸

www.mirasmaktoob.ir
miraselmi@mirasmaktoob.ir / miraselmi90@gmail.com

بها: ۶۰۰۰۰۰ تومان



فهرست

۱ | سرسخن

مقاله

- شوق پژوهش: به یاد دکتر حمیدرضا گیاهی یزدی
تاریخ‌نگار علوم دوره اسلامی
۳ | سارا فرض‌پور ماچیانی
- حساب، به شیوایی و دلفریبی لیلوتی
۱۶ | مریم زمانی
از الموت تا پکن:
- ذات‌الحلق جمال‌الدین و رساله دستورالمنجمین در جاده‌های ابریشم مغول
۳۲ | یویچی ایسایاها، ترجمه محمد علیزاده وقاصلو
- تقویم‌های ایرانی و عربی به روایت آثناپای شیراکی
۴۵ | گریگور بروتیان، ترجمه محمد باقری
- ارزیابی نظریه «انقلاب کشاورزی دوره اسلامی»
۵۲ | مایکل دکر، ترجمه صادق حجتی
از میخانه تا مدرسه: سیمای خیام دانشمند
۶۸ | محمد باقری، ترجمه مانده حسین‌زاده
- مکتب مراغه و تأثیر آن بر علم پس از مغول در جهان اسلام
۷۴ | توفیق حیدرزاده، ترجمه مهدی نوروزی‌بخش
- مجموعه مسائل کتاب جبر خوارزمی
۸۹ | جفری ا. اوکس، ترجمه نرگس عصارزادگان
- از بطریق تا خنین
۱۰۷ | الکساندر تریگر، ترجمه شهلا باقری
- هایزیش زوتر: تاریخ‌نگار ریاضیات دوره اسلامی
۱۲۲ | انوشه هادزاد
- ابوریحان بیرونی و استاد و همکارش ابونصر منصور عراق
۱۳۳ | سونیا برنتیس، ترجمه مانده حسین‌زاده و زینب کریمیان

یادداشت‌های تاریخی

- ۱۴۶ | پیش‌بینی نخستین رؤیت پذیری هلال ماه
ونسسلو سگورا، ترجمه زینب کریمیان
- ۱۵۰ | بیرونی، دوازده خواری و دوازده ماه تقویم بولیانی
فرانسوا دو بلوا، ترجمه نسترن حکمی
- ۱۵۵ | گزارش اندازه‌گیری ارتفاع قلعه دماوند در عهد قاجار
کورس ضیائی
- ۱۶۱ | مفاهیم بیت، شعاع و تسبیر در احکام نجوم دوره اسلامی
ژوسپ کسولراس و یان پ. هوخندایک، ترجمه محمد باقری

یادنامه‌ها

- ۱۶۶ | یاد از جواد همدانی‌زاده
محمد باقری
- ۱۷۱ | درگذشت گریگور بروتیان تاریخ‌نگار ارمنی نجوم و تقویم
اولگا ورتازاریان، کریستینه کوستیکیان، ایوت تاجاریان

معرفی کتاب

- ۱۷۵ | منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک
امیرمحمد گمینی

رسائل

- ۱۷۸ | ترجمه و شرح رساله الوفیق التام عزالدین زنجانی
ناصر حائری



مکتب مراغه و تأثیر آن بر علم پس از مغول در جهان اسلام^۱

توفیق حیدرزاده^۲

ترجمه مهدی نوروزی بخش^۳

نصیرالدین طوسی (۵۹۷-۶۷۲ق) از شخصیت‌هایی در تاریخ علم و فلسفه در اسلام است که زندگی و آثار او زیاد مطالعه شده است. زندگی‌نامه، کتاب‌شناسی، و تأثیرات او در منابع مختلف موجود است که در مورد علم و نیز فلسفه و کلام (الهیات اسلامی) پس از فتح مغول موضوع مطالعات پرشماری بوده است. اما برای بحث در مورد تأثیر او در احیا و تداوم فعالیت‌های علمی-به‌ویژه ریاضیات و نجوم- در عصر پس از مغول در ایران و کشورهای همسایه، لازم است نکات مهم زندگی وی را مرور کنیم و سپس به دستاوردهای او در مراحل مختلف آن بپردازیم.

زندگی طوسی را می‌توان به سه دوره متمایز تقسیم کرد که بر اساس رویدادهای سیاسی و اجتماعی ایران در قرن هفتم هجری شکل گرفت. دوره اول که حدود سی سال از زندگی طوسی را دربرمی‌گیرد، شامل تحصیلات اولیه و سفرهای اوست. طوسی در سال ۵۹۷ق در طوس (نزدیک مشهد) در شمال شرق ایران به دنیا آمد و تحصیلات اولیه خود را نزد پدر و علمای محلی آموخت. پس از حدود پانزده سال برای تحصیل در رشته فلسفه و پزشکی به نیشابور رفت. قبل از حمله چنگیز به نیشابور در سال ۶۱۸ق، به ری، بغداد و موصل سفر کرد و حدود ده سال در آنجا تحصیلات تکمیلی در فلسفه، کلام و نجوم را به انجام رساند. سه دهه اول زندگی طوسی مصادف با یکی از پرتلاطم‌ترین دوره‌های تاریخ سرزمین‌های اسلامی به‌ویژه خراسان بود. ناآرامی‌های سیاسی پس از سقوط سلجوقیان (۵۹۰ق)، ظهور سلسله خوارزمشاهیان (که با جنگ‌های محلی همراه بود)، حمله مغول در ۶۱۵ق، و بعدها، بی‌نظمی ناشی از ناتوانی مغولان در اداره شهرهای

۱. این مقاله ترجمه‌ای است از:

Heidarzadeh, Tofiq, "The Marāgheh School and Its Impact on Post-Mongol Science in the Islamic World", *Iran after the Mongols: The Idea of Iran*, London: I.B. TAURIS, 2019, pp. 143-158.

۲. دانشگاه کالیفرنیا، ریورساید، tofigh.heidarzadeh@ucr.edu

۳. پژوهشگر آزاد، payamashu@gmail.com

فتح شده، همگی تاریخ ایران را در سال‌های پایانی قرن ششم و آغاز قرن هفتم هجری نشان می‌دهد. اگرچه از نوشته‌ها یا فعالیت‌های علمی دیگر مانند رصد‌های نجومی که طوسی در این دوره انجام داده باشد بی‌اطلاعیم، اما او به اندازه‌ای شهرت داشت که در بازگشت به خراسان در سال ۶۲۴ق یا اندکی پس از آن از حمایت ناصرالدین عبدالرحمان بن ابی منصور، رهبر (محتشم) اسماعیلیان قهستان برخوردار شد.

دوره دوم زندگی طوسی از این زمان با پیوستن به اسماعیلیان آغاز می‌شود. طوسی حدود سیزده سال را با ناصرالدین محتشم (که خود فردی عالم محسوب می‌شد) گذراند. سپس در سال ۶۴۴ق به قلعه مرکزی اسماعیلیان در الموت، واقع در شمال ایران نقل مکان کرد. طوسی در این دوره حدوداً سی ساله اکثر آثار خود در علوم ریاضی، فلسفه و اخلاق را نگاشت. سرانجام در دوره سوم، طوسی پنجاه و هفت ساله پس از سقوط الموت در سال ۶۵۶ق به هلاکوخان پیوست و تا پایان عمر در سال ۶۷۲ق سمت خود را به عنوان مشاور اعظم شاهان مغول حفظ کرد. او این بار موفق به تأسیس رصدخانه مراغه شد، زیچ ایلخانی را تکمیل کرد و اثر بزرگ خود در نجوم یعنی التذکره فی علم الهیئته را به عربی نوشت.

تأثیر طوسی بر علم را می‌توان به سه حوزه تقسیم کرد: اول، آموزش و ترویج علوم ریاضی؛ دوم، نجوم رصدی؛ و سوم، بررسی نظری کیهان‌شناسی زمین مرکزی یا نقش حیاتی او در حل مسائل هیئت.

طوسی و آموزش علوم ریاضی

نوشته‌های طوسی در مورد ریاضیات و نجوم ترکیبی از متون اصلی و تفاسیر آنها، و نیز شامل نوشته‌های توضیحی در مورد متون موجود، از اصول اقلیدس تا مجسطی بطلمیوس، و بیشتر کتاب‌های میانی یا «متوسطات» است که به طور سنتی بین اصول و مجسطی مطالعه می‌شد. طوسی با تدوین مجموعه‌ای از متون عربی و فارسی کاربرپسند در ریاضیات، هم مطالعه آن‌ها را حتی در مدارس رواج داد، و هم چارچوبی برای برنامه درسی مطالعات ریاضی در ایران پس از مغول فراهم کرد. آثار ریاضی طوسی تا قرن هشتم هجری به بخش‌های شرقی سرزمین‌های اسلامی راه یافت و بعدها از طریق تبادل علمی بین مراکز فرهنگی ایرانی (به‌ویژه رصدخانه سمرقند) به مدارس عثمانی رسید. طوسی تأثیر عمیقی در ترویج و آموزش علوم ریاضی در امپراتوری نوپای عثمانی داشت.

معلوم نیست طوسی در دوران تحصیل چه متونی را مطالعه کرده است. با این حال، وی در برخی از آثار خود از ابهامات محتوای تعدادی از متون ریاضی ابراز نارضایتی کرده است.^۱ می‌توان

۱. مدرس رضوی، محمدتقی، احوال و آثار ... محمد بن محمد بن الحسن الطوسی، تهران، فرهنگ ایران، ۱۳۵۵، ص ۳۶۰-۳۶۵.

حدس زد که در طول اقامتش در دستگاه اسماعیلیان، به کتابخانه‌های آنها دسترسی داشته است. طوسی (احتمالاً پس از نقل مکان به الموت)، تصمیم گرفت با تصحیح اشتباهات ترجمه‌های اولیه، افزودن مطالب توضیحی و در برخی موارد با آوردن نظرات جدید خود، متون متعارفی در علوم ریاضی پدید آورد. اگرچه طوسی در مقدمه تحریر خود از اُگر منلائوس از برنامه‌اش برای تحریرهایی از کتاب‌های متوسطات صحبت می‌کند، اما نتیجه دقیقاً با سنت متوسطات مطابقت ندارد. چنان‌که معصومی همدانی نشان داده است^۱ طوسی در طرح تحریرهایش یکسان عمل نکرد: از یک سو، متونی مانند کتاب معرفة مساحة الاشكال البسيطة والكريه بنو موسى را که کتابی ضروری برای مطالعه پیش از مجسطی به حساب نمی‌آمد افزود و از سوی دیگر، متن مفیدی در جبر که نقش اساسی در آموزش ریاضی دانشمندان مسلمان پیدا کرده باشد، فراهم نکرد. با وجود این، مجموعه تحریرهای طوسی به گسترده‌ترین مجموعه متون آموزشی در مطالعه ریاضیات پس از مغول تبدیل شد. به عنوان مثال، می‌توان به تعداد نسخه‌های موجود از این کتاب‌ها و نیز شرح‌های متعدد بر آن‌ها و ترجمه آن‌ها به فارسی، ترکی و سانسکریت تا اواخر قرن دوازدهم هجری اشاره کرد. پس از ورود ماشین چاپ به کشورهای اسلامی و هند، نسخه‌های چاپی آن‌ها تا میانه قرن سیزدهم هجری نیز مشاهده می‌شود. محبوبیت عمومی تحریرهای طوسی از متون ریاضی نتیجه نظرات و مطالب بدیع طوسی در ریاضیات نبود، بلکه نتیجه سبک او در بازنویسی متونی بود که قرن‌ها قبل ترجمه شده بودند. طوسی آن متون را از متن اصلی یونانی ترجمه نکرد، بلکه آنها را با مقایسه ترجمه‌های مختلف، تصحیح اشتباهات، افزودن نکات توضیحی، از جمله روش‌های جدید محاسبه یا حل مسئله، و حذف بخش‌هایی که مستقیماً به موضوع مرتبط نبودند، بازنویسی کرد. به طور خلاصه، او نسخه‌های مختصر، تصحیح شده و به‌روز شده متون ریاضی را پدید آورد که برای کاربرد آموزشی و عملی مناسب بودند.

امروزه سهم طوسی در ریاضیات را می‌توان در دو زمینه یافت: مثلثات و هندسه ناقلیدسی. اگرچه تا زمان طوسی، منجمان اسلامی مثلثات را پروراندند و به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار داده بودند، اما این طوسی بود که متنی منظم در مثلثات مسطحه و کروی فراهم کرد و آن را به عنوان موضوعی مستقل برای مطالعه عرضه کرد. علاوه بر این، روش ابتکاری طوسی برای اثبات قضیه پنجم اقلیدس - اصل موضوع توازی - در سال ۱۵۹۴ م به لاتینی ترجمه و در اوایل قرن هجدهم میلادی، نقطه شروع هندسه ناقلیدسی جوانی ساگری^۲ شد.

۱. معصومی همدانی، حسین، «استاد بشر»، دانشمند طوس، به کوشش نصرالله پورجوادی و ژیا وسل، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۵، ص ۲۴-۲۶.

2. Giovanni Saccheri

طوسی و رصد‌های نجومی

هیچ گزارشی وجود ندارد که نشان دهد طوسی پیش یا پس از پیوستن به اسماعیلیان، رصدی نجومی یا مربوط به احکام نجومی انجام داده باشد. اگرچه طوسی طی سه دهه خدمت در دربار اسماعیلیان تعدادی متون نجومی و احکام نجومی نگاشته است، هیچ مدرکی دال بر تلاش وی برای ایجاد رصدخانه در آنجا یا مشارکتش در طرحی رصدی در دست نیست. مشخص نیست که آیا خود او به این موضوع بی‌علاقه بوده است یا حامیان اسماعیلی او. با این حال، خواجه رشیدالدین همدانی می‌نویسد که منگوخان (۶۰۵-۶۵۷ق) از تخصص طوسی آگاه بود و قبل از لشکرکشی هلاکو به ایران از برادرش خواست که طوسی را به قرقروم بفرستد تا رصدخانه‌ای بسازد.^۱ اگر گفته رشیدالدین درست باشد حقیقت بسیار مهمی را در مورد مبادلات فکری و فرهنگی بین (حدافل) خراسان و سرزمین‌های همجوار آن آشکار می‌کند. علیرغم محدودیت‌های احتمالی که اسماعیلیان - به‌ویژه برای ساکنان قلعه در ارتباط با دیگر افراد - وضع کرده بودند، ظاهراً دستاوردهای نجومی طوسی چنان قابل توجه بوده که اخبارش در خارج از اقامتگاه مستحکم او منتشر شده است. اما آن دستاوردها چه بود؟ کدام کتاب یا رساله طوسی - یا اخبار مربوط به سایر فعالیت‌های نجومی و احکام نجومی او - به دربار منگوخان رسیده بود؟

به احتمال زیاد رساله معینیه (ح ۶۳۲ق)، به فارسی، اولین نوشته نجومی طوسی طی همراهی‌اش با اسماعیلیان است. با این حال، نوشته‌های اصلی طوسی در علوم ریاضی - مانند تحریر مجسطی و دیگر تحریرهای او (همگی به زبان عربی) - پس از سال ۶۴۵ق، تقریباً پنج سال قبل از به تخت نشستن منگوخان، نوشته شده‌اند. دست‌کم نه مورد از تحریرهایش بین سال‌های ۶۵۱ق تا ۶۵۳ق که طوسی در قلعه الموت بود، به پایان رسید. آیا نسخه‌هایی از این کتاب‌ها در مدت نسبتاً کوتاهی به خارج از قلعه‌های اسماعیلیان می‌رسید؟ و اگر چنین بود، آیا آنها را به قرقروم بردند؟ آیا دانشمندی با تسلط به زبان عربی و متخصص در نجوم ریاضی، در پی بردن به اهمیت اثری چون تحریر مجسطی و نویسنده آن نقش داشته‌اند؟

اگرچه مغول‌ها پس از لشکرکشی چنگیز به غرب در اواخر دهه ۶۱۷ق با نجوم اسلامی (عمدتاً زیج‌ها و تقویم‌های اسلامی) آشنا شده بودند، اما توجه واقعی آنها به آنچه به آن «نجوم غربی» می‌گفتند بسیار دیرتر آغاز شد. در زمان گیوک خان - جد منگو خان - «عیسی کلمه‌چی»، منجمی از غرب آسیا، به خدمت دربار خان در آمد اما در سال ۶۵۹ق، در زمان سلطنت قوبلای خان - جانشین منگو - بود که اداره نجوم غربی تحت نظارت عیسی تأسیس شد. با این حال به

۱. فضل‌الله، رشیدالدین، جامع التواریخ، ج ۳، باکو، فرهنگستان علوم جمهوری شوروی سوسیالیستی آذربایجان، ۱۹۵۷، ص ۶۷.

نظر می‌رسد در دربار منگو خان هیچ منجمی که در ساخت رصدخانه متخصص باشد حضور نداشت. به گفته رشیدالدین، منگو خان خود فردی عالم بود و حتی توانسته بود تعدادی از قضایای اقلیدس را حل کند. او برای تأسیس رصدخانه‌ای در قره‌قروم (پایتخت امپراتوری مغول در اواسط قرن هفتم هجری)، نخست از جمال‌الدین محمد بن طاهر بن محمد زیدی بخاری (در منابع چینی «ژامالیدینگ») که به اندازه کافی در این امر مهارت نداشت، کمک خواست.^۱ چون «شهرت طوسی چون برق و باد همه جا را در نوردیده بود»^۲ منگو از برادرش هلاکو خواست تا طوسی را به قره‌قروم بفرستد.

طوسی در خارج از قلعه‌های اسماعیلیان مشهور شده بود. اما پیش از رفتن به الموت، تقریباً تمام تألیفات او (بجز معینیه و شرح مختصر آن با عنوان حل مشکلات معینیه) به جای علوم ریاضی، در اخلاق، منطق، کلام، فلسفه و غیره بود. پس دانشمندان چگونه از مهارت‌های ریاضی طوسی اطلاع داشتند؟ از طریق ارتباط شخصی طوسی بود؟ اگرچه مکاتبات کمی بین طوسی و سایر علما از دوران اسماعیلیان باقی مانده است اما در مجموع میزان تبادلات اجتماعی بین اسماعیلیان از استحکاماتی مانند الموت یا میمون دژ با خارج چندان شناخته شده نیست. آیا دعوات (مبلغین مذهبی) اسماعیلیان ستایش علمای اسماعیلی و دستاوردهای فکری آنان را جزو وظایف تبلیغی خود می‌دانستند؟ آیا طوسی در علوم ریاضی شاگردانی تربیت کرد که شهرت او را گسترش دادند؟ در حالی که از جزئیات این مبادلات اطلاعی در دست نیست، اسناد موجود نشان می‌دهد که به احتمال زیاد طوسی در سال‌های اقامت در الموت، امکان نامه‌نگاری با دانشمندان خارج از آنجا را داشته است.

طوسی علاوه بر شهرتش به عنوان فیلسوف، ریاضیدان و متکلم، به خاطر دانشش در احکام نجوم نیز شهرت داشت. علاوه بر تألیف چند کتاب در این زمینه، گزارش‌هایی از توصیه‌های طالع‌بینانه طوسی به فرمانروایان اسماعیلی و ایلخانی وجود دارد. او حتی برای برادر خورشاه در دژ لمبسر احتمالاً در همان زمانی که به الموت رسید، زایچه‌ای تدوین کرد (در ۱۲ رجب ۶۳۲). طوسی در روضه تسلیم، از طریق تفسیر باطنی بروج نجومی و ترتیب اجرام سماوی، بین اراده قادر متعال، نظم کائنات و امور انسانی، نه تنها در تکوین کالبد انسان، بلکه تاریخ و زمان ظهور شارعی یا بعثت پیامبری ارتباط برقرار می‌کند. این شهرت طوسی در علم احکام نجوم، در کنار شهرت او به عنوان فیلسوف و حکیم در خدمت امرای اسماعیلیه، او را به سرمایه‌ای ارزشمند برای هر حکومتی تبدیل می‌کرد. طوسی می‌توانست برای فرمانروایان مغول که به طالع‌بینی علاقه داشتند و در هر زمینه‌ای آن را به کار می‌بستند، منبع ارزشمندی برای توصیه‌های احکام نجومی باشد.^۳

۱. همان

۲. همان

۳. برای توضیحات بیشتر، بنگرید به مقاله «از الموت تا پکن» در همین شماره میراث علمی. م

باید از نبود گزارشی در مورد رصد‌های نجومی طوسی در طول اقامتش در کنار اسماعیلیان، بپذیریم که شهرت طوسی در نجوم به جای انجام فعالیت عملی نجومی [یا نجوم رصدی]، بیشتر به دلیل نوشته‌هایش در علوم ریاضی (و احتمالاً دانش نجومی او) بوده است. تأکید من بر این موضوع از آن روست که اخیراً در برخی از نشریات و منابع اینترنتی طوسی به عنوان یک رصدگر چیره‌دست معرفی شده است. اگر طوسی واقعاً منجمی صرفاً رصدی بود (مانند بتانی یا تیکو براهه)، در طول سال‌های همراهی با اسماعیلیان فرصت‌های زیادی برای ثبت رصد‌های خود از رویدادهای نجومی و احکام نجومی، یا اندازه‌گیری تعدادی از مشخصه‌های نجومی لازم در پالایش رصد‌ها و الگوهای قبلی داشت. از سال ۶۲۷ تا ۶۵۶ق، دست‌کم چهار دنباله‌دار درخشان توسط رصدگران چینی، اروپایی و ژاپنی گزارش شد؛^۱ بیش از دوازده ماه‌گرفتگی جزئی یا کامل، و همچنین یکی دو خورشیدگرفتگی، در ایران قابل مشاهده بوده است. تعداد زیادی از رویدادهای دیگر، مانند کشیدگی‌ها، مقارنه‌ها و حرکات رجعی که می‌توانستند موضوع رصد‌های نجومی باشند وجود داشت و علیرغم این که در میان منجمان اسلامی رسم نبود که چنین پدیده‌های نجومی و احکامی را در کتاب‌های متعارف خود بیاورند، اما گزارش‌های زیادی در مورد رویدادهای مشابه از سوی منجمانی که کار رصدی انجام می‌دادند وجود دارد. به نظر می‌رسد که یا طوسی در زمره آن رصدگران نبوده، یا باید بپذیریم گزارشی‌هایی که به منگو رسیده و او را در مورد مهارت‌های رصدی طوسی متقاعد کرده، به دست ما نرسیده است.

چنان که دیدیم طوسی به طالع‌بینی نیز اشتغال داشت اما تفاوت زیادی بین ماهیت رصد‌های طالع‌بینانه و رصد‌هایی که باید قبل و بعد از تأسیس رصدخانه انجام شود، وجود دارد. شاید طوسی از زمان حضور در دربار اسماعیلیان تمایل به تأسیس رصدخانه داشت، اما ظاهراً هرگز فرصت تحقق آن را پیدا نکرد. عظاملک جوینی، مورخ ایرانی هم‌عصر مغولان، می‌نویسد که طوسی در الموت ابزارهایی مانند اسطرلاب و ذات‌الحلق را از نابودی نجات داد.^۲ با این حال، بجز ذات‌الحلق که ممکن است بسته به اندازه‌ای که دارد در رصد‌های نجومی به کار آید، اسطرلاب‌ها چندان دقیق نیستند که به عنوان ابزار رصدخانه‌ای به کار روند.

ابن شاکر در فوات الوفيات می‌گوید این طوسی بود که هلاکوخان را متقاعد کرد که رصدخانه بسازد. به گفته ابن شاکر، هلاکوخان از طوسی در مورد مزایای رصدخانه سؤال کرد و طوسی پاسخ داد که با اطلاعاتی که از رصدخانه به دست می‌آید می‌توان رویدادهای آینده را پیش‌بینی کرد. طوسی

۱. چون دنباله‌دارها پدیده‌هایی مربوط به هواشناسی به شمار می‌آیند، احکامیان بیشتر از منجمان به آنها توجه داشتند.
 ۲. جوینی، علاء‌الدین عظاملک، تاریخ جهانگشای جوینی، به کوشش محمد قزوینی، تهران، انتشارات هرمس، چاپ اول، ۱۳۸۶، ص ۸۴۵.

دستور داد تشت حمامی را از بلندی انداختند و صدای هولناک آن باعث ترس شدید در سپاهیان هلاکو شد. اما چون هلاکو از آن خبر داشت، نترسید.^۱ در تاریخ و صاف هم آمده است که پس از سقوط بغداد، طوسی پیشنهاد ساخت رصدخانه‌ای را به هلاکو داد.^۲ با این حال، بعید است که هلاکو - که برآمده از فرهنگی بود که احکام نجومی در آن نهادینه بود - با طالع‌بینی ناآشنا بوده باشد. حداقل می‌توانیم فرض کنیم که او اهمیت رصدخانه و طالع‌بینی را از دستور برادرش برای فرستادن طوسی به قره‌قروم می‌دانست. قبل از محاصره بغداد، هلاکو با حسام‌الدین منجم (که به دستور منگو با هلاکو همراه شده بود) در مورد عواقب حمله به بغداد مشورت کرد.^۳ پس از سقوط بغداد، هلاکو منجم خلیفه، سلیمان‌شاه را اعدام کرد، زیرا به عنوان پیشگویی که از نشانه‌های آسمانی آگاه بود، نتوانسته بود ارباب خود را متقاعد کند که تسلیم شود.^۴ در نتیجه، بسیار بعید به نظر می‌رسد که هلاکو چنین بودجه‌هنگفتی را صرف ساختن رصدخانه آن هم تنها به خاطر آزمایش تشت طوسی اختصاص داده باشد. رشیدالدین در جامع التواریخ و طوسی در هر دو نسخه از مقدمه زیچ ایلخانی تأسیس رصدخانه مراغه را مدیون هلاکو می‌دانند. رشیدالدین هلاکو را به عنوان فرمانروایی معرفی می‌کند که عاشق ساختن، علاقه‌مند به فلسفه و علوم اوائل (علوم عهد باستان، عمدتاً یونانی)، مشوق دانشمندان به بحث در مورد علوم باستانی و علاقه‌مند به کیمیاگری بود و مبلغ هنگفتی را به دست‌اندرکاران این علم اختصاص داد.^۵ او برای ساختن رصدخانه، به طوسی اجازه داد که ۱۰ درصد از درآمد حاصل از تمام موقوفات در قلمرو هلاکو را دریافت کند و به گفته شمس‌الدین عرضی (پسر مؤیدالدین) «تنها خدا می‌داند که طوسی چه مقدار پول از هلاکو برای ساختن رصدخانه دریافت کرده است».^۶

جا دارد در مورد تأسیس رصدخانه مراغه چند سؤال مطرح شود: فکر آن از هلاکو بود یا طوسی؟ اگر این پیشنهاد هلاکو بود، آیا طوسی عملاً آماده نظارت بر چنین طرح عظیمی بود؟ یا اینکه هردو نظرهای مشابهی در مورد نیاز به رصدهای نوین داشتند و در زمان مناسب به یکدیگر برخوردند؟ اگر پیشنهاد هرکدام از این دو، هلاکو یا طوسی بود، و یکی از آنها یک منجم رصدی ماهر بود که در ابزار دقیق و رصد نیز مهارت داشت، قاعدتاً جداول به دست آمده باید عمدتاً بر اساس رصدهای جدید استوار می‌بود. اگر طوسی منجم رصدی ماهری نبود، می‌توان موقعیتی را

۱. مدرس رضوی، احوال و آثار، ص ۴۰-۴۱.

۲. آیتی، عبدالمحمد، تحریر تاریخ و صاف، تهران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۸۳، ص ۲۹-۳۰.

۳. رشیدالدین، جامع التواریخ، ج ۳، ص ۵۰.

۴. همان، ص ۵۸.

۵. همان، ص ۹۰-۹۱.

۶. رضوی، احوال و آثار، ص ۴۹.

تصور کرد که در آن هلاکو به طوسی دستور ساخت رصدخانه را داد و طوسی مجبور شد با گروهی از متخصصان روی این طرح کار کند.

ساخت و بهره‌برداری از رصدخانه مراغه که در منابع اولیه و ثانویه به اختصار آمده است، از نظر طراحی، ابزار دقیق و نتایج نهایی نیاز به بررسی بیشتری دارد. رصدخانه مراغه از برخی جهات نهادی بی نظیر در کل تاریخ نجوم است. این رصدخانه اولین رصدخانه در مقیاس بزرگ در دوران پیشامدرن بود و نشان‌دهنده موج جدیدی از فعالیت‌های علمی در جهان اسلام در دوران پس از مغول است. این مکان محل تجمع شخصیت‌های برجسته در ابداع نظریه‌های پیچیده سیاره‌ای پیش‌کپرنیکی و نابطلمیوسی بود و الگویی برای رصدخانه‌های دیگری شد که تا قرن یازدهم هجری در ایران، ماوراءالنهر و آسیای صغیر ساخته شد.

رشیدالدین با گزارش وقایع پس از سقوط بغداد در ذی‌حجه ۶۵۵ق، می‌گوید که در همان سال، هلاکو به طوسی دستور داد که در هر مکانی که مناسب می‌داند، رصدخانه‌ای بنا کند.^۱ در اوایل رجب ۶۵۶ق به مراغه رسیدند و ساخت رصدخانه تقریباً ده ماه بعد، در ۴ جمادی‌الاول ۶۵۷ق - تقریباً پس از پایان زمستان سخت در منطقه آغاز شد.

فکر برپایی رصدخانه‌ای در این مقیاس بزرگ و مناسب برای اقامت درازمدت، همراه با ابزارهای زیاد، فضایی برای کارکنان، کتابخانه و کلاس درس، تازگی داشت. هیچ نمونه‌ای از رصدخانه‌های قبلی دوره اسلامی با رصدخانه مراغه از نظر بزرگی یا پیچیدگی قابل قیاس نیست. فاصله زمانی ده ماهه بین دستور هلاکو و شروع ساخت رصدخانه، مدت کوتاهی برای طراحی رصدخانه و ساخت ابزارهای آن به نظر می‌رسد. نمی‌دانیم که طوسی از قبل طراحی داشته یا پس از دریافت دستور هلاکو، رصدخانه را طراحی کرده است. طوسی در مقدمه زیج ایلخانی می‌گوید:

در آن وقت که [هلاکو] ولایت‌ها [ی] ملحدان بگرفت، من بنده کمترین نصیر را که از طوسم و به ولایت ملحدان افتاده بودم، از آنجا بیرون آورد و رصد ستارگان فرمود و حکیمانی را که رصد می‌دانستند چون مؤیدالدین عرضی که به دمشق بود، و فخرالدین مراغی که به موصل بود، و فخرالدین اخلاطی که به تفلیس بود، و نجم‌الدین و پسران که به قزوین بود، از آن ولایت‌ها بطلبید و زمین مراغه رصد را اختیار کردند و به آن بندگی مشغول شدند و آلت‌ها ساختند و بناها لایق رصد برآوردند و بفرمود تا کتاب‌ها از بغداد و موصل و شام و خراسان بیاوردند و در موضعی که رصد می‌کردند بنهادند تا آن کار نسق و ترتیب نیکویافت و آوازه این کار

۱. رشیدالدین، جامع التواریخ، ص ۴۹.

عظیم در جهان منتشر شد... پس در عهد بزرگوار ایشان، چنانکه اشارت آن پادشاه بود، رصد ستارگان تمام شد و بنابر این رصد نو این زیج ایلخانی من که کمترین بندگان نصیرم بساختم و به بندگی پادشاه و پادشاهزاده جهان اباقاخان رسانیدم، امیدوارم که موافق رضای او باشد تا به دولت او منجمان بعد از این، از این زیج تقویم‌ها و طالع‌ها بیرون آورند و نام ایشان تا هزاران سال در جهان باقی باشد.

نظام‌الدین نیشابوری در شرح زیج ایلخانی با عنوان کشف حقایق زیج ایلخانی که در سال‌های ۷۰۷-۷۰۸ ق، حدود سی و پنج سال پس از اتمام زیج ایلخانی تألیف شده است، می‌گوید:

کار رصد کاریست که جز به اشارت پادشاهان نتوان کرد، نه از بهر آنک در رصد و آلات آن خراجات بسیار احتیاج است. چه اگر سبب همین بودی کسانی که این معنی دانستندی با اصحاب اموال استعانت کردند، اما درین کار حضور استادان کامل ماهر که آلات رصد را از قوت به فعل توانند آورد احتیاج است و چون کار بزرگ است و مدت بسیار می‌باید تا تمام شود، بر حضور بعضی استادان اقتصار نتوان کرد، بلکه استادان آن عصر را واجب بود جمع کردن تا هر یک صنعت خود را ظاهر گردانند.^۱

در واقع، همه این منابع توسط هلاکو تأمین شد. چنان که دیدیم تعدادی از کارشناسان در مراغه گرد هم آمدند تا رصدخانه را بسازند. طراحی و ساخت ابزار تا سال ۶۶۰ ق به پایان رسید و در سال ۶۶۲ ق هلاکو در سفر خود به مراغه بر تکمیل رصدخانه در کمترین زمان اصرار داشت. یک سال بعد هلاکو درگذشت و سرانجام در سال ۶۷۰ ق زیج ایلخانی به آباقاخان جانشین هلاکو تقدیم شد. طوسی دو سال پس از تکمیل زیج ایلخانی درگذشت.

اما ظاهراً مسیر رصدها و محاسبات زیج در طول دوازده سال نظارت طوسی بر این طرح، چندان هموار نبوده است. در تعدادی از آثار نجومی که در مدت نسبتاً کوتاهی پس از زیج ایلخانی پدیدار شدند، نخستین نقدها به این زیج را می‌یابیم. نظام‌الدین نیشابوری در مقدمه کشف حقایق زیج ایلخانی خود به طور ضمنی می‌گوید که چون طوسی ویرایش نهایی زیج را خودش انجام نداده بود، ممکن است اشتباهات احتمالی در نسخه منتشر شده، اصلاح نشده باشد.^۲ شمس‌الدین محمد بن علی خواجه و ابکنوی در زیج خود با عنوان المحقق السلطانی علی اصول الرصد

۱. نیشابوری، نظام‌الدین، کشف حقایق زیج ایلخانی، تهران، کتابخانه مجلس شورای اسلامی، نسخه خطی شماره ۷۸۱۶۰، برگ ۷.
 ۲. نیشابوری، نظام‌الدین، کشف حقایق زیج ایلخانی، تهران، کتابخانه مجلس شورای اسلامی، نسخه خطی شماره ۱۴۲۶، برگ ۴ پ.

الایلخانی می‌گوید که زیج ایلخانی فقط بر اساس رصد‌های انجام شده در رصدخانه مراغه نیست، بلکه رصد‌هایی که در زیج مغربی نیز آورده شده بود و بر اساس رصد‌های جدید و دقیق‌تر در رصدخانه صورت گرفته بود نیز در تدوین آن نقش داشتند.^۱ در نهایت زیج جامع بوسعیدی (حدود ۸۴۱ق) رکن‌الدین آملی هم تقریباً همان نقد و ابکنوی را تکرار می‌کند.

با وجود دخالت برخی از علمای نامی و نظارت طوسی، دقت زیج ایلخانی مطلوب نبود. مشخصه‌های اساسی مورد نیاز برای محاسبه زیج جدید تماماً از رصد‌های جدید در مراغه به دست نیامد. آن مشخصه‌ها از زیج‌های قبلی اقتباس و با رصد‌های انجام شده در مراغه مقایسه شد. اگرچه شواهد تاریخی کافی نداریم، می‌توانیم حدس بزنیم که نتیجه غیر متعارف کار رصدخانه ممکن است معلول چند عامل باشد. اول، عجله هلاکو برای تکمیل زیج ممکن است بر کل فرایند ساخت ابزار، رصد و محاسبه تأثیر گذاشته باشد. دوم اینکه اندازه بزرگ ابزارهای رصدی ممکن است خطایی ایجاد کرده باشد که فقط به تدریج کشف و اصلاح می‌شد. اگرچه درجه‌بندی ریزتر و دقیق‌تر ربع‌ها و سایر ابزارهای بزرگ - مقیاس به طور نظری ممکن است، اما عظیم بودن سازه‌ها و اندازه بزرگ ابزارهای نشانه‌روی، عملاً منشأ خطای قابل توجهی می‌توانند باشند. در این مورد، تصحیح مستمر داده‌های به دست آمده یا طراحی مجدد ابزارها ضروری است. سوم، کمبود نیروی انسانی ماهر ممکن است کیفیت و کمیت رصد‌ها را محدود کرده باشد. شواهد موجود نشان می‌دهد که از چهار نفری که طوسی در مقدمه زیج ایلخانی از آنها به عنوان همکار خود نام می‌برد (مؤیدالدین عُرَضی، فخرالدین اخلاطی، فخرالدین مراغی و نجم‌الدین دبیران)، تنها عُرَضی پیشینه‌ای در نجوم عملی داشت. تنها منجم رصدی که قبل از پیوستن به طوسی زیجی را به پایان رسانده بود (و نام او در مقدمه زیج ایلخانی ذکر نشده است) محی‌الدین مغربی بود. می‌دانیم که عُرَضی و فخرالدین مراغی چهار سال قبل از اتمام زیج ایلخانی از دنیا رفتند و مغربی به طور مستقل روی زیج خود که در سال ۶۷۴ق به عنوان ادوار الانوار انتشار یافت کار می‌کرد. به عبارت دیگر در نیمه دوم دوره دوازده ساله‌ای که زیج ایلخانی تولید شد، طوسی عمدتاً با دو منجم کار می‌کرد که همگی آنها در نیمه دوم دهه شصتم زندگیشان به سر می‌بردند. طوسی در این مدت وظایف اداری دیگری نیز داشت و حداقل سه بار به عراق و یک بار به قهستان سفر کرد که سفر دوم بیش از یک سال طول کشید.^۲

وجود دو طرح رصدی در رصدخانه مراغه موضوع بسیار جالبی است که نیاز به تحقیق بیشتر

۱. وابکنوی، شمس‌الدین محمد بن علی، زیج المحقق السلطانی علی اصول الرصد الایلخانی، تهران، کتابخانه مجلس شورای اسلامی، نسخه خطی شماره ۶۳۵، برگ ۴-۵.
۲. رضوی، احوال و آثار، ص ۵۷-۵۸.

دارد. طوسی با گروهی از منجمان که نامشان در زیج ایلخانی آمده است، روی زیجی کار می‌کرد و مغربی - احتمالاً با تعدادی دیگر از همکاران که نامشان در زیج ایلخانی نیست - زیج دیگری را محاسبه می‌کرد که سرانجام به نتیجه دقیق‌تر از زیج قبلی انجامید. یک روایت ممکن برای توضیح این موضوع ممکن است این باشد که دو رویکرد متفاوت در تکمیل این طرح در جریان بوده است: رویکردی علمی و رویکردی اجرایی. علمای مراغه از یک طرف باید رصدها و محاسبات مربوطه را انجام می‌دادند، ابزارهای خود را تنظیم و تصحیح می‌کردند و مراحل را تکرار می‌کردند تا به بالاترین دقت برسند و از طرف دیگر مجبور بودند مجموعه‌ای معقول از جدول‌ها را برای هلاکو تهیه کنند و زیج ایلخانی را در مدت کوتاهی (۱۲ سال) به پایان رسانند. مسیر اول بعدها رصد ایلخانی یا رصدهای جدید مراغه نام گرفت، و نتیجه مسیر دوم زیج ایلخانی بود. با این حال، رویکرد اول توسط چندین منجم دیگر تا اوایل قرن هشتم هجری ادامه یافت.

بر اساس این روایت، می‌توان تصور کرد که هلاکو، مصمم به داشتن بهترین مشاوره‌های مبتنی بر احکام نجوم، از طوسی خواست تا رصدخانه‌ای تأسیس کند. طوسی به عنوان یک فیلسوف و منجم نظری، نه تنها سعی کرد خان را خشنود کند و به عنوان مشاور هیوشمند عمل کند، بلکه با برپایی این بنا که بزرگترین رصدخانه‌ای بود که تا آن زمان ساخته شده بود، فعالیت‌های عقلی را در دوران تاریک تهاجمات مغول احیا و بسیاری از متفکران دوران را به این مرکز جذب کرد.

نگاهی دقیق به مقدمه طوسی بر زیج ایلخانی (نگاه کنید به بالا) نیز ممکن است حقایقی را در مورد تأسیس رصدخانه و فرایند محاسبه زیج نشان دهد. او در این مقدمه به صراحت گفته است (تأکید از من است): هلاکو به طوسی دستور داد تا ستارگان را رصد کند. او (هلاکو) به دنبال دانشمندانی بود که رصد می‌دانستند. آنها مراغه را برگزیدند و خود را به این کار مشغول کردند و رصد ستارگان به پایان رسید. و بر اساس این رصدهای جدید، من [طوسی] این زیج ایلخانی را تدوین نمودم. طوسی بسته به نحوه تفسیر ضمیر «آنها» در متن اصلی فارسی، ممکن است در انتخاب مراغه و انجام رصدها شرکت کرده یا نکرده باشد. با این حال، او به وضوح از ضمیر من به عنوان تنها مسئول محاسبه زیج بر اساس آن رصدهای جدید استفاده می‌کند. سپس طوسی، به عنوان ناظر یا به عنوان عضوی از گروه رصدی، اما به عنوان منجم اصلی، مجبور شد از داده‌های جمع‌آوری شده برای تدوین زیج استفاده کند. اما چرا او ترجیح داد زیج جدید را بر اساس رصدهای قبلی تدوین کند؟ اگر به خاطر عجله هلاکو بود، چرا بعد از مرگ هلاکو همان روال را ادامه دادند؟

طی تقریباً ده سال پس از اتمام زیج ایلخانی، تمام منجمان اصلی سهمیم در ساخت و راه‌اندازی رصدخانه درگذشتند. با این حال، این رصدخانه حداقل تا زمان غازان خان، در سال‌های اولیه قرن

هشتم هجری، فعال بوده است. نسل دوم منجمان و ریاضیدانانی که در مراغه آموزش دیده یا مشغول به کار بودند، این کار را عمدتاً برای انجام رصد‌های جدید، اصلاح مشکلات زیج ایلخانی یا تدوین زیج جدید ادامه دادند. در سال ۶۹۴ق غازان خان تبریز را پایتخت خود کرد. غازان که مردی دانشمند و طراح ابزارهای نجومی بود و از رصدخانه مراغه بازدید و در آنجا با ابزارها کار کرده بود، رصدخانه جدیدی در تبریز تأسیس کرد. منجم ارشد او، شمس‌الدین وابکنوی، که منجم اولجایتو و ابوسعید نیز بود، بر اساس رصد‌های جدید انجام شده در مراغه و تبریز، زیج جدیدی تألیف کرد. این سومین زیجی بود که علاوه بر زیج ایلخانی و ادوار الانوار مغربی در رصدخانه مراغه نوشته شد. اولجایتو، با تبدیل سلطانیه به پایتخت ایلخانیان در سال ۷۰۳ق، رصدخانه جدیدی در آنجا تأسیس کرد. اگرچه بقایای رصدخانه‌های تبریز و سلطانیه هنوز کشف نشده است، اما گزارش‌های صریحی از تأسیس آن‌ها وجود دارد.

رصدخانه مراغه نه تنها پس از مدت‌ها انفعال در نجوم رصدی در جهان اسلام تحقیقات فشرده نجومی را آغاز کرد، بلکه رصدخانه را به عنوان یک نهاد بازتعریف کرد. این نشان‌دهنده تکامل از ساختار «یک فرد، یک ابزار» به نهادی است که کارکنان زیادی را که همگی برای انجام رصد‌های درازمدت به امکانات نیاز داشتند در خود جای داده است.

اطلاعات کمی در مورد فعالیت‌های رصدی در دوره پس از مرگ ابوسعید در سال ۷۳۵ق و ظهور تیموریان در اواخر قرن هشتم هجری وجود دارد. در سال ۸۲۷ق، الغ بیگ، نوه تیمور، که ریاضیدان و منجم بود، رصدخانه‌ای در سمرقند تأسیس کرد. الغ بیگ در جوانی از بقایای رصدخانه مراغه بازدید کرده بود و رصدخانه او ادامه‌دهنده مسیری بود که رصدخانه مراغه هموار کرده بود. هدف اصلی این رصدخانه جدید، تولید زیجی دقیق‌تر از زیج ایلخانی بود. این زیج به نام زیج سلطانی یا زیج الغ بیگ در سال‌های ۸۴۱-۸۴۲ق تألیف و به یکی از رایج‌ترین زیج‌ها تبدیل شد که حدود صد بار رونویسی و به عربی و ترکی ترجمه شد. بخش‌هایی از آن به لاتینی ترجمه و در میانه قرن هفدهم میلادی (۱۱هـ) در آکسفورد و لندن منتشر شد. دو جنبه بسیار مهم زیج سلطانی، مقادیر به‌روز شده آن برای مشخصه‌های نجومی و روش‌های محاسباتی جدید است. در حالی که در زیج ایلخانی بیشتر مشخصه‌های نجومی، جدول‌های جغرافیایی و جدول‌های مثلثاتی از زیج‌های قبلی گرفته شده است، منجمان سمرقند کوشیدند نخست جدول‌ها را محاسبه کنند و مقادیر جدیدی برای مشخصه‌های اساسی به دست آورند.

رصدخانه سمرقند نیز به نوبه خود به الگویی برای رصدخانه‌ای شد که تقی‌الدین در سال ۹۸۳ق در استانبول برپا کرد. پس از سقوط دودمان الغ بیگ در دهه ۸۵۴م، تعدادی از علمای حلقه او به امپراتوری نوپای عثمانی مهاجرت کردند و تأثیر عمیقی در توسعه علم در آنجا داشتند.

تقی‌الدین، منجم دربار سلطان مراد سوم (۹۸۲-۱۰۰۳ق)، رصدخانه‌ای در استانبول تأسیس کرد و رویایی را که شاهان عثمانی از زمان فتح قسطنطنیه در سال ۸۵۷ق در سر داشتند، برآورده کرد. سرانجام، در امپراتوری مغول (که توسط نوادگان تیمور در میانه قرن دهم هجری در شمال هند تأسیس شد)، سیاستمدار-اخترشناس، جی سینگ، حاکم جیپور بین سال‌های ۱۷۲۴ و ۱۷۳۴م، پنج رصدخانه در مقیاس بزرگ در جیپور، دهلی نو، بنارس، اوجین و ماتورا ساخت. اگرچه این رصدخانه‌ها پس از اختراع تلسکوپ ساخته شدند، اما جی سینگ سنت اسلامی-ایرانی در ساخت رصدخانه را با الهام از رصدخانه سمرقند ادامه داد. آنچه طرح‌های جی سینگ را بسیار مهم می‌سازد، ادغام یک سنت قدیمی- که از رصدخانه مراغه در میانه قرن هفتم هجری شروع شد و در رصدخانه سمرقند در میانه قرن نهم به اوج رسید- با گرایش‌های بومی و نوآوری‌های شخصی است. رصدخانه‌های «جنتر منتر» که شبکه بزرگی از مکان‌های رصدی را تشکیل می‌دهند، نقشی حمایتی در تدوین زیچ محمد شاهی (تمام شده در حدود ۱۱۴۲ق)، یکی از آخرین زیچ‌های نجوم سنتی داشتند.

نقش مکتب مراغه در مواجهه نظری با کیهان‌شناسی زمین‌مرکزی یا مسئله هیئت

زیچ تنها نتیجه رصدخانه مراغه نبود. فضای علمی رصدخانه نقطه عطفی در سنت اصلاح سامانه سیاره‌ای بطلمیوس است. سه محقق برجسته رصدخانه مراغه- طوسی، عرضی و قطب‌الدین شیرازی- نقشی محوری در ایجاد الگوهای پیش‌گیر نیکی و نابطلمیوسی از حرکات سماوی داشتند. منجمان مسلمان از همان سال‌های نخست آشنایی خود با الگوی زمین‌مرکزی بطلمیوس، دغدغه ویژه‌ای برای ایجاد تصویر فیزیکی واضح از عالم داشتند. بر اساس توصیف ارسطو از پیکربندی افلاک، پذیرفته شده بود که زمین در مرکز عالم قرار دارد، و همه اجرام آسمانی به طور یکنواخت حول زمین در حرکتند. در واقع، منطقه سماوی شامل کره‌های به هم پیوسته و کاملاً متحد‌المرکز بود، و هر کره (به نام فلک) جرم یک سیاره را حمل می‌کرد، و کمان‌های مساوی را در فواصل زمانی مساوی می‌پیمود. اما داده‌های رصدی چنین حرکات یکنواختی را نشان نمی‌داد. از خورشید و ماه گرفته تا سیارات و ستارگان، همگی حرکات نایکنواخت کوتاه مدت یا درازمدت دارند. برای انطباق با این رصدها، الگوهای نامتمرکز حرکت سیاره‌ها ابداع شد. به گفته بطلمیوس، حرکت یکنواخت مرکز فلک تدویر هر سیاره حول نقطه‌ای به نام معدل‌المسیر اتفاق می‌افتد که بر زمین منطبق نیست. با این نوآوری، اگرچه رصدها و الگوهای ریاضی حرکات سیارات با یکدیگر سازگار شدند اما ساختار فیزیکی جهان نامعین ماند. مسئله ساده بود: اگر زمین مرکز حرکات یکنواخت نبود، پس پیکربندی فیزیکی واقعی کرات آسمانی چگونه بود؟ بطلمیوس پس از تکمیل مجسطی، اثر دیگری

نوشت که اکنون به عنوان فرضیه‌های سیاره‌ای^۱ شناخته می‌شود و در آن پاسخی مقدماتی به این پرسش داده است. این اثر که در نجوم دوره اسلامی به جا ماند اما اصل آن گم شده است، مبنایی برای پیشرفت‌های پی در پی در تبیین فیزیکی افلاک توسط منجمان دوره اسلامی شد. تردید در نظرات بطلمیوس راجع به داده‌های رصدی و توصیف او از ساختار کیهان به سنتی در نجوم دوره اسلامی تبدیل شد. تلاش اصلی این سنت ایجاد یک پیکربندی (هیئت) از جهان بود که با اصول رصدی و فیزیکی همخوان باشد. مسئله اصلی در این تلاش این بود که چگونه می‌توان الگوهای ایجاد کرد که حرکت‌های همه افلاک به دور مراکز خودشان یکنواخت باشد به این صورت که حرکت مراکز تدویر به دور نقاط «خارج مرکز» باشد، ولی نسبت به نقطه‌ای دیگر، یعنی نقطه معدل المسیر، یکنواخت بگردند.

حل این مشکل ذهن بسیاری از منجمان از جمله ابن هیثم، ابوعبید جوزجانی - شاگرد ابن سینا - را به خود مشغول کرد.^۲ اما این نصیرالدین طوسی بود که راه حلی انقلابی برای حفظ حرکت یکنواخت افلاک به دور مراکزشان و در عین حال حفظ نقطه معدل المسیر عرضه کرد. طوسی آرایه‌ای را مطرح کرد که در آن حرکت مستدیر دو کره حرکتی خطی ایجاد می‌کند که یک نقطه (مثلاً مرکز فلک تدویر) را به نقطه مرکزی نزدیک‌تر یا دورتر می‌کند. این آرایه (به نام «جفت طوسی»)، که قادر به ایجاد حرکت نایکنواخت از حرکات یکنواخت متحدالمركز بود، مفهومی کلیدی در ایجاد الگوهای نابطلمیوسی بعدی شد. معاصران طوسی، مؤیدالدین عرّضی و قطب‌الدین شیرازی، نیز الگوهای نابطلمیوسی ابداع کردند. این سنت با الگوهای جدید ابن شاطر (۷۰۵-۷۷۷ق)، مؤقت (مسئول اوقات شرعی) مسجد اموی در دمشق، و علی قوشچی منجم (۸۰۵-۸۷۸ق) که در رصدخانه سمرقند کار می‌کرد، ادامه یافت.

می‌دانیم که کوپرنیک بارها از مفاهیم ابداع شده توسط طوسی و پیروان و همکارانش استفاده کرده است. کوپرنیک در کتاب تفسیر کوچک^۳، از روش‌های عرّضی و ابن شاطر در ایجاد الگوهای خود برای طول سیارات استفاده کرد. الگوی کوپرنیک برای حرکات ماه تقریباً مشابه الگویی است که ابن شاطر عرضه کرده است، همچنان که الگوی عطارد او نیز مشابه الگوی ابن شاطر است. او همچنین از الگوی جفت طوسی برای تبیین تغییرات میل دایرة البروج و ایجاد نوسان در صفحات مداری سیارات استفاده کرد. او در کتاب گردش افلاک سماوی، روش‌های دیگری از عرّضی و ابن شاطر را در الگوهای طول سماوی خود به کار گرفت، دوباره از الگوهای ماه و عطارد ابن شاطر

۱. Planetary Hypotheses؛ اسم رایج این اثر کتاب الاقتصاص فی احوال الكواكب است.

۲. اما هدف فلاسفه و منجمان غرب جهان اسلام چون ابن رشد، ابن باجه و بطروجی آن بود که همه افلاک به دور مرکز عالم، یعنی مرکز زمین، با سرعت یکنواخت بگردند. م

3. *Commentariolus*

استفاده کرد، و دوباره از جفت طوسی برای تبیین تغییرات میل دایرة البروج و ایجاد نوسان در صفحات مداری سیارات استفاده کرد. به احتمال زیاد، کوپرنیک، زمانی که در ایتالیا تحصیل می‌کرد، و دسترسی به متون اسلامی میسر بود، از الگوهای نابطلمیوسی مسلمانان، به‌ویژه الگوهایی که طوسی و پیروانش ابداع کرده بودند، آگاه شد.^۱

تا کنون راه‌های ممکن انتقال الگوهای نابطلمیوسی مکتب مراغه و اطلاعاتی پیرامون ابزارهای جدید بر مبنای روابط از طریق بیزانس بررسی شده‌است. گریگوری خیونیداس، منجم بیزانسی، در دوره غازان خان در تیریز می‌زیست. او چند کتاب را از عربی به یونانی برگرداند و احتمالاً با وابکنوی یا نظام‌الدین نیشابوری دیدار کرده بود. ارتباط ممکن دیگر می‌تواند موسی جالینوسی، دانشمند یهودی ساکن استانبول باشد که در حدود سال ۱۵۰۰م/۹۰۵ق به ایتالیا سفر کرده است. جالینوسی از الگوهای نابطلمیوسی اطلاع داشت و یکی از اعضای شبکه دانشمندان یهودی بود که با دانشمندان مسیحی در اروپا و به‌ویژه ایتالیا ارتباط داشتند. سومین راهی که اخیراً توسط نویسنده مقاله حاضر و پیتر بارکر (از دانشگاه اوکلاهاما) در دست بررسی است، ارتباط بین تیریز و ونیز در میانه قرن پانزدهم میلادی/ نهم هجری است. این همان دوره‌ای بود که قوشچی آخرین منجم رصدخانه سمرقند در دربار اوزون حسن حضور داشت و ارتباط گسترده‌ای بین دربار وی و ونیز برای ایجاد ائتلافی علیه عثمانیان ایجاد شده بود.

برای رسیدن به درک روشنی از فعالیت‌های نجومی در رصدخانه مراغه و تأثیر الگوهای پیش-کوپرنیکی و نابطلمیوسی دوره اسلامی بر مدل‌های خورشید-مرکزی کوپرنیکی باید منتظر مطالعات جدید بود. نشر انتقادی سه زیچ مرتبط با رصدخانه مراغه می‌تواند حقایق ارزشمندی را در مورد مشخصه‌های یافته شده برای سیارات، دقتشان در رصد و محاسبات و روش‌های رصدی آنها به دست دهد. همچنین تحقیق جامعی بر روی ارتباطات فرهنگی بین جهان اسلام و غرب لاتینی برای یافتن راه‌های انتقالی ممکن بین تولیدات علمی تمدن اسلامی و اروپا به‌ویژه در زمینه نجوم از قرون سیزدهم تا شانزدهم میلادی/ هفتم تا دهم هجری لازم است.

۱. البته الگوهای کوپرنیک، به غیر از الگوی ماه، همگی خورشیدمرکز بودند؛ در حالی که الگوهای مکتب مراغه همگی زمین‌مرکز بودند. م