

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
گروه تاریخ علم

## پایان نامه دکتري رشته تاريخ علم

**بررسی و تحلیل نوآوریهای رصدخانه مراغه**  
در نجوم محاسباتی (تدوین زیجه‌ها) و نجوم رصدی (ابزارها و آنالیز داده‌ها)

استاد راهنما:

دکتر غلامحسین رحیمی

استادان مشاور:

دکتر خولیو سامسو مویا

دکتر شهرام یوسفی فر

پژوهشگر:

سید محمد مظفری

۱۳۹۰

پژوهش حاضر پیرامون سنت نجومی مراغه در دهه های ۶۰ و ۷۰ سده هفتم هجری در قالب سه فصل (۲-۴) به سه شاخه از فعالیتهای اخترشناسی شامل الف- ابزارسازی نجومی، ب- اخترشناسی رصدی، و ج- اخترشناسی محاسباتی در مراغه می پردازد. از جنبه روش شناختی، پژوهش در رصدخانه مراغه باید در بستر الگوهای سیاره ای و روشهای محاسباتی نجوم بطلمیوسی و در سنت علمی مراغه به مثابه واحدی در یک قلمرو تمدنی و تاریخی خاص انجام پذیرد. در چارچوب لزوم مطالعه ابزارهای رصدی مورد استفاده، ساختار و کاربردهای آنها، و در صورت امکان دامنه دقت آنها، این پژوهش به بررسی ابزار نوین در رصدخانه مراغه، ساخته شده توسط مؤیدالدین العرزی، پرداخته است. این ابزارها مرکب از واحدهای دایره‌ای بوده‌اند که برای سنجش مختصات افقی به کار می آمده‌اند. بررسی ابزارها ناظر به بعد تاریخی، جنبه های فنی و بررسی انتقادی (علی رغم برجای نماندن نمونه های اصلی، در دست نبودن شعاع مبنای ابزارها، و فقدان کمیتهای رصدی به دست آمده با آنها) است که در آن رویکرد ملاحظه اشکالات ساختاری یا خطاهای ناشی از استفاده مکرر (aging) به کار گرفته و میزان خطاهای احتمالی آنها کمی سازی شده است.

سه زیج اصلی که در رصدخانه مراغه تدوین شده اند به ترتیب تاریخی عبارتند از: زیج *ایلخانی* از نصیرالدین طوسی و منجمان حلقه اصلی مراغه، *ادوار الأنوار* از محیی الدین المغربي، و زیج *محقق سلطانی* از شمس الدین محمد و ابکنوی بخاری. بررسی مختصر نتایج محصل از تحقیقات متقدم نشان می دهد که جنبه های مختلف مورد انتظار از یک نهاد علمی با وجه تسمیه «رصدخانه» در پژوهشهای پیشین نادیده گرفته شده یا اینکه رصدخانه مراغه بر خلاف نام آن از این شاخصه های اصلی برکنار بوده است. پژوهش حاضر با هدف نشان دادن وجود جنبه های رصدی در برنامه یا برنامه‌های علمی رصدخانه به بررسی تاریخی، تحلیلی و فنی متون برجای مانده پرداخته و بر ارتباط بین نجوم رصدی و نجوم محاسباتی با فرآیند حصول داده های خام اولیه، و به دست آوردن پارامترهای سیاره ای بنیادین، و سپس استفاده از آنها در تدوین جداول نجومی جدید تأکید کرده است. با این نگرش، تلخیص *المجسطی* محیی الدین المغربي و زیج *محقق سلطانی* و ابکنوی تنها آثاری از سنت نجومی مراغه هستند که می توان آنها را به حوزه رصدی پیوند داد. این پژوهش در قالب دو مطالعه موردی به هر کدام از این دو اثر پرداخته و به نتایجی رسیده است: (۱) اندازه گیری پارامترهای ساختاری زحل توسط محیی الدین با کاربست دو روش تحلیل عددی با توجه به مقادیر نوین و مطالعه انتقادی در بستر تاریخی بررسی شده و این نتیجه حاصل شده است که مقدار محیی الدین ۱/۵ بار دقیق تر از مقدار بطلمیوس است. (۲) متقدمترین رصد و ابکنوی در مراغه مورد تحلیل قرار گرفته است که دوره زمانی حداقل ۳۰ ساله را برای رصدهای وی نتیجه می دهد.

نظر به اهمیت مقاله سوم زیج *محقق سلطانی* در متن این زیج از نظر پوشش دهی همه جنبه‌های محاسبات سیاره‌ای، اشمال بر بررسیهای تطبیقی، و تفصیل مطالب آن بر بخش‌های مشابه در سایر زیجها، این مقاله برای بحث از حدود و ثغور نجوم محاسباتی در رصدخانه مراغه انتخاب شده است.

**واژگان کلیدی:** رصدخانه مراغه، ابزارسازی نجومی، نجوم رصدی، نجوم محاسباتی محیی الدین المغربي، شمس الدین محمد و ابکنوی، تلخیص *المجسطی*، زیج *محقق سلطانی*.

فصل ۱

معرفی دیدگاه، روش شناسی و مؤلفه های پژوهش حاضر در باب رصدخانه مراغه

- ۱-۱ رصدخانه مراغه پژوهش حاضر ۱
  - ۱-۱-۱ موضوع و قلمرو پژوهش ۱
  - ۲-۱-۱ اهمیت و ضرورت پژوهش ۲
  - ۳-۱-۱ سابقه پژوهش ۳
  - ۴-۱-۱ روش شناسی ۳
  - ۵-۱-۱ پرسش های پژوهش ۵
  - ۶-۱-۱ پیکربندی پژوهش ۵
  - ۷-۱-۱ جمع بندی فهرستوار از نوآوریهای پژوهش ۸
- ۲-۱ چشم انداز تاریخی رصدخانه مراغه ۸
  - ۱-۲-۱ مغولان و تأسیس رصدخانه در ایران ۱۰
  - ۲-۲-۱ رصدخانه مراغه: توصیف فیزیکی ۱۰
  - ۳-۲-۱ فعالیت های علمی رصدخانه مراغه: نگاه کلی ۱۱
  - ۴-۲-۱ رصدخانه مراغه: انگیزه ساخت ۱۵
  - ۵-۲-۱ رصدخانه مراغه: میراث علمی ۱۵

فصل ۲

بررسی و تحلیل ابزارهای رصدی رصدخانه مراغه

- ۱-۲ درآمد: زمینه تاریخی ابزارهای رصدخانه مراغه ۱۷
- ۲-۲ ابزارهای العرضی؛ نوآوریها، شرح و بررسی ۱۸
  - ۱. ذات الربیعین ۱۹
    - ۱-۱. اجزاء ۱۹
    - ۲-۱. کاربرد ۲۳
    - ۳-۱. بررسی انتقادی ۲۴
  - ۲. ذات الجیب والسّمّت ۳۰
    - ۱-۲. اجزاء ۳۰
    - ۲-۲. کاربرد ۳۲
    - ۳-۲. بررسی انتقادی ۳۳
  - ۳. ذات الجیب والسهم ۳۵
    - ۱-۳. اجزاء ۳۵

- ۳-۲. نتیجه‌گیری ۳۹
- ۳-۳. بررسی انتقادی ۳۶
- ۳-۳. کاربرد ۳۵
۴. آلت کامله ۳۶
- ۱-۴. اجزاء ۳۶
- ۲-۴. کاربرد ۳۸
- ۳-۴. بررسی انتقادی ۳۸
- ضمیمه فصل ۲ جدول یکاهای اندازه‌گیری طول استفاده شده در ساخت ابزارهای نجومی ۴۰

### فصل ۳

#### محبی‌الدین مغربی و شمس‌الدین محمد و ابکنوی بخارایی

- ۱-۳. دسته‌بندی مطالب و ارزیابی آنها در بستر تاریخی ۴۱
- ۱-۱-۳ ■ محبی‌الدین المغربی ۴۱
- ۱-۱-۱-۳ ○ نکات زندگینامه‌ای ۴۱
- ۲-۱-۱-۳ ● سابقه بررسی آثار ۴۲
- ۲-۱-۳ ■ شمس‌الدین محمد و ابکنوی ۴۳
- ۱-۲-۱-۳ ○ نکات زندگینامه‌ای ۴۳
- ۲-۲-۱-۳ ● سابقه بررسی آثار ۴۴
- ۲-۳ آنالیز پارامترها و داده‌های رصدی ۴۵
- ۱-۲-۳ ■ مطالعه موردی ۱: رصدهای سه‌گانه زحل توسط محبی‌الدین و تعیین پارامترهای حرکتی و ساختاری آن ۴۵
- ۲-۲-۳ ■ مطالعه موردی ۲: متقدم‌ترین رصد ابکنوی در مراغه ۶۸

### فصل ۴ ۷۲

#### زیج محقق سلطانی، مقالات سوم: توضیح انتقادی

- ۱-۴ محاسبات خورشیدی [III,2] ۷۲
- ۲-۴ محاسبات قمری [III,3] ۷۸
- ۳-۴ طول دایره البروجی سیارات [III,4] ۸۵
- ۱-۳-۴ سیارات زیرین ۸۸
- ۲-۳-۴ مقادیر جدید برای  $e$  و  $r$  سیارات در ادوار میانه اسلامی ۸۹
- ۴-۴ عرض سیارات [III,5] ۹۶
- ۱-۴-۴ عرض ماه ۹۶
- ۲-۴-۴ سیارات زیرین ۹۷
- ۳-۴-۴ سیارات زیرین ۱۰۳
- ۵-۴ حرکات بازگشتی سیارات [III,6] ۱۰۹

نطاقات سیارات [III,7] ۱۱۴	۶-۴
زمانسنجی و موقعیتهای خاص سیارات نسبت به یکدیگر [III,8] ۱۱۷	۷-۴
زمانسنجی [III,8,2] ۱۱۷	۱-۷-۴
ساعتشماری [III,8,3-4] ۱۲۲	۲-۷-۴
موقعیت دو جرم سماوی نسبت به یکدیگر [III,8,5-7] ۱۲۳	۳-۷-۴
تعریفات ۱۲۳	۱-۳-۷-۴
محاسبه $\lambda_{conj}$ و $t_{conj}$ ۱۲۴	۲-۳-۷-۴
تسویه بیوت [III,10] ۱۲۸	۸-۴
محاسبه پارامترهای خسوف [III,11] ۱۳۳	۹-۴
شرایط و حالات خسوف ۱۳۳	۱-۹-۴
زمانهای خسوف [III,11,4] ۱۳۳	۲-۹-۴
تعیین مقدار گرفت ماه [III,11,5] ۱۳۵	۳-۹-۴
خسوف در کرانه‌های روز [III,11,6] ۱۳۶	۳-۹-۴
[III,11,7] و [III,13,24] ۱۴۰	۵-۹-۴
انحراف ظلمت [III,11,8] ۱۴۱	۶-۹-۴
تصویر خسوف و کسوف [III,11,9] ۱۴۵	۷-۹-۴
محاسبه پارامترهای کسوف [III,12] [III,13] ۱۴۹	۱۰-۴
دقایق کسوف و امکان گرفت خورشید [III,13,2/17/18/22] ۱۴۹	۱-۱۰-۴
ارتفاع قطب فلک‌البروج [III,13,3] ۱۵۰	۲-۱۰-۴
ارتفاع خورشید [III,13,4] ۱۵۴	۳-۱۰-۴
ارتفاع ماه [III,13,5] ۱۵۴	۴-۱۰-۴
اختلاف منظر ماه و خورشید در دایره ارتفاع ۱۵۸	۵-۱۰-۴
روابط برای تعیین اختلاف منظر ماه در دایره ارتفاع [III,13,9] ۱۶۱	۶-۱۰-۴
زاویه بین دایره ارتفاع و دایره بروج و تصحیح وضعیت ماه و خورشید با اختلاف منظر ۱۶۳	۷-۱۰-۴
سرعت زاویه‌ای حقیقی و ظاهری ماه ۱۶۴	۸-۱۰-۴
محاسبه کسوف ۱۶۵	۹-۱۰-۴
مقدار گرفت در کسوف [III,13,19/20] ۱۶۵	۱۰-۱۰-۴
زمانهای کسوف [III,13,21] ۱۶۵	۱۱-۱۰-۴
کسوف بر کرانه‌های روز [III,13,23] ۱۶۵	۱۲-۱۰-۴
انحراف ظلمت [III,13,25] ۱۶۶	۱۳-۱۰-۴
تصویر کسوف [III,13,26] ۱۶۶	۱۴-۱۰-۴
قطر زاویه‌ای ظاهری سیارات و گرفت [III,15] ۱۶۷	۴-۱۱

#### جمع‌بندی و استنتاجات نهایی پژوهش ۱۶۸

پیوست ۱: مربوط به فصل ۴: متن مصحح مقاله سوم زیج محقق سلطانی ۱۷۰  
پیوست ۲: مربوط به فصل ۴: صفحاتی از نسخ مورد استفاده در تصحیح از زیج محقق سلطانی ۲۶۱  
فهرست منابع و مأخذ ۲۶۵

## فصل ۱

### معرفی دیدگاه، روش‌شناسی و مؤلفه‌های

### پژوهش حاضر در باب رصدخانه مراغه

#### ۱-۱. رصدخانه مراغه در پژوهش حاضر

در ابتدای پژوهش حاضر اجمالی از تاریخچه رصدخانه مراغه، چگونگی تأسیس و هدف از آن، حدود و ثغور فعالیت‌های آن و نقشی که در تداوم مسیر سنت علمی در ایران ایفا نمود در بستر تاریخی خود گفته خواهد شد (۱-۲). این موارد به عنوان مدخلی برای ورود به بحث اصلی، فهم چهارچوب موضوع و قلمرو پژوهش حاضر عمل می‌کند و نیز اهمیت و ضرورت آن را می‌نمایاند. در اینجا با پژوهشی تاریخی درباره جنبه‌های مختلف یک نهاد علمی (رصدخانه مراغه) که در برهه‌ای از زمان در مرزهای درونی فلات ایران به وجود آمد سروکار داریم. این پژوهش در عین حال که تاریخی است، از آنجا که در زمینه یکی از علوم دقیقه (اخترشناسی) صورت می‌پذیرد، به طور کامل مشمول ضرورت‌های ایجابی و سلبی یک پژوهش تاریخی محض نمی‌گردد (هرچند در بسیاری شاخص‌های عمومی بدان شبیه است) و از روش‌شناسی شناخته شده آن تبعیت نمی‌کند. این معنا در بخش زیرین روش‌تر می‌شود.

#### ۱-۱-۱. طرح موضوع و قلمرو پژوهش

پژوهش حاضر، همانگونه که از عنوان کلی آن پیداست، به بررسی و تحلیل نوآوری‌های رصدخانه مراغه می‌پردازد و طبیعتاً قلمرو مکانی و زمانی آن بخشی از ناحیه مرکزی و شمال غربی فلات ایران در اواخر قرن هفتم و اوایل سده هشتم هجری است. اما به دلیل تازگی تاریخ علم به عنوان یک رشته علمی (Scientific Discipline) در ایران و نیز شرایط ویژه آن (که مهم‌ترین آنها، روش‌شناسی خاص و، در حقیقت سیال تاریخ اخترشناسی است)، ذکر نکاتی چند در خصوص این پژوهش در ابتدای ورود به مباحث اصلی که فصول آتی شامل آنها می‌گردد ضروری به نظر می‌رسد.

کلیت عنوان پژوهش به دلیل بسط امکان بررسی جنبه‌های مختلف فعالیت‌های رصدخانه است. این امر در عین حال که دست محقق را در انتخاب موضوعات باز می‌گذارد و تنوعی خاص به کار وی می‌بخشد، بر سختی پژوهش می‌افزاید. دلیل این صعوبت آن است که بررسی در حیطه تاریخ اخترشناسی ادوار میانه غالباً به یکی از چهار حوزه زیر معطوف است:

الف- اخترشناسی رصدی (Observational Astronomy)

ب- اخترشناسی محاسباتی (ریاضی) (Mathematical Astronomy)



ج - اخترشناسی در حیطة شناخت ستارگان (ثوابت) که در اخترشناسی ادوار میانه اسلامی به دلیل ارتباط آن با نجوم عامیانه یا ستاره‌شناسی سنتی مأخوذ از سنت‌های اعراب بادیه نشین تحت عنوان کلی «نجوم عوام» (Folk Astronomy) خوانده می‌شود.

#### د - ابزارسازی نجومی (Astronomical Instrumentation)

هر کدام از این جنبه‌ها یا شاخه‌های تحقیق در اخترشناسی ادوار میانه اسلامی، سابقه پژوهشی (ادبیات تحقیق)، روش‌شناسی (پرسش‌ها، فرضیات، روش‌های جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها)، هدف و کاربردهای خاص خود را دارند که در بسیاری موارد با یکدیگر همپوشانی (و حتی تداخل) نمی‌کنند. بنابراین، وقتی پژوهشی تحت عنوان کلی بررسی نوآوریها در اخترشناسی در قلمرو مکانی و بازه زمانی (تاریخی) خاص مدنظر است، حوزه پژوهش می‌تواند (و به عبارت دیگر، باید) ناظر به یک، چند یا همه چهار شاخه فوق‌الذکر باشد. در این پژوهش نیز به جز مورد «ج» به همه موارد بالا پرداخته می‌شود.

چنانکه در بند ۱-۱-۵ به اختصار دیدیم، مجموعه فعالیت‌های انجام گرفته در رصدخانه مراغه حجم نسبتاً زیادی را در شاخه‌های نجوم رصدی، نجوم محاسباتی و ابزارسازی نجومی به خود اختصاص می‌دهد. به هر حال، رصدخانه با تعریف عام و اصطلاحی خود نمی‌تواند مدلول دیگری داشته باشد یا انجام فعالیت‌هایی دیگر در آن انتظار رود. هرچند، نقش مراغه به عنوان پایگاه علمی در گسترش و انتشار دانش نجوم تا حدود بسیاری بارز است. گروه‌های بسیاری از دانشوران و دانشجویان در مراغه به تعلیم می‌پرداختند یا در آنجا آموزش می‌دیدند. این فعالیت‌های تعلیمی می‌بایست تأثیر چشمگیری بر استمرار علوم ریاضی در ایران گذارده باشند. با این حال، از آنجا که این موارد به تاریخ اجتماعی علم یا به تاریخ نهادهای آموزشی مربوط می‌شوند، در این بررسی که اختصاصاً به حوزه تاریخ اخترشناسی مربوط است جای نمی‌گیرند.

### ۱-۲-۲. اهمیت و ضرورت پژوهش

سه حوزه نجوم رصدی و محاسباتی در مراغه تا حدود زیادی تحت تأثیر تلاش و فعالیت‌های دانشمندان مراغه (از جمله نصیرالدین طوسی، مؤیدالدین العرضی و قطب‌الدین شیرازی) برای الگوبردازیهای غیربطلمیوسی و صرفاً هندسی از حرکات سیاره‌ای قرار گرفته است که، درست یا غلط، تحت عنوان کلی «مکتب مراغه» خوانده می‌شوند. در نتیجه، اطلاعات پژوهشی چندان یا سابقه تحقیق درخوری از فعالیت‌های مراغه در حوزه نجوم رصدی و محاسباتی موجود نیست. در حالی که «سنت نجومی» در مراغه (یا در هر قلمرو جغرافیایی یا تاریخی دیگر) مربوط به بررسی، تحلیل و آنالیز دستاوردهای همین دو حوزه است. پژوهش در نجوم رصدی و محاسباتی در اخترشناسی ادوار میانه عمدتاً شامل بررسی و تحلیل جداول نجومی یا «زیجه‌ها» است. در حالی که تا کنون هیچ یک از سه زیج بزرگ نگارش یافته در رصدخانه مراغه نه تنها انتشار نیافته است، بلکه به صورت جداگانه نیز بررسی و تک‌نگاشتی درباره آنها منتشر نشده است. این فقدان اطلاعات به ویژه در نجوم رصدی نمایان‌تر است. وقتی از سنت نجومی یا تأسیس رصدخانه یا وجود زیج یا زیجهایی خاص در مکان و زمان خاص سخن می‌رود، چنین انتظار می‌رود که مجموعه‌ای درخور از برنامه‌های نظام‌دار رصد، داده‌های رصدی، پارامترهای نجومی و ... در دست باشد و مطالعاتی در جهت معرفی، تحلیل و مکان‌یابی آنها در سیر تاریخی دانش اخترشناسی (حتی در یک اقلیم فرهنگی و تمدنی خاص، مثلاً اسلام) صورت گرفته باشد. بنابراین، صرف‌نظر از علت وضعیت موجود پژوهش در سنت نجومی مراغه (مثلاً اینکه در سایه الگوهای هندسی مکتب مراغه قرار گرفته باشد)، به نظر نگارنده، ضروری به نظر می‌رسد که پیکان پژوهش به

بررسی جنبه‌های کیفی و کمی سنت نجومی مراغه، یعنی نجوم رصدی و محاسباتی در رصدخانه مراغه، موارد «الف» و «ب» بالا، معطوف گردد. همچنین، بدیهی است که نجوم رصدی ارتباط درونی و ذاتی با ابزارسازی نجومی دارد، بنابراین، پژوهش در حوزه ابزارسازی نجومی در مراغه، یعنی (۱) شناخت، (۲) تحلیل، (۳) خطایابی و (۴) تعیین محدودیت‌های ابزارهای به کار رفته در رصدخانه، فصل مقدم پژوهش را تشکیل می‌دهد که پس از آن باید به نجوم رصدی و سپس نجوم محاسباتی پرداخته شود. (بخشهای رساله، پیکربندی پژوهش، پس از توضیح پیرامون روش‌شناسی در بند ۱-۲-۴ خواهد آمد).

### ۱-۲-۳. پیشینه موضوع و سابقه پژوهش

همانگونه که گفتیم، بررسی هر یک از این جنبه‌ها سابقه پژوهشی و روش‌شناسی خاص خود را دارا است که ممکن نیست در یک جا گرد آوری شده و تحت یک عنوان کلی بدانها پرداخته شود. بنابراین، با توجه به ترتیب یاد شده بالا، ابتدا رساله به دو بخش کلی تقسیم می‌شود و سپس در آغاز هر بخش سابقه تحقیق و در خلال هر فصل روش‌شناسی پژوهش مربوط و مختص بدان آورده می‌شود (بنگرید به توضیحات ذیل).

### ۱-۲-۴. روش‌شناسی

پژوهش حاضر، آنگونه که ذاتی بررسی تاریخی در مورد یک علم خاص است، عمدتاً معطوف به متن است. گاه متون مختلف برای تحلیل و تبیین تاریخی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ مثلاً مقدمه زیجه‌های نجومی که معمولاً در بازه زمانی نسبتاً طولانی نگاشته می‌شدند، حاوی اطلاعات تاریخی مهمی درباره شرایط اجتماعی علم، نظرات گروه‌های اجتماعی یا دانشوران مختلف درباره سنت یا اثر علمی خاص در دوره زمانی مورد نظر است. این نکات، اگرچه روش‌نگرند، اما سهم اندکی در یک مطالعه تک‌نگاشتی در تاریخ اخترشناسی دارند. در بند ۱-۱ عمده ارجاعات در بررسی سیر تاریخی رصدخانه مراغه معطوف به تک‌نگاشت آیدین صایلی [Aydin Sayili 1960] بود. اثر وی به عنوان پژوهش جامع پیرامون تحول تاریخی و اجتماعی رصدخانه‌ها در تمدن اسلام در نظر گرفته می‌شود. همه مطالب آن برگرفته از منابع تاریخی است که متواتراً اطلاعات موجود در مقدمه آثار نجومی (عمدتاً زیجه‌ها) در میان آنها لحاظ شده است.

اما باید توجه داشت که متون نجومی (مثلاً زیجه‌ها که در این پژوهش بیشتر با آنها سروکار داریم) به معنای صرف و محض تاریخی نیستند، بلکه نوشته‌هایی علمی هستند که در ظرف مکانی و زمانی و قالب زبانی روزگار خویش به رشته تحریر درآمده‌اند. خود این متون برای تعیین درجه کیفی، سطح علمی، دقت، تنوع و گستره مطالب محتوی در آنها بررسی می‌شود. سپس، روشهای محاسباتی و داده‌های عددی و پارامترهای نجومی آنها مورد بازبینی قرار می‌گیرد.

بنابراین، وقتی از پژوهش در نجوم رصدی و محاسباتی سخن می‌گوییم، منظور بررسی علمی این آثار است؛ بخشی از این بررسی علمی مربوط به زمینه (context) اخترشناسی در ادوار میانه است که در چهارچوب الگوهای سیاره‌ای بطلمیوسی، روش‌های محاسباتی معهود و مرسوم در آن زمان (مثلاً روش تعیین عرض سیارات درونی، نک: ۳-۳-۴، یا روش محاسبه و تنظیم تعداد زیادی از جداول نجومی، مثلاً، برای تعدیلات سیاره‌ای) عمل می‌کند و طبیعتاً مشمول محدودیت‌های نظری و عملی و افتضات آن است. این جنبه از بررسی، مثلاً، نشان می‌دهد که جدول تعدیل سوم قمر در زیجه‌های A، B و C بر اساس کدام کمیّت بنیادین (در اینجا پیشینه تمایل یا عرض مدار ماه) محاسبه شده است، دقت مدلهای جدول چقدر است، و کدام یک از زیجه‌های

A, B و C دقت بیشتری داشته است (نک: صص. ۱۷۵-۱۷۶). یا اینکه چه مقادیری برای پارامترهای بنیادین و ساختاری مدار سیارات در هر یک از این زیجه‌ها لحاظ شده بوده است (نک: صص. ۱۸۰-۱۸۴). یا شامل بررسی تطبیقی از مقادیر بیشینه و کمینه عرض سیارات بیرونی در زیجه‌های مختلف و در سنن مختلف نجومی است (مثلاً جدول ۴-۵-۵، ص. ۱۹۳، که مقادیر عرض را از *مجسطی و جداول دستی بطلمیوس* تا *جداول طلیطی، زیج ایلخانی و زیج سلطانی / گورکانی* الغ بیگ نشان می‌دهد). بنابراین، این پژوهش‌ها در مهم‌ترین جنبه خود بستگی سنن مختلف نجومی را فراتر از توصیفات کیفی و نظری محض نشان می‌دهد.

بخش دیگر از این بررسی علمی معطوف به آنالیز داده‌ها و پارامترهاست که نه تنها زمینه علمی نجوم ادوار میانه را شامل می‌شود بلکه می‌تواند به نحوی مفید و مؤثر معطوف به مقادیر مدرن نیز باشد؛ برای نمونه یکی از مطول‌ترین مطالعات موردی پژوهش حاضر به تحلیل اندازه‌گیری خروج از مرکز سیاره زحل توسط محیی‌الدین المغربي می‌پردازد (۳-۲-۱؛ صص. ۴۶ به بعد). همانگونه که در ابتدای این مطالعه موردی آمده است، حجم عمده‌ای از آن (آنچنان که بایسته است) به بررسی تحلیلی و جزء به جزء مسیر محاسبات وی مطابق روش بطلمیوسی پرداخته شده است که محیی‌الدین، به عنوان یک منجم ادوار میانه، در بستر و زمینه آن محاط بوده و به کار می‌پرداخته است. بخشی از آن به بررسی تاریخی در همان بستر علمی می‌پردازد تا اولویت، شاخصه مهم و اهمیتی که این اندازه‌گیری ممکن است از آن برخوردار بوده باشد نشان دهد (نک. جدول ۳-۱ و توضیحات ذیل آن در صص. ۴۷-۴۸). اما در عین حال داده‌های خام اولیه رصدی وی و نیز نتایج عددی مستخرج از آنها که وی در آخرین مرحله محاسبه به دست می‌آورد با مقادیر نوین مقایسه و تطبیق داده شده است. تنها با این گونه بررسی، یعنی آنالیز داده‌ها با توجه به مقادیر مدرن، است که می‌توان سنن مختلف نجومی را با یکدیگر مقایسه نمود و نیز سنجش دقیقی از میزان موفقیت یا ضریب خطای فعالیت‌های یک منجم (و طبیعتاً سنت نجومی که وی جزئی از آن است) در بازه بزرگتری از تاریخ نجوم به دست داد. اینجاست که بررسی تاریخ علم از حوزه متن پژوهی صرف فراتر می‌رود. یک متن خاص و محتویات و تراویدهای آن باید در دل سنتی که بدان تعلق دارد مورد پژوهش قرار گیرد. این سنت می‌تواند سنت محدود و مقید به زمانی باشد که در یک موقعیت جغرافیایی خاص شکل گرفته است؛ مثلاً بررسی رصدها، داده‌ها، محاسبات و پارامترهای محیی‌الدین در سنت نجومی مراغه و تأثیر آن بر نجوم محاسباتی (زیجه‌های) همان سنت. این مطالعه می‌تواند فراتر رود و به کنکاش و بررسی تطبیقی در سنت بزرگتر بپردازد، مثلاً مقایسه فعالیت‌های رصدی و داده‌های محیی‌الدین با دیگر فعالیت‌ها یا داده‌هایی که در سنت نجومی ادوار میانه اسلامی انجام گرفته و در اختیار است. باز می‌توان چنین پژوهشی را گسترش داد و با تکیه بر آنالیز عددی مبتنی بر داده‌های نجومی صرف، موقعیت فعالیت محیی‌الدین را در کل سنت نجومی بطلمیوسی عیارسنجی نمود (مثلاً نک: صص. ۶۷-۶۹ که مقدار دقت خروج از مرکز زحل در اندازه‌گیری وی با دقت بطلمیوس مقایسه شده است). اینها سه سطح مختلف (مثلاً ۱، ۲، ۳) از پژوهش در تاریخ اخترشناسی است که از پایه متن پژوهی ساده (سطح صفر) با الزامات، روشها و بایدهای آن آغاز می‌شود و به داده‌سنجی عددی و محاسبات نجومی می‌رسد. منظور از روش‌شناسی سیال که در ابتدای بند ۱-۲-۱ بدان اشاره شد، همین است؛ در اینجا با یک روش‌شناسی سروکار نداریم، بلکه مجموعه‌ای از روش‌های مختلف (و شاید شدیداً متباین) در سطوح مختلف، ولی در پیکره‌ای واحد، یک مطالعه یا تک‌نگاشت را در تاریخ اخترشناسی رقم می‌زند.

بنابراین به اجمال روشها عبارت خواهند بود از:

- متن پژوهی، بررسی‌های بینامتنی (intertextual)

- پژوهش با توجه به زمینه‌ها (context) و سنت‌های (tradition) نجومی در سطوح مختلف:
- شناخت الگوهای سیاره‌ای، پارامترها، روش‌های محاسباتی و بستگی الگوها و مقادیر مختلف پارامترها و روشهای متفاوت با توجه به بسترها
- آنالیز عددی و بررسی تحلیلی
- مثالهایی که پیشتر ارایه گردید، به طور عینی منظور از هر یک از روش‌شناسیهای بالا را که در سطوح مختلف نمایان می‌شود، نشان می‌دهد.

### ۱-۲-۵. پرسش‌های پژوهش

- (۱) در بازه زمانی فعالیت رصدخانه مراغه چه پژوهشهایی در خصوص نجوم رصدی به معنای فعالیتهای مشاهداتی که منجر به استخراج داده‌های خام از رصد صورت گرفته بوده است؟ در صورت مثبت بودن پرسش یکم، حدود، دامنه و عیار علمی این رصدها چه بوده و به چه نتایجی منجر شده بوده است؟
- (۲) ابزارهای مورد استفاده در رصدها با توجه به متون اولیه تاریخی چه بوده و چه تفاوت کیفی با ابزارهای نجومی پیش از زمان تاسیس رصدخانه مراغه داشته است؟ دقت و بازه خطای ابزارها به لحاظ کمی چه مقدار بوده است؟
- (۳) دامنه و نحوه عملکرد منجمان رصدخانه مراغه در حوزه نجوم محاسباتی (تدوین زیجه‌ها) چگونه بوده است؟

### ۱-۲-۶. پیکربندی پژوهش

با این مختصر در زمینه روش‌شناسی و مطالبی که در ۱-۲-۱ و ۲-۲-۱ آمد، اکنون می‌توان نگاهی کلی به پیکربندی پژوهش حاضر داشت:

دو بخش اصلی عبارت است از:

الف- فصل ۲: ابزارسازی نجومی در رصدخانه مراغه؛ ابزارسازی نجومی در رصدخانه مراغه عمدتاً به صناعت مؤیدالدین العرضی و ساخت ۱۲ ابزار رصدی توسط وی مربوط است. سابقه تحقیق (اگر بتوان ترجمه‌های رساله وی به نام رساله فی کیفیة الإیرصاد به زبانهای دیگر، چه در قالب مقالات و چه به صورت کتاب را جزو آن به شمار آورد) در ابتدای بند ۲-۲ بررسی شده است. معرفی پیشینه ابزارسازی نجومی و در حقیقت مکان‌یابی ابزارهای رصدی وی در سنت نجومی دوران باستان و ادوار میانه در بند ۱-۲ انجام گرفته است. این بند را می‌توان ادبیات تحقیق یا مآخذ العرضی در نظر گرفت و از آنجا که ۴ ابزار، به اشاره و مدعای وی، جدید و حاصل ابداع (نوآوری) خود او بوده است، برای راستی‌آزمایی ادعای وی و پاسخ به این پرسش که «آیا ابزارهای العرضی حقیقتاً حاصل نوآوری وی و فاقد سابقه پیشینی بوده‌اند؟» به کار برد. بخش اصلی پژوهش (بند ۲-۲)، تحقیقی مبتنی بر متن رساله است که با تحلیل جمله به جمله رساله، ابتدا بخشهای مختلف هر ابزار و نحوه پیکربندی و سپس، کاربرد آن را مشخص می‌کند. بخشهای مربوط به پیکربندی و کاربرد از یکدیگر متمایز شده است. در بخش سوم بررسی مربوط به هر ابزار، تحلیل انتقادی آمده است که در ابتدا شامل نکات انتقادی و عمدتاً مربوط به نکات ناواضح و مبهم متن یا مطالبی است که العرضی ناگفته برجای گذارده است. مهم‌ترین قسمت از این بخش به خطایابی و تأثیر خطاهای بالقوه در مسیر ساخت ابزار بر داده‌های رصدی اختصاص یافته است. یک نقص تاریخی در سنت نجومی مراغه فقدان داده‌های رصدی است. به جز محیی‌الدین المغربی از هیچ‌یک از منجمان حلقه نصیرالدین طوسی داده رصدی در دست نیست. در مورد محیی‌الدین نیز

تمام داده‌های رصدی نسبتاً معتابه و پرشمار وی توسط ربع الأعلى (ربع دیواری و مدرج که بخش اصلی سازه ساختمان مرکزی رصدخانه را تشکیل می‌دهد) به دست آمده است. بنابراین، در هیچ‌جا داده‌ی رصدی در دست نیست که اختصاصاً با یکی از ابزارهای رصدی ساخته‌ی العرضی به دست آمده باشد. از آنجا که خود ابزارها نیز برجای نمانده است، در نتیجه، امکان بررسی تحلیلی و انتقادی دقیق نظیر آنچه که پیشتر در مورد بررسی اندازه‌گیریهایی محیی‌الدین (که البته به بستری دیگر، اخترشناسی رصدی) گفتیم و در این پژوهش آمده است، در مورد ابزارهای العرضی وجود ندارد (برای توضیحات مفصّلتر، بنگرید به ص. ۲۵). تنها با توجه به شکل ابزار، موادّ و نحوه‌ی اتصال قطعات و نیز مواردی از خطا که خود مؤلف صراحتاً بر احتمال راه یافتن آنها به ابزار تأکید کرده است، می‌توان چشم‌اندازی فرضی و تقریبی از خطاهای بالقوه را نشان داد که البته بحث عددی و کمی در خصوص آنها به صورت مفصّل صورت گرفته و نتایج آن در قالب پنج نمودار ارائه شده است.

ب- بخش دوم رساله مشتمل بر فصول ۳ و ۴ به نجوم رصدی و محاسباتی در رصدخانه مراغه می‌پردازد. با توجه به ابهاماتی که در اثر قلّت داده‌های رصدی پیرامون اخترشناسی ادوار میانه، به صورت عام، و اخترشناسی دوران اسلامی، به طور خاص، وجود دارد، نفس ادعای وجود نجوم رصدی باید با شواهد برجای مانده محک زده شود. خوشبختانه وجود اثری از محیی‌الدین المغربي، تلخیص‌المجسطی، که مشتمل بر داده‌ها و اندازه‌گیریهایی رصدی وی بین سالهای ۱۲۶۱ و ۱۲۷۴ میلادی است، این نقیصه را مرتفع می‌سازد. زیج محقق سلطانی از شمس‌الدین محمد و ابکنوی که از سال ۱۲۷۵م. تا حدود ۱۳۱۷م. به رشته تحریر درآمده و تکمیل شده است، نیز مشتمل بر چند داده‌ی رصدی (مهمترین آنها گزارش کسوف حلقوی ۱۲۸۳م.) است که پیشتر بدان اشاره شد (پانوش ۳ ص. ۷). و ابکنوی در زیج خود دنباله‌رو محیی‌الدین المغربي بوده است، هرچند دیدگاه انتقادی خود را نسبت به وی نیز ابراز داشته است (برای نمونه، بنگرید به اظهارات وی درباره‌ی تعیین میل زهره در زیج محیی‌الدین در مقاله سوم زیج، ص. ۹۱). مجموع این دو اثر شاکله‌ی نجوم رصدی در رصدخانه مراغه را می‌سازد. از آنجا که امکان بررسی کامل هر دو اثر در یک مطالعه منفرد وجود نداشت، جنبه‌هایی (یا مثالهایی) از فعالیت رصدی آن دو در قالب دو مطالعه موردی در فصل سوم آمده است. این فصل با نگاهی کلی به سابقه سنت زیجهای دوران اسلامی آغاز می‌شود (بند ۳-۱) و سپس به نکات زندگینامه‌ای منحصر به فرد و سابقه تحقیق در خصوص محیی‌الدین و ابکنوی می‌رسد. در هر دو قسمت، سعی بر آن بوده تا نکات ناگفته‌ای از حیات این دو منجم بازگو شود. قلّت سابقه تحقیق آثار آنها نیز دلایلی دارد که آن را باید در سطحی عام‌تر و در قلّت مطالعات تک‌نگاشتی پیرامون بسیاری از زیجهای دوران اسلامی یافت.

فصل چهارم رساله که طویلترین بخش آن است به مقاله سوم زیج محقق سلطانی و ابکنوی اختصاص دارد. زیجهای چنانکه گفتیم، بخش محوری و اصلی سنت نجوم ریاضی را تشکیل می‌دهند. در اینجا مقاله سوم زیج و ابکنوی به عنوان نماینده سنت نجوم ریاضی در مراغه انتخاب شده است؛ این انتخاب دو دلیل اصلی دارد: نخست آنکه، مقاله سوم بدنه اصلی اثر را تشکیل و همه جنبه‌های محاسبات سیاره‌ای (تعیین طول و عرض سیارات، ماه و خورشید، محاسبه خسوفها و کسوفها، زانشماری و زمانسنجی نجومی و ...) را پوشش می‌دهد. (مقاله‌های ۱، ۲، ۴ و ۵ زیج، به ترتیب، به مثلثات مقدماتی، گاهشماری، نجوم کروی و تنجیم ریاضی می‌پردازد.) دوم آنکه، متن این زیج که شامل بخشهای دستورالعملی (مؤامره) است هم مفصّلتر از، نه تنها، سایر زیجهای سنت مراغه، بلکه مشروحتر از بسیاری از دیگر زیجهای دوران اسلامی است و هم مشتمل بر بررسیهای تطبیقی است که خود مؤلف از مقایسه و تحقیق در زیجهای سابق بر خود و نیز زیجهای روزگار خویش ارائه داده است که همین امر آن را برای یک مطالعه جامع مفید و جالب می‌سازد.

متن منقح زیچ در ابتدای فصل ۴ آمده است و سپس در دنباله همان فصل بررسی کامل، شرح، توضیح و تحشیه بر مقاله سوم ارائه شده است. این مطالب در لایه‌های مختلفی بیان می‌شود: برای فهم روش تعیین یک کمیّت یا پارامتر خاصّ باید با روش ریاضی متناظر با آن در سنت نجومی بطلمیوس آشنا بود. این آشنایی و تسلطاً نقطه شروع و سنگ بنای کار با متن یک زیچ است، اما از آنجا که زیچ شامل دستوراتی توصیفی به زبان و سیاق علمی کهن است، فلذا شامل اصطلاحات بسیاری است که در بادی امر غریب جلوه می‌کنند. در فقدان یک اصطلاحنامه مدّون، تطبیق و برابری این اصطلاحات با جملاتی که در روابط ریاضی پدیدار می‌شوند، نیازمند کاری پی‌جویانه است. برای نمونه، برای درک توضیحاتی که وابکنوی برای تعیین طول دایره البروجی ماه ارائه می‌کند (صص. ۱۸۳-۱۸۵)، ابتدا باید توضیح کاملی از الگوی قمری بطلمیوس ارائه داد (صص. ۱۷۸-۱۸۱) و سپس زبان گفتاری وی را با رابطه ریاضی هماهنگ و منطبق نمود (رابطه ۴-۳-۱۱، ص. ۸۰). همه این موارد تنها نقطه شروع پژوهش را می‌سازد. از آنجا که کمیتهای بنیادین قمری به کار رفته در این زیچ (مأخوذ از محیی‌الدین) با مقادیر بطلمیوسی متفاوت است، بررسی در بستر نجومی وی به مطالعه قیاسی بین دو سنت نجومی بطلمیوسی متقدّم و مراغه متأخر (یا به عبارتی، بین پارامترهای بطلمیوس و محیی‌الدین) می‌رسد. سپس، ردگیری انعکاس سنت نوپدید (یعنی محیی‌الدین) در زیجهای متأخر از آن در دستور کار قرار می‌گیرد که در این مثال به حصول این نتیجه می‌انجامد که مقدار محیی‌الدین برای پارامتر شعاع فلک تدویر قمر در زیچ الغ بیگ نیز به کار رفته است (ص. ۸۳). همچنین ادامه این پژوهش در سنت نجومی ادوار میانه اسلامی بررسی و مقایسه پارامترهای مقدّم بر سنت مراغه را نیز در برمی‌گیرد (نک: جدول ۴-۳-۱). همین کار با قبض و بسط در همه موارد دیگر فصل ۴ نیز انجام گرفته است؛ برای نمونه، در ۴-۳-۲ مطالعه‌ای در همه پارامترهای سیاره‌ای به کار رفته در زیجهای بزرگ دوران اسلامی انجام شده است تا جایگاه مقادیر جدید محیی‌الدین برای این پارامترها روشن‌تر شود یا در صص. ۷۵-۷۸ که تقریباً تمام مقادیر خروج از مرکز خورشید در دوران اسلامی مورد مطالعه قرار گرفته است.

با ادامه این روند در سایر بخشها و فصول زیچ خواهیم دید که در حقیقت در فصل ۴ با ۱۱ پژوهش موازی و مجزاً مواجه خواهیم بود که هیچ‌کدام با یکدیگر همپوشانی نمی‌کنند. مقاله سوم زیچ محقق در برخی شامل مطالبی است که به وضوح فاقد سابقه تحقیق هستند؛ برای نمونه، در بررسی تصویر خسوف و کسوف، که در هیچ یک از زیجهای متقدّم (جز القانون المسعودی بیرونی) مطلبی درباره آن گفته نشده است، نگارنده ناگزیر مجبور شده است مطالعه مستقلی پیرامون چگونگی تصویربازی خسوف و کسوف، پیشینه اولیه آن در اخترشناسی هندی، تفاوت شیوه عمل در نجوم اسلامی با روش هندی انجام دهد (نک: ص. ۱۴۶ به بعد). مطالعاتی بی‌سابقه تحقیق از این نوع در فصل ۴ به کرات یافته می‌شود که در خلال آنها بررسیهای زبانشناختی نسبتاً دشوار نیز ضروری بوده است (برای نمونه، درباره انحراف کسوف؛ نک: صص. ۱۴۳ به بعد).

بنابراین، در حالت کلی، باید به این نکته توجه داد که در تمام فصول ۳ و ۴، آنگونه که خوانش دقیق آنها محقق خواهد نمود، (۱) بررسی در قالب سنت‌ها، یعنی تبیین روش‌ها و پارامترها با پیگیری آنها در سنن نجومی مختلف (حتی در جزئی‌ترین موارد) و (۲) دیدگاه تحلیلی، یعنی اتکا بر داده‌ها و نتایج عددی برای سنجش صحت ادعاها، لحاظ شده است. البته در مواردی، برای بیان مطالبی که ذکرشان خالی از لطف به نظر نرسیده، اندکی نیز از سنت نجومی ادوار میانه و قالب از پیش تعریف شده برای این مطالعه فراتر عمل شده است؛ برای نمونه، بررسی قضیه آپولونیوس در حالت خورشیدمرکزی در ص. ۱۱۰.

## ۱-۲-۷. خلاصه فصول و نوآوریهای پژوهش

- ۱) تبیین نوآوریهای العرضی در عرصه ابزارسازی نجومی در بستر تاریخی ابزارسازی نجومی در دوران اسلامی،
- ۲) امکان‌سنجی تحلیل فنی ابزارهای العرضی با رویکرد انتقادی و تعیین بازه تقریبی دقت و نقاط ضعف آنها (فصل ۲)؛
- ۳) معرفی نوآوریهای رصدخانه مراغه در عرصه نجوم محاسباتی و نجوم رصدی با اتکا به منابع محتوی شرح برنامه‌ها و داده‌های رصدی و پژوهش‌های محیی‌الدین المغربی و شمس‌الدین محمد و ابکنوی،
- ۴) تبیین جایگاه برنامه‌های رصدی محیی‌الدین در رصدخانه مراغه، گستره و تأثیر آن در بستر نجوم ادوار میانه،
- ۵) تعیین کمیّت و کیفیت میراث رصدخانه مراغه در نجوم رصدی با اتکا بر تحلیل و آنالیز نجومی داده‌های رصدی، پارامترهای سیاره‌ای مستخرج از آنها و بررسی انتقادی روش و مسیر محاسبات از داده‌های خام رصدی به مقادیر پارامترها (فصل ۳)؛
- ۶) تصحیح و توضیح مقاله سوم از زیج محقق سلطانی و ابکنوی به عنوان معیاری برای تعیین حدود و ثغور نجوم محاسباتی در رصدخانه مراغه،
- ۷) بررسی تطبیقی روشهای محاسبات سیاره‌ای، زمانسنجی و نظریه گرفته‌ها در زیج و ابکنوی با سنت نجومی ادوار میانه (فصل ۴).

## ۱-۲-۲. چشم‌انداز تاریخی رصدخانه مراغه

رصدخانه مراغه توسط نخستین ایلخان مغول، هلاکو (HÜLEGÜ) (در گذشته به سال ۱۲۶۵ م.)، در سال ۶۵۷ ق. / ۱۲۵۹ م. برپا گشته<sup>۱</sup> و دستکم تا ۷۰۳ ق. / ۱۳۰۴ م. و حداکثر تا ۷۱۶ ق. / ۱۳۱۶ م. پابرجا بوده است.<sup>۲</sup>

## ۱-۲-۱. مغولان و تأسیس رصدخانه در ایران

تاریخ تصویری متناقض از مغولان ارابه می‌دهد: از یک سو، فاتحان خونریزی که با حکم سبعانه‌ترین کردارها در لوح تاریخ تقریباً تمام خاور میانه تا مرزهای غربی سلاطین مملوک حاکم بر سوریه و مصر را به اشغال خود درآوردند و تا مرزهای غربی مجارستان امروزی و حاشیه جنوبی سیبری در اروپا پیشروی نمودند؛ و از سوی دیگر، علاقه وافری است که این قوم نسبت به علوم، به ویژه علوم دقیقه و طبیعی، از خود بروز دادند. ظاهراً باید این تناقض ذاتی طبع این قوم جنگجو بوده باشد. ساخت رصدخانه مراغه و سیر فعالیت‌های علمی را که به مدد تشکیل این «نهاد» در درون محدوده فلات ایران صورت گرفت، باید منبعث از شق ثانی «ایدئولوژی» قومی مغولان دانست؛ کاری که هم به حفظ میراث عصر طلایی علم در ایران و اسلام (که در اثر خونریزی مغولان تا مرز تباهی کامل پیش‌رفته بود) کمک نمود و هم کانون علوم دقیقه (و بویژه اخترشناسی) را دوباره به درون محدوده جغرافیایی ایران مرکزی بازگردانید. (گفتنی است که فعالیت‌های نجومی مهم در طول دو سده فوق‌الذکر

<sup>۱</sup> آنچه که از مقدمه زیج ایلخانی برمی‌آید این است که هلاکو فرمان تأسیس رصدخانه را صادر و نصیرالدین را به این مهم مأمور کرد:

«و چون او [= هلاکو] به مبارکی بدین طرف رسید، اول ملحدان را قهر کرد و ولایتها و قلعه‌های ایشان را بستد و فداییان ایشان را نیست کرد [...] و در آن وقت که ولایت‌های ملحدان [= اسماعیلیان] بگرفت، من بنده کمترین، «نصیر»، را - که از طوسم و به ولایت ملحدان افتاده بودم - از آنجا بیرون آورد و رصد سارگان فرمود.» (زیج ایلخانی، نسخه تهران، گ. ۲۰).

<sup>۲</sup> Sayili 1960, pp. 190/213 کتاب صایلی امروزه متن استاندارد درباره رصدخانه‌های دوران اسلامی است، هرچند بخشهایی از آن که مربوط به فعالیت‌های دوره دوم رصدخانه مراغه (۱۲۸۳-۱۳۲۰ م.) است نیازمند بازنگری جدی است.

در ناحیه مرو، یعنی مرکز رصد عبدالرحمن خازنی، در نیمه نخست سده ششم هجری و شیروان یا باکو، محل فعالیت عبدالکریم شیروانی فهّاد، در نیمه دوم سده هفتم هجری، صورت گرفته بود.

غالباً چنین فرض می‌شود که «پس از اسلام آوردن مغولان بود که آنان، ابتدا در زمره جویندگان علم و هنر ایرانی درآمدند و سپس به سلاطین علوم بدل گشتند.»<sup>۱</sup> چنین فرضی گرچه پربیراه نیست، اما نمی‌توان از نظر دور داشت که علاقه به علم نه فقط در نزد ایلخانان پسین، نظیر غازان خان (حکمرانی: ۱۲۹۴-۱۳۰۵ م.)، وجود داشته بلکه سرسلسله حکام مغول در چین و ایران نیز از این تعلق خاطر بی‌نصیب نبوده‌اند. منگوقاآن (حکمرانی ۱۲۵۷-۱۲۴۸ م.)، برادر بزرگ هلاکو، مؤسس سلسله ایلخانی در ایران، به ریاضیات و نجوم علاقه داشت، به طوری که خود از عهده حلّ مسایل دشوار هندسی در کتاب *اصول اقلیدس* برمی‌آمده است.<sup>۲</sup> خود هلاکو نیز، به گفته رشیدالدین فضل‌الله، وزیر ایرانی دربار غازان، به فلاسفه ارج می‌نهاد و دانشوران را به بحث درباره علوم *اوایل* (= نامی که در دوران اسلامی به علوم غیردینی اطلاق می‌گردید) ترغیب می‌ساخت.

منگوقاآن در پایان عمر خویش، که مقارن با تثبیت قدرت برادر کوچکتر در مرزهای داخلی ایران بود، به فکر تأسیس رصدخانه‌ای در بی‌جینگ یا در قراقروم، پایتخت حکمرانی خویش، می‌افتد و از هلاکو درخواست می‌کند تا از ایران کسی را برای این مهمّ نزد وی فرستد. این امر ظاهراً، چه به سبب رقابت سیاسی دو برادر<sup>۳</sup> و چه به سبب مرگ منگوقاآن، هلاکو را تحریض می‌کند تا خود برنامه‌ای برای رصد و تأسیس رصدخانه پی‌افکند. فردی که برای این مهمّ مدنظر هم منگوقاآن و هم هلاکو قرار گرفت، نصیرالدین طوسی (درگذشته به سال ۱۲۷۴ م.) بود که در آن زمان (حدود ۱۲۵۶ م.) در سن ۵۵ سالگی به حالت گروگان در نزد اسماعیلیان در قلعه الموت به سر می‌برد. پس از فتح الموت، نصیرالدین به خدمت هلاکو درآمد. اگرچه بیشتر منابع تاریخی انگیزه اصلی ساخت رصدخانه را به خود هلاکو نسبت می‌دهند، برخی از منابع نیز (گاه با قید داستانی تاریخی) سبب تأسیس را نصیرالدین می‌دانند که با بهره‌گرفتن از علاقه حاکمان مغول به تنجیم، هلاکو را به ساخت رصدخانه متقاعد کرده بوده است. آنچه که از مقدمه *زیج ایلخانی* برمی‌آید این است که هلاکو فرمان تأسیس رصدخانه را صادر و نصیرالدین را به این مهمّ مأمور کرد:

«و چون او [= هلاکو] به مبارکی بدین طرف رسید، اوّل ملحدان را قهر کرد و ولایتها و قلعه‌های ایشان را بستد و فداییان ایشان را نیست کرد [...] و در آن وقت که ولایت‌های ملحدان [= اسماعیلیان] بگرفت، من بنده کمترین، «نصیر»، را - که از طوسم و به ولایت ملحدان افتاده بودم - از آنجا بیرون آورد و رصد ستارگان فرمود.» (*زیج ایلخانی*، گ. ۲۰)

ارتباط مغولان با منجمان مسلمان ایرانی از نصیرالدین طوسی آغاز نمی‌شود، بلکه این ارتباط دستکم به زمان حکومت منگوقاآن باز می‌گردد. فردی به نام جمال‌الدین (که در منابع چینی از وی به Chao-Ma-Lu-Ting نام برده می‌شود) در دربار منگوقاآن یا در دربار جانشین وی، قویبلای خان، حضور داشته است. یا منجمی ایرانی به نام حسام‌الدین که منگوقاآن وی را، احتمالاً برای آرایه پیش‌بینی‌های تنجیمی - که در جوّ سیاسی-اجتماعی ادوار میانه امری لازم و بایسته بوده است -، با هلاکو همراه می‌کند.<sup>۴</sup> این حسام‌الدین، که صائیلی فقط به ذکر نام وی اکتفا کرده است، به احتمال قریب به یقین همان «حسام‌الدین سالار»، نویسنده جداول نجومی معروف به *زیج شاهی*<sup>۵</sup> است (نباید این زیج را با «زیج شاه» که در دوران ساسانی نوشته شده و به نامهایی چون «زیج

<sup>۱</sup> Dunn 2004, 87

<sup>۲</sup> Sayili 1960, p.189

<sup>۳</sup> نک: شرح گاهشمار آرایه شده در Sayili 1960, pp. 190-1

<sup>۴</sup> Sayili 1960, pp. 191-2

<sup>۵</sup> Kennedy 1956, no. 30



شتریار»، نام پهلوی آن، یا «زیج شهریاران شاه» نیز معروف است، اشتباه گرفت.) وی سرانجام در ۸ محرم ۶۶۱ق. ۲۲/ نوامبر ۱۲۶۲م. به دست هلاکو کشته شد که احتمالاً مخالفتش با حمله مغولان به بغداد سبب ساز این بدفرجامی بوده است. وابکنوی<sup>۱</sup> و کمالی<sup>۲</sup> در زیجهای خود به حسام‌الدین سالار اشاره کرده‌اند و اینکه در آن روزگار زیج وی مبنای محاسبه مختصات دایره البروجی سیارات سفلی (زهره و عطارد) بوده است. انجام فعالیت‌های رصدی در مراغه نیز از تأسیس رصدخانه بزرگ آن آغاز نمی‌گردد: کمال‌الدین محمد بن احمد السّری، معروف به ابن صلاح همدانی، (در گذشته به سال ۱۱۵۳م.) در رساله خود به نام *فی کیفیت التسطیح البسیط الکرّی*، که درباره مبنای ریاضی و هندسی تصویر استرنوگرافیک و طراحی اسطرلاب است، ذکر می‌کند که خود از طریق رصد مقدار میل کلی (= بیشینه فاصله زاویه‌ای استوای سماوی از دایره بروج) را در مراغه ۲۳؛۳۵ درجه به دست آورده بوده است: «و هو علی ما وجدناه بالرصد بالمراغه ۲۳ جزواً و ۳۵ دقیقه». تاریخ این رصد در مراغه حدوداً یک سده پیش از تأسیس رصدخانه است.

### ۱-۲-۲. رصدخانه مراغه: توصیف فیزیکی

رصدخانه مراغه بر بلندای تپه‌ای در نزدیک شهر مراغه احداث گردید که طول پهنه زبرین آن ۴۰۰ و عرض آن ۱۵۰ متر بود. در کنار ساختمان اصلی رصدخانه مسجد، کتابخانه، بنایی با گنبدی عظیم بر بام آن و اقامتگاهی خاص ایلخان وجود داشت.<sup>۴</sup> وجود این مجموعه فرهنگی در کنار یکدیگر تشخیصی بیش از یک موضع صرف برای رصد به مراغه بخشید. ساختمان گنبدی شکل که حفره‌ای بر بالای گنبد آن وجود داشت، بر اساس توضیحات نسبتاً ناواضح صائیلی، قاعدتاً باید یک رصدخانه خورشیدی بوده باشد که برای اندازه‌گیری سرعت زاویه‌ای حرکت خورشید و نیز محاسبه سرعت میانگین آن به کار می‌رفته است. ساختمان اصلی رصدخانه ربعی بزرگ بر میانه داشت که امروزه آثاری از سنگ بستر آن برجای مانده است. به کمک همین ربع بود که محیی‌الدین مغربی (در گذشته به سال ۱۲۸۳م.) در دهه ۱۲۶۰م. خروج از مرکز زمین را اندازه گرفت<sup>۵</sup> (مقداری که وی به دست آورد، تنها حدود ۳ درصد بیشتر از مقدار حقیقی در آن زمان است). بر کف ساختمان اصلی، افلاک تدویر و حامل سیارات، خورشید و ماه، هفت اقلیم جغرافیایی، اهله ماه و بروج فلک البروج ترسیم شده بود.

کتب کتابخانه رصدخانه مراغه به دستور ایلخان مغول از مناطق اطراف مانند بغداد، سوریه و جزیره (ناحیه بین دو رود فرات و دجله در سرشاخه شمالی آن)، به مراغه آورده شده بود. همچنین دانشوران برجسته نیز به خدمت فراخوانده شدند که از آنان می‌توان به علی بن عمر قزوینی، مؤید‌الدین العرضی، فخرالدین اخلاطی، فخرالدین مراغه‌ای، قطب‌الدین شیرازی، که در عداد شاگردان خواجه بود، شمس‌الدین شیروانی، نجم‌الدین کاتب قزوینی، عبدالرزاق ابن الفوطی، کتابدار رصدخانه، و دیگران اشاره نمود.<sup>۶</sup> محیی‌الدین مغربی نیز که در آن زمان در خدمت حکام ایوبی سوریه بود، پس از شکست آنان به دست مغولان به عنوان اسیر جنگی به نزد هلاکو فراخوانده شد. علاقه مغولان به نجوم و پیشگویی‌های نجومی (بند انگیزه ساخت رصدخانه را در پایین ببینید) نه تنها باعث رهایی وی از مرگ گردید، بلکه باعث شد که او «میهمان هلاکو» قلمداد گردد.

<sup>۱</sup> زیج محقق سلطانی، گ. ۴-۵-پ.

<sup>۲</sup> زیج اشرفی، گ. ۱۱۷ر

<sup>۳</sup> کمال‌الدین، گ. ۶۲؛ Lorch 2000, 401

<sup>۴</sup> Sayili 1960, p. 194

<sup>۵</sup> Saliba 1994, pp. 177-181

<sup>۶</sup> Sayili 1960, pp. 205-206

جای تردید است که کل بنا در طول دوران حکمرانی ایلخان اول، هلاکو، کامل شده باشد (در هنگام بازدید هلاکو از رصدخانه در سال ۶۶۲ق. کار ساخت آن هنوز به اتمام نرسیده بود)، اما پژوهشهای جدی همراه با برنامه های رصدی احتمالاً از سال ۶۶۰ق. / ۱۲۶۲م. آغاز شد و تا پس از مرگ هلاکو (۶۶۳ق. / ۱۲۶۵م.) و حتی پس از وفات نصیرالدین طوسی (۷۲ق. / ۱۲۷۴م.) نیز ادامه یافت.

### ۱-۲-۳. فعالیت‌های علمی رصدخانه مراغه: نگاه کلی

فعالیت علمی رصدخانه مراغه را می‌توان به دو دوره کاملاً متمایز تقسیم نمود. دوره نخست (۱۲۵۶-۱۲۸۳م.) همان دوره زمانی است که مقارن با حیات نصیرالدین طوسی بوده است، اما به لحاظ تاریخی پایان آن را باید مصادف با مرگ محیی‌الدین المغربي (۱۲۸۳م.) در نظر گرفت، چرا که در ادوار بعد، نه زیج ایلخانی بلکه زیج‌های نجومی محیی‌الدین به منزله «رصد ایلخانی» (یا «رصد جدید ایلخانی») در نظر گرفته می‌شد. دوره دوم مراغه، که در پایان گفتاری کوتاه از آن خواهد آمد، از سال ۱۲۸۳م. آغاز می‌شود و تا حدود ۱۳۲۰م. که شواهد تاریخی مؤید آخرین فعالیت‌های نجومی مؤثر در رصدخانه مراغه است می‌پایند. ۱۹ سال بعد از آن، حمدالله مستوفی رصدخانه مراغه را در حالت ویرانی مشاهده کرده بوده است.<sup>۱</sup>

مؤیدالدین العرضی (وفات ۶۶۶ق. / ۱۲۶۶م.) طراح و سازنده ابزارهای رصدخانه مراغه در دوره نخست فعالیت‌های آن بوده است. منابع موجود از طولانی شدن زمان ساخت ابزارهای نجومی به دست العرضی سخن می‌گویند. وی شرح کاملی از ابزارهای ساخته شده و نیز آلاتی که قصد یا تمایل ساختنشان را داشته است، در رساله فی کیفیت الارصاد خود آورده است که در فصل ۲ توضیح کاملی از ابزارهای نجومی العرضی و شرح نوآوری‌های وی بر اساس همین رساله آمده است. صائیلی ابراز تمایل العرضی به ساخت برخی از ابزارهای توصیفی در همان رساله را مؤید آن دانسته که العرضی دیرزمانی در رصدخانه مراغه باقی نمانده بوده است.<sup>۲</sup> اما، ناگفته پیداست که از عمر وی، که هشت سال زودتر از خواجه درگذشته بود، آنقدر نمانده بود تا شاهد ساخت تمام ابزارهای خود باشد.

با توجه به درخواست خواجه از هلاکو مبنی بر در نظر گرفتن دوره ای سی ساله (= دوره تناوب حرکت انتقالی زحل) برای رصد و نپذیرفتن وی و تقلیل دوره رصد به ۱۲ سال، زیج ایلخانی با نقایص چندی همراه شد؛ خود خواجه در مقدمه‌اش بر زیج ایلخانی، آن را بر پایه رصد افرادی نظیر هیپارخوس (سده دوم ق.م.) بطلمیوس (سده دوم م.)، منجمان مأمون (اصحاب الزیج الممتحن)، البتانی، ابن اعلم و ابن یونس می‌داند.<sup>۳</sup> از همین بابت، زیج ایلخانی حتی به مثابه دستاورد علمی هر چند کم فروغ و بالطبع مشمول زمان، در شاخه اخترشناسی رصدی (*Observational Astronomy*) ابداً نمی‌توانست نتیجه‌ای بسامان و بایسته از فعالیت پرشوری قلمداد گردد که در مراغه در قالب فعالیت بین المللی آغاز شده بود. «نتایج فعالیت‌های انجام گرفته در آن تا جایی که به نجوم نظری مربوط است، جالب توجه، اما جداول مثلثاتی و سیاره‌ای آن صورت اصلاح شده‌ای از زیج‌های پیشین است که نتیجه‌ای رضایتبخش از رصدخانه‌ای که دارای بهترین ابزارهای نجومی ادوار میانه بود و وصفشان در متون تاریخی آمده، نیست.»<sup>۴</sup> این حقیقت حتی در زمان متأخران نزدیک ایشان که آنان نیز همچنان در سایه حکومت مغول می‌زیستند، دانسته شده بود؛ چنانکه برخی از دانشوران بر آن خرده می‌گرفتند و به زیج‌های پیشین که بر

<sup>1</sup> Sayili 1960, p. 212

<sup>2</sup> Sayili 1960, p. 200

<sup>4</sup> King 2000, p. 604

<sup>3</sup> زیج ایلخانی، گ. ۲-پ. ۳

فرآورده حلقه نصیرالدین سبق می‌برد، یا زیجهای معاصر - که برخیشان، همچون زیج «أدوار الأنوار» محیی الدین مغربی در همان رصدخانه مراغه تدوین یافته بودند - و گاه زیجهای پسین استناد می‌کردند؛ از آن جمله محمد بن سنجر کمالی که «زیج/شرفی» را به سال ۷۰۰ق.م. (تقریباً سه دهه پس از تدوین زیج/ایلخانی) در شیراز نگاشته، در ابتدای باب نخست از مقالت سیّم اثر خویش چنین آورده:

«پیش از وضع این مجموعه در شیراز قاعده چنان بوده است تقاویم علوی از «زیج علائی شروانی» و نیرین و سفلی از «زیج فاخر نسوی» کرده اند و هر چند که این ضعیف در وقت قرانات رصد کرد تقویم زهره و عطارد مختلف یافت خاصه عطارد؛ بعد از آن مقرر کرد و رأی بر آن قرار گرفت که در این مجموعه تقاویم کواکب بر وضعی نهند که موافق تقاویم کواکب باشد که از «زیج شاهی» بیرون آرند تا به صواب نزدیکتر بود و در آخر کتاب شرح تقاویم کواکب به حسب زیجات و جداولی که بدان احتیاج باشد، وضع گرداند.»<sup>۱</sup>

چنانکه می‌بینیم مؤلف که در زیج خود به در دسترس بودن زیج/ایلخانی اشاره کرده و برخی از جداول آن را در اثر خویش گرد آورده، هیچ اشاره‌ای به کاربرد عام این زیج، که در روزگار خود جدیدترین فرآورده نجومی به شمار می‌رفت، نکرده است. البته تعجیل ایلخان مغول، هولاکو، بر اتمام زود هنگام رصد را شاید بتوان اصلی ترین دلیل در کاستیهای بسیار این زیج دانست:

«و پادشاه ما که آغاز رصد نهادن فرمود، فرمود که: 'جهد کنید تا زودتر تمام شود؛' و فرمود که: 'مگر به دوازده سال تمام شود.' ما بندگان گفتیم: 'جهد کنیم اگر روزگار وفا کند.'»

این چنین شد که شرایط، نصیرالدین را بر آن داشت تا از دو زیج ابن یونس و ابن اعلیم به واسطه نزدیکی زمانشان به رصد مراغه، مدد گیرد و چنانکه از سیاق گفته متعاقب عبارات منقول در بالا بر می‌آید، وی بر آن بوده که زیج را تکمیل سازد:

«[...] آنچه بعد از این معلوم شود هم بسازیم و به بندگی عرضه داریم، اما اگر روزگار وفا نکند آنچه در این زیج است بعد از ما به عمرهای دراز اهل این علم را فایده باشد.»<sup>۲</sup>

که البته بنابر شواهد چنین نشد. آنچه که می‌توان آن را «فردگرایی اصحاب رصدخانه مراغه» نامید در این میان چندان بی تأثیر نبود؛ قطب الدین شیرازی به واسطه نیامدن نامش در ابتدای زیج ایلخانی، از مراغه برید؛ علاوه بر آن دانشمندی خبره چون محیی الدین مغربی (که همچون قطب الدین نام وی بر ابتدای زیج نیامده بود) به نگارش زیجهایی مستقل از زیج ایلخانی (أدوار الأنوار و عمده الحاسب و غنیة الطالب) مبادرت کرد که ارزش علمی فزونتری بر زیج ایلخانی داشتند. در دورانهای بعد نویافته‌های محیی الدین، که مشتمل بر مجموعه‌ای درخور توجه از پارامترهای سیاره‌ای غیربطلمیوسی است، و اصولی که وی زیجهای خود را بر آنها منطبق نموده بود، به عنوان «رصد جدید ایلخانی» نامیده شد. برخی، همچون شمس الدین محمد و ابکنوی، زیجهای محیی الدین (به ویژه ادوار/الأنوار وی) را مرادف «رصد ایلخانی» شمردند و اثر خواجه نصیر را به واسطه ابتدای آن به زیجهای سابق بر خود و عدم مطابقت داده‌های رصدی با مقادیر محاسبه شده از جداول زیج تنها «زیج ایلخانی» (و گاه «زیج خانی») نامیدند.

تاکنون آنچه که درباره رصدخانه مراغه پس از مرگ نصیرالدین طوسی و پراکنده شدن یا مرگ اعضای حلقه اصلی وی می‌دانستیم، همان مواردی بود که صابیلی به خوبی گرد آورده است.<sup>۳</sup> آنچه که از خلال آن شواهد

<sup>۱</sup> زیج/شرفی، گ. ۱۱۷

<sup>۲</sup> زیج ایلخانی، گ. ۳

<sup>۳</sup> Sayili, p. 212ff

مرئی است، ناپیدا ماندن زوایای اصلی این مجموعه فعالیتها در سایه داستان افسانه‌مانندی است که پس از گذشت یک سده درباره فعالیت‌های رصدخانه مراغه پس از خواجه شکل گرفته بوده است. این داستان را رکن‌الدین بن شرف‌الدین املی در ابتدای زیج جامع سعیدی آورده است؛ اینکه پس از مرگ نصیرالدین طوسی، منجمان مراغه نظیر اثیرالدین ابهری، فخرالدین اخلاطی، محیی‌الدین المغربي، نجم‌الدین دبیران قزوینی نزدیک ۳۰ سال (= دوره تناوب گردش انتقالی زحل) به رصد ستارگان پرداخته‌اند تا تصحیحات لازم را در زیج/ایلخانی اعمال نمایند. بر این اساس صایلی با افزودن ۳۰ سال به سالمرگ خواجه (۶۷۲ق. / ۱۲۷۴م.) به سال ۱۳۰۴م. رسیده است. و از آنجا که به گفته وی مدرکی برای تأیید انجام رصد در سالهای پس از ۵-۱۳۰۴م. وجود ندارد، وی نقطه پایانی فعالیت‌های رصدخانه مراغه را پس از ۱۳۰۴م. و پیش از ۱۳۱۶م. (= سال وفات اولجایتو) در نظر گرفته و، بر همین اساس، عمر رصدخانه مراغه را حداقل ۴۵ و حداکثر ۵۵ سال تخمین زده است. از آنجا که این افسانه با اتکا به منابع اولیه در دسترس، از جمله زیج محقق سلطانی وابکنوی، که خود مقارن با همین دوره در تبریز و مراغه نوشته شده است، کاملاً نفی می‌شود، تاریخگذاری ۱۳۰۴م. فاقد مبنای توجیهی است. با توجه به پیش‌کشی زیج محقق سلطانی به ابوسعید بهادر و نیز پاره‌ای شواهد نجومی و تاریخی، می‌توان پایان دهه ۱۳۲۰م. را به عنوان پایان عمر رصدخانه مراغه در نظر گرفت. منشأ آن افسانه را باید در اطلاق اصطلاح «رصد جدید ایلخانی» به زیجهای نجومی محیی‌الدین المغربي دانست که با توجه به شرایط به وجود آمده پس از مرگ خواجه (از جمله درخواست خواجه از فرزندش، اصیل‌الدین حسن، برای مجاب نمودن قطب‌الدین شیرازی به تجدید رصد و تصحیح زیج، در روزگاران بعد) به پیدایش افسانه و دامن زدن آن کمک کرده است. حتی این تصور نیز به وجود آمده بود که زیجهای محیی‌الدین تصحیحی بر زیج/ایلخانی است، در حالی که امروزه، از بررسی ادوار/انوار محیی‌الدین، مدلل شده است که آن اثر مبتنی بر پارامترهای جدید (هم در تعدیلات و هم در سرعت‌های میانگین سیاره‌ای) و کاملاً مستقل از زیج/ایلخانی است (نک. فصل سوم رساله).

آنچه به فعالیت‌های علمی رصدخانه مراغه پس از درگذشت نصیرالدین طوسی و مرگ یا پراکنده شدن اعضای اولیه آن تشخیص می‌بخشد و اصالت اطلاق عنوانی مانند «دوره دوم» را بدان شایسته می‌سازد، مجموعه نویافته‌هایی است که از دوران حکمرانی غازان‌خان، هفتمین ایلخان مغول، در دست داریم؛ غازان، به گواهی وزیرش، رشیدالدین فضل‌الله، فردی عالم و آگاه به بسیاری از رشته‌های علمی روزگار خویش بوده است.<sup>۱</sup> به موجب یک ادعای تاریخی از رشیدالدین، غازان طراح ابزارهای رصدی جدیدی بود که در رصدخانه مراغه استفاده شده بود. وی همچنین حکم انجام رصدهای تازه و نیز ایجاد یک تاریخ گاهشمار جدید، به نام «تاریخ خانی»، را به شمس‌الدین محمد وابکنوی داد<sup>۲</sup> که وی پس از انجام این رصدها در یک دوره ۴۰ ساله، زیج بزرگ خود، زیج محقق سلطانی را نگاشت.<sup>۳</sup> (این شاید بیشترین دوره زمانی رصد در ادوار میانه باشد که یک زیج بر آن مبتنی شده است.) علت وجودی این دوره رصدی نوین در منظر بیرونی، مهیا بودن شرایط تاریخی و اجتماعی (مثلاً، حکومت ایلخانان علاقمند و مشتاق به پژوهش‌های نجومی که عمدتاً مسلمان شده و در بستر فرهنگی ایرانی-اسلامی زیسته بودند، مانند: غازان) و از منظر درونی، نقایص فراوان در توافقی داده‌های عددی زیج/ایلخانی با داده‌های رصدی بوده است. این رصدها پس از اتمام و تدوین در قالب زیج محقق سلطانی به ابوسعید بهادر، نهمین ایلخان مغول، تقدیم شد:

<sup>۱</sup> رشیدالدین ۱۲۷۴، صص. ۴۱-۱۳۳۱ و ۴۹-۱۳۴۸

<sup>۲</sup> زیج محقق سلطانی، گ. ۳پ

<sup>۳</sup> زیج محقق سلطانی، گ. ۲ر

«...» ضوابط این حساب و قواعد این کتاب در ایام دولت بانصرت ایلخان اعظم [...] سلطان ابوسعید بهادر خان [...] شد و بر اصول رصدی که به حکم یرلیغ همایون پدران بزرگوار او ساخته‌اند، تمام گشت.<sup>۱</sup>

بنابراین، رصدهایی غیر از رصدهای حلقه نصیرالدین و غیر از رصدهای محیی‌الدین مغربی، در رصدخانه مراغه در بازه زمانی حدود ۴۰ سال پس از پایان دوره نخست صورت گرفته است که وزنه اصلی در فرضیه «وجود دوره دوم برای رصدخانه مراغه» است. شاهد مکتوب نخست خود زیج محقق سلطانی است که، فی‌المثل، نخستین رصد علمی یک کسوف حلقوی (۳۰ ژانویه ۱۲۸۳ م.) و همه رصدهای قران اعظم (اجتماع دو سیاره مشتری و زحل) در این دوره ۴۰ ساله در آن آمده؛<sup>۲</sup> و دیگر مجموعه آثار یونانی است که از ترجمه و آموزش زیجهای اسلامی توسط شمس‌الدین وابکنوی به کیونیادس (Chioniades) پدید آمده و همچنین در آن جزئیات رصد سه کسوف و خسوف در تبریز مذکور است.<sup>۳</sup>

از دیدارهای دانشوران ادوار بعد از رصدخانه مراغه می‌توان به این موارد اشاره داشت: شرفی رامی در سده چهاردهم ویرانی رصدخانه مراغه را به چشم دیده بوده است. الغیبیگ (۱۳۹۴-۱۴۴۲ م.) در دوران کودکی از بقایای رصدخانه مراغه دیدن کرد و همین انگیزه آموختن نجوم و بنای رصدخانه سمرقند، دومین رصدخانه بزرگ جهان اسلام، را به وی بخشید. غیاث‌الدین جمشید کاشانی نیز از منبر هندسی بنا شده در مرکز ساختمان اصلی رصدخانه سخن گفته، و ربع بزرگ رصدخانه را به اشتباه سدس فخری پنداشته است. شاه عباس صفوی پس از دیدار از رصدخانه مراغه به فکر تجدید بنا و احیای آن می‌افتد که البته به این مهم نایل نمی‌گردد.<sup>۴</sup> از روزگار ناصرالدین شاه، گزارش مکتوب سفر وزیر علوم وی، علیقلی میرزای اعتضاد السلطنه، امروز در دست است.<sup>۵</sup> علیرغم آنکه رصدخانه مراغه و میراث نجومی آن همچون نمادی از کوشش ایرانیان در عرصه اخترشناسی همیشه مورد توجه و احترام بوده است (چنانکه بسیاری همچون کاشانی، علیرغم اشراف به نقایص زیج ایلخانی، من باب تکریم و بزرگداشت آن اثر، زیج تألیف شده خود را به منزله اصلاحیه‌ای بر آن معرفی می‌کردند).

## ۱-۲-۴. رصدخانه مراغه: انگیزه ساخت

ساخت رصدخانه مراغه در جنبه رسمی آن بنابر دلایل تنجیمی، یعنی علاقه مغولان به پیشگوییهای نجومی، صورت پذیرفته بود،<sup>۶</sup> اگرچه که مسلماً کارکرد علمی و نجومی نیز داشته است. (ارغون، جنگ خویش علیه احمد تکودار، حکمرانی: ۱۲۸۱-۱۲۸۴، را در زمانی آغاز نمود که توسط منجمان تعیین شده بود یا زمان تاریخ بر تخت نشستن اولجایتو پس از غازان با دلایل احکامی انتخاب شد).<sup>۷</sup> در برهه‌ای از دوره دوم که مصادف با حکمرانی غازان خان است، دلایل نجومی پررنگتر شد، گرچه که دلایل تنجیمی نیز، به‌سان همه ازمنه میانه، حضور خویش را کاملاً حفظ نمود. مثلاً، تاریخ یکی از جنگهای غازان با ممالیک مصر بر اساس زمان احتراق مریخ تعیین شد یا کاهش آب رودهای بزرگ و شیوع امراضی نظیر حصیه و وبا که در سالهای پس از ۶۹۸/۱۲۹۹ م.

<sup>۱</sup> زیج محقق سلطانی، گ. عر

<sup>۲</sup> Mozaffari 2009, esp. 146

<sup>۳</sup> Pingree 1985

<sup>۴</sup> Sayili 1960, p. 213

<sup>۵</sup> نسخه خطی کتابخانه ملی، ش. ف. ۳۶۸

<sup>۶</sup> Sayili 1960, p. 202

<sup>۷</sup> Sayili 1960, p. 204

قربانیان زیادی از شهرهای بزرگ ایران گرفت، به قرآن نحسین، اجتماع سیارات مریخ و زحل، نسبت داده شد. حدود هفت قرآن از این نوع بین سالهای ۱۲۹۷-۱۳۰۴ م. روی داده بود.

## ۱-۲-۵. رصدخانه مراغه: میراث علمی

رصدخانه مراغه در دوره نخست فعالیت خود مقارن با حیات خواجه، اگرچه در بعد عملی (یعنی آنچه که به *Observational Astronomy* نامیده می‌شود)، نتایج چندان درخشانی به بار نیاورد، اما در بعد نظری بر تکوین نوع خاصی از تفکر نجومی (که «علم الهیئة» = علم پیکربندی افلاک سیارات خوانده می‌شد) تأثیر به سزایی نهاد که شکل امروزین آن را می‌توان در نجوم نظری (*Theoretical Astronomy*) یافت. به مدد گسترش همین نوع تفکر در اخترشناسی ادوار میانه اسلامی بود که تفاوت شأن نظری اخترشناسی از وجه عملی یا محاسباتی آن که بر ساخت الگوها و محاسبه پارامترهای آن و اندازه‌گیری سرعت‌های زاویه‌ای فقط به منظور محاسبه وضعیتهای سیاره‌ای (یا همان «نجات نمودها») تکیه دارد، پر رنگ‌تر شد. این وجه از تأثیر سنت نجومی مراغه به واسطه الگوهای هندسی حرکت سیارات است که توسط نصیرالدین طوسی و معاصران وی، نظیر مؤیدالدین العرضی و قطب‌الدین شیرازی به عرصه آمدند.

فعالیت منجمان مراغه در زمینه اخترشناسی نظری در دوره نخست به همراه اندازه‌گیری پارامترهای سیاره‌ای توسط محیی‌الدین مغربی که مبتنی بر فعالیتهای رصدی منظم و نظامدار بوده است (نک. ۱-۳-۱)، گزارش‌های رصدی از برخی پدیده‌های سماوی که نخستین رصد علمی و مضبوط از آنها در رصدخانه مراغه یا پیرامون آن صورت گرفته است،<sup>۱</sup> و در نهایت، نگارش سه زیج نجومی مهم (زیج ایلیخانی نصیرالدین طوسی، ادوار الانوار محیی‌الدین مغربی و زیج محقق سلطانی شمس‌الدین محمد و ابکنوی؛ نک. فصل ۳) باعث گردید که امروزه بتوان در تاریخ اخترشناسی از «سنت نجومی مراغه» یاد کرد.<sup>۲</sup> با این حال، این تنها بخشی از سهم رصدخانه مراغه در تاریخ اخترشناسی در مقام یک برهه زمانی خاص و ارزشمند به لحاظ تاریخی است که روشنگر نقش جوهری و اهمیت وجودی آن در تکامل دانش اخترشناسی در بستر علمی (*Scientific Context*)، به معنای محض و دقیق کلمه، است.

در بعد جامعه‌شناختی نیز اصلاً نباید از نظر دور داشت که رصدخانه مراغه با عمر کوتاه خود ثمراتی شایان توجه برجای نهاد که کمینه آن ایجاد نهادی بود تا شرایط معیشت و گذران زندگی برای علما و طلاب علوم دقیقه را فراهم آورد، آن هم در شرایطی که خانواده‌ها، اصلی‌ترین سنگهای بنای جامعه، در هجوم مغول کاملاً از هم پاشیده شده بود. گرد آوردن دانشمندان و دانشوران و دانشجویان تحت یک نهاد واحد، امکان آموزش نظامدار علوم ریاضی و به ویژه اخترشناسی را فراهم ساخت که هر یک از آنان، دیر زمانی گذشته، در «لبه پیشرو علم زمان خویش» جای گرفتند.

به لحاظ اقتصادی، در رصدخانه مراغه سنتی نیکو بنیاد نهاده شد؛ برای درک شرایط اقتصادی روزگار تأسیس رصدخانه مراغه کافی است که درمی‌یابیم با فروپاشی ساختار اجتماع و برهم‌خوردن نظام حاکم بر امور اداری، خواه ناخواه، سامانه اقتصادی سرزمینهای تحت اشغال مغولان کاملاً دستخوش تلاشی شده بود. در چنین شرایطی به پیشنهاد خواجه نصیرالدین، عایدات وقف به عنوان منبع درآمد رصدخانه مراغه در نظر گرفته شد که

<sup>۱</sup> مانند نخستین رصد علمی یک کسوف حلقوی توسط شمس‌الدین و ابکنوی (دشت مغان، ۳۰ ژانویه ۱۲۸۳ م.)؛ برای آنالیز آن، نک. Mozaffari 2009.  
<sup>۲</sup> King and Samsó 2001, 73ff. شایان ذکر است که «سنت نجومی مراغه» معمولاً به سنت زیج‌نویسی (مرادف با نجوم محاسباتی) در مراغه اطلاق می‌گردد. این اصطلاح متداول و سازگار با روش‌شناسی تاریخ علم است. اصطلاح بر ساخته دیگری به نام «مکتب مراغه» (Maragha School) نیز وجود دارد که معمولاً به الگوهای نجومی هندسی و غیربطلمیوسی ارایه شده توسط منجمان مراغه اطلاق می‌گردد.

مثالی از حسن تدبیر مثال‌زدنی خواجه در آن اوضاع آشفته است. البته چنین موردی در جهان اسلام مسبوق به سابقه بوده است؛ برای نمونه، بیمارستانی که احمد بن طولون در قاهره به سال ۸۷۲ یا ۸۷۴ م. ساخت، نخستین بیمارستانی بود که از عایدات وقف استفاده نمود یا کتابخانهٔ عضدالدولهٔ دیلمی (۹۴۹-۹۸۲ م.) در شیراز که آن نیز چنین بود.<sup>۱</sup> چنین به نظر می‌رسد که خود خواجه مأمور ادارهٔ عایدات وقف در حکومت ایلخانان بوده است. سهم رصدخانهٔ مراغه از کل عایدات وقف ممالک ایلخانی عشر (یک دهم) تمام آنها بود که یقیناً باید مبلغی گزاف بوده باشد. شاید بتوان گفت که این مبلغ برای هزینهٔ کل امور آموزشی و علمی در حکومت ایلخانی مصرف می‌گردید و تنها به رصدخانه اختصاص نداشت.<sup>۲</sup> همین امر به خوبی منعکس‌کنندهٔ روحیهٔ دوگانهٔ مغولان است که در ابتدا آمد. کاربرد نادرست از رسم پسندیدهٔ وقف تبعات ناپسندی نیز برجای نهاد؛ برخی ایلخانان مغول، از جمله احمد تکودار، احتمالاً به دلیل سوء استفاده‌های موجود از این درآمد هنگفت مالی، با نارضایتی با این وضع برخورد نمودند و درصدد اصلاح و محدود کردن اختصاص وقف برای رصدخانهٔ مراغه و نیز فعالیت‌های علمی برآمدند. (این کار به محروم کردن منجمان و طبیبان مسیحی از انتفاع از عایدات وقف منجر شد.) عایدات وقف به لحاظ شرعی غیرقابل واگذاری هستند، اما به نظر می‌رسد که نصیرالدین حق ادارهٔ عایدات وقف را در خانوادهٔ خویش موروثی نموده بود. (یکی از پسران وی، فخرالدین احمد به دلیل سوء استفاده از منابع وقف منطقهٔ آسیای صغیر به دستور غازان کشته شد.)<sup>۳</sup>

مراغه، پایتخت اخترشناسی دنیا در سده سیزدهم میلادی، نهادی نه تنها ملی که به معنای اخص کلمه جهانی و بین‌المللی بود؛ دانشوران چینی (مانند: فائو مون جی) و مسیحی مقارن با حیات خواجه نصیرالدین طوسی در مراغه، چه در غالب همکار و چه در مقام دانشجو، حضور داشتند که ابن عبری، که همو یکی از آثار نجومی مهم نصیرالدین طوسی را برای استفادهٔ سریانی زبانان به این زبان ترجمه کرده بود، تنها یک نمونه است.<sup>۴</sup> اهمیت بین‌المللی رصدخانه پس از مرگ نصیرالدین و وفات اعضای اصلی آن نیز نه تنها حفظ شد که پربارتر گشت و گسترش بیشتری یافت. این نهاد بین‌المللی که حضور آن در جایگاه نخست آموزش‌ها و فعالیت‌های نجومی، نه در دارالاسلام که در اطراف و اکناف اقلیم فکری آن روزگار نیز تثبیت شده بود، ملازم با ارتباطات ایلخانان با غرب مسیحی، بسیاری را از امپراطوری روم شرقی و اروپا به این وادی کشانید. گئورگی کیونیادس (Georgy Chionides) از بیژانس تنها یکی از دانشورانی است که در سالهای ۱۲۹۴-۱۲۹۶ م. و نیز در اوایل سدهٔ چهاردهم میلادی، مقارن با دوره دوم رصدخانه مراغه، در مراغه و تبریز زیر نظر شمس‌الدین محمد وابکنوی به تحصیل پرداخت و سه زیج مهم، زیج العالیی الرصدی از عبدالکریم الشیروانی الفهّاد (نگارش حدود ۱۱۶۶ م.)، زیج المعتمر السنجری از عبدالرحمن خازنی (نگارش حدود ۱۱۱۵ م.)، و یک متن دربارهٔ اخترشناسی نظری (علم الهیئه) را به یونانی ترجمه نمود. از خلال همین متن علم الهیئه اخیر است که ابداع ریاضی-نجومی معروف نصیرالدین طوسی، معروف به «زوج طوسی»، به اروپا راه یافت و این همان متنی است که کوپرنیک (۱۴۷۳-۱۵۴۳ م.) احتمالاً از آن استفاده کرده است.<sup>۵</sup>

<sup>1</sup> Sayili 1960, pp. 207-8

<sup>2</sup> Sayili 1960, p. 209

<sup>3</sup> Sayili 1960, p. 210

<sup>4</sup> Sayili 1960, p. 207

<sup>5</sup> Cf. Neugebauer 1975, vol. 3, p. 1454