

تحلیل رصدهای نجومی محیی الدین المغربي در رصدخانه مراغه در دهه های ۶۶۰ و ۶۷۰ هجری قمری/۱۲۶۰ و ۱۲۷۰ میلادی

دکتر سید محمد مظفری

مرکز تحقیقات نجوم و اخترفیزیک مراغه

mozaffari@riaam.ac.ir

چکیده:

اخیراً در مقاله ای مفصل در ۵۱ صفحه که در یکی از معتبرترین مجلات بین المللی تاریخ علم (با نمایه ISI) به نام *Archive for History of Exact Science* (ناشر: Springer)، به زیور طبع اراسته شده است، دکتر سید محمد مظفری، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات نجوم و اخترفیزیک مراغه، به تحلیل کامل رصدهای نجومی نظامدار انجام یافته توسط محیی الدین المغربي (در گذشته به سال ۶۸۱ هجری قمری) در رصدخانه تاریخی مراغه پرداخته است. این مقاله مبتنی بر یکی از رسالات محیی الدین به نام *تلخیص المجسطی* است که نسخه منحصر به فردی از آن در کتابخانه مرکزی دانشگاه لیدن موجود است. محیی الدین در این رساله شرح کاملی از رصدهای خورشید، ماه، سیارات بیرونی (زحل، مشتری و مریخ) و هشت ستاره درخشان به دست داده است. اندازه گیری ارتفاع نصف النهاری اجرام سماوی توسط ربع جداری رصدخانه مراغه انجام گرفته و محیی الدین برای اندازه گیری توالبه‌های زمانی که برای محاسبات نجومی مورد نیاز بوده از یک ساعت آبی دقیق استفاده کرده بوده است. میزان دقت اندازه گیریهای ارتفاع نصف النهاری توسط وی به حدود $6/2$ دقیقه قوسی در مورد ستارگان، $4/6$ دقیقه قوسی در مورد سیارات بیرونی و $3/1$ دقیقه قوسی در مورد خورشید می رسد که همگی چشمگیر هستند. اندازه گیری بازه های زمانی توسط وی دقت قابل توجه حدود ۵ دقیقه را نشان می دهد. در مقاله دیگری از همین مولف که در ابتدای ۲۰۱۸ در همین مجله منتشر شده، به بررسی دقت تئوریهای خورشیدی ۱۱ دانشمند مسلمان در مقایسه با نظریات خورشیدی نیکولاس کوپرنیک و تیکو براهه پرداخته شده و دقت بالای تئوری خورشیدی محیی الدین المغربي در رصدخانه مراغه با حداکثر میزان خطا در طول دایره البروجی خورشید در محدوده بین ۵- (در میانه تابستان) و ۸+ دقیقه قوسی (در میانه زمستان) نشان داده شده است.

رصدخانه مراغه

حدود پنج سده پس از گسترش مطالعات و پژوهشهای نجومی در قلمروی اسلامی، نخستین رصدخانه نجومی (منطبق با تعریف امروزی و رایج از این نهاد علمی) با همت و پشتوانه علمی دانشمندان مسلمان و ایرانی در مراغه پایه گذاری گردید. خواجه نصیرالدین طوسی، نخستین مدیر رصدخانه و متصدی امور اوقاف حکومت ایلخانی، اخترشناسان، ابزارسازان و راصدان برجسته مسلمان را از مناطق مختلف خاورمیانه امروزی گرد آورد و رصدخانه مراغه را به مرکزی برای گردآوری دستاوردهای اخترشناسی منجمان مسلمان در طی پنج سده از قرن هشتم میلادی تا آن روزگار، تعلیم و

تربیت دانشوران جوان، ساخت ابزارهای نجومی با تنوع و دقت اندازه گیری بیشتر و ابعاد بزرگتر، و مهمتر از همه رصدهای نوین برای تدوین تئوریهای جدید که در تطابق بیشتر با داده های تجربی باشد تبدیل نمود.

از جمله همکاران خواجه نصیر در رصدخانه که نقش محوری در انجام رصدهای جدید داشت محیی الدین مغربی بود. اطلاعات اندکی در خصوص زندگانی وی در دست است. بنا بر گزارش ابن الفوطی، کتابدار رصدخانه مراغه، نام کامل وی ابوالشکر یحیی بن محمد بن ابی الشکر بن حمید التونسی المغربی بود. تاریخ و محل ولادت وی مشخص نیست. در ربیع الاول ۶۸۲ق. / ژوئن ۱۲۸۳م. در مراغه درگذشته است. وی فقه مالکی را در دیار خویش آموخت. محیی الدین در نگاه ابن الفوطی، به عنوان یکی از نزدیکترین کسانی که مواد لازم برای آگاهی از روزگار وی را در اختیارمان می گذارد، چنین بوده: «أوحد دهره فی علم الهندسة واولقیدس ومعرفة الحساب، عالماً بالإرصاد ومعرفة الأبعاد وتقویم الكواكب والحکم الصائب». گروهی معدود از اخترشناسان در فعالیتهای رصدی از مهارت عملی برخوردار بوده اند. برجستگی محیی الدین در این شاخه از خلال آثار و عمدتاً از دو زیج وی، تاج الأزیاج که در سوریه نوشته شد و ادوار الأنوار که ثمره فعالیت‌های وی در رصدخانه مراغه بود مشهود است، چنانکه ابن الفوطی نیز وی را با عنوان اصلی «مهندس رصدی» می خواند.

زندگی محیی الدین را دستکم می توان به سه دوره متمایز تقسیم نمود:

الف/ از کودکی در غرب اسلامی تا زندگی در سوریه (حلب)

ب/ روزگار خدمت ملک ناصر دوم در حلب

ج/ روزگار بین سقوط ملک ناصر دوم تا رفتن به مراغه، رفتن به بغداد و بازگشت به مراغه

تقریباً از مرحله **الف** زندگی وی، اطلاعی در دست نیست؛ تنها از طریق ابن الفوطی می دانیم که وی مذهب مالکی داشته و به گفته ابن الفوطی در شهر خویش (که هرچند ابن الفوطی از زادگاه وی نام نمی برد ولی وی را تونس می داند) فقه را بر مذهب مالک بن انس فراگرفته بود.

از مرحله **ب** زندگی محیی الدین می دانیم که وی روزگاری را در حلب در خدمت سلطان «ملک ناصر یوسف بن العزیز الغازی بن الملک الناصر یوسف بن ایوب»، ملک ناصر دوم (۶۳۴ یا ۶۳۵ق. / ۱۲۳۷م. - ۶۵۸ق. / ۱۲۶۰م.)، از سلاطین ایوبی گذرانید. بنابراین وی پس از سال ۶۳۴ یا ۶۳۵ ق. در خدمت ملک ناصر دوم بوده است که در همین دوره نخستین اثر نجومی یا به بیان بهتر نخستین اثر نجومی تاریخدار خود، *تاج الأزیاج*، را نگاشته است.

مهمترین و در عین حال پربرترین دوران زندگی وی مرحله **ج** است که از سقوط ملک ناصر دوم آغاز می گردد. به گفته ابن الفوطی هنگامی که دمشق به دست مغولان فتح شد، محیی الدین به خدمت نصیرالدین طوسی در رصدخانه مراغه در می آید و به رصد و نگارش می پردازد. ابوالفرج غریغوریوس ابن عبری که با محیی الدین در رصدخانه مراغه دیدار کرده است (با توجه به اینکه ابوالفرج در زمانهای مختلف بین سالهای ۶۶۶ق. / ۱۲۶۸م. - ۶۸۵ق. / ۱۲۸۶م. در مراغه بوده و نیز با توجه به سال وفات محیی الدین زمان این ملاقات می باید بین ۶۶۶ق. / ۱۲۶۸م. - ۶۸۲ق. / ۱۲۸۳م. بوده باشد)، شرح کاملی از نحوه سقوط ملک ناصر و گریز محیی الدین از مرگ به دست مغولان از زبان خود او داده است: «به روز ۲۴ شوال در خدمت او [= ملک ناصر] بودم که امیر مغول با پنجاه سپاهی در رسید. ملک ناصر از خیمه بیرون شد بر او عرض کرد که پایین بیاید. وی امتناع ورزید و گفت: «هلاکو مرا گسیل داشته و گفته این روز برای ما روز جشن است و همه امیران را دعوت کرده، نزد ما حاضرند، پس تو، برادرت و فرزندان بدین منظور نزد ما درآیید.» ملک ناصر با بیست تن از نزدیکانش سوار و به سوی هلاکو رهسپار گشتند. پس از ساعتی بیست سوار دیگر بیامدند و بگفتند: «همه جماعت حاضر آید و از شما جز فرآشان، خرد بچگان، آشپزان و خدمتکاران نماند. پس ما را به مکانی ژرف بین سنگهای بلند بردند و از اسبان به زیر کشیدند و هر یک از ایشان یکی

از ما را مراقب بود. در این هنگام فریاد برآوردم که: «همانا مردی اخترشناسم و آگاه به حرکات ستارگان و سخنی دارم که تنها با پادشاه زمین می گویم». پس مرا بگرفتند و جدا از ایشان بنشانند و همه آن جماعت بکشتند و از ایشان جز دو فرزند ملک ناصر رهایی نیافتند که اسیر گشتند. سپس سوار شدند و به خانه های ملک ناصر بازگشتند و باقی جماعت را بکشتند. آنگاه امر را بر هلاکو گفتند و من به خدمت خواجه در رصدخانه مراغه شدم و فرزندان ناصر به خدمت هلاکو درآمدند.»

رصدهای محیی الدین در رصدخانه مراغه

رصدهای محیی الدین را می توان به سه گروه متمایز تقسیم کرد:

- ۱- گذر نصف النهاری اجرام سماوی (مشمتمل بر خورشید، ماه، سیارات بیرونی و هشت ستاره درخشان)
- ۲- رصدهای سه مهگرفت
- ۳- رصدهای نزدیکی یا اجتماع سیارات بیرونی به ستاره قلب الأسد (ستاره آلفا از صورت فلکی اسد)

رصدهای خورشیدی در سالهای ۶۳۳ تا ۶۳۴ یزدگردی/۱۲۶۴ تا ۱۲۶۵ میلادی انجام یافتند که هشت مورد از آنها توسط محیی الدین در رساله تلخیص المجسطی به دقت تشریح شده است. محیی الدین ارتفاع نصف النهاری خورشید (یعنی ارتفاع خورشید در حالت عبور از نصف النهار مراغه) را اندازه گیری کرد. این کمیّت به طول دایره البروجی خورشید تبدیل می شد که این به عنوان کمیّت پایه برای محاسبات خورشیدی به کار می رفت. محیی الدین با رصدهای ارتفاع خورشید در سه روز متوالی در حدود زمان وقوع انقلاب تابستانی و زمستانی در سال ۱۲۶۴ میلادی، میل دایره البروج، یعنی مقدار انحراف استوای سماوی از صفحه مدار زمین به دور خورشید (دایره البروج)، را ۲۳ درجه و ۳۰ دقیقه به دست آورد که فقط حدود دو دقیقه قوسی از مقدار حقیقی در آن روزگار کمتر است. خطای اندازه گیری ارتفاع خورشید در دوره های سه روزه یاد شده فقط حدود یک دقیقه قوسی بوده است. دو رصد خورشیدی دیگر به تعیین زمان وقوع اعتدال پاییزی سال ۱۲۶۴ میلادی و اعتدال بهاری سال ۱۲۶۵ میلادی مربوط است. خطا در زمان تعیین شده برای اعتدال پاییزی فقط ۲+ ساعت و در زمان تعیین شده برای اعتدال بهاری حدود ۱- ساعت است. چهار رصد باقیمانده در تعیین عناصر مدار خورشید در الگوی خارج مرکز، یعنی خارج مرکز، طول دایره البروجی نقطه اوج خورشیدی، مقدار متوسط حرکت روزانه خورشید و طول میانگین دایره البروجی خورشید در مبدأ زمانی زیجهای مراغه استفاده شده اند. میزان دقت ارتفاع نصف النهاری خورشید در شش رصد اخیر حدود ۴+ دقیقه قوسی است. با اتکا به این رصدها، محیی الدین یکی از دقیقترین تئوریهای خورشیدی بر ساخته در ادوار میانه اسلامی را بنیاد گزارد، به نحوی که حداکثر میزان خطا در طول دایره البروجی خورشید از محدوده بین ۵- (در میانه تابستان) و ۸+ دقیقه قوسی (در میانه زمستان) تجاوز نمی کند.

{برای تعیین دقت ۱۱ تئوری خورشیدی توسط دانشمندان مسلمان و مقایسه آن با دقت نظریات خورشیدی کوپرنیک و تیکو براهه به مقاله زیر رجوع کنید:

Mozaffari, S. Mohammad, 2018, "An analysis of medieval solar theories", *Archive for History of Exact Sciences*, 72, pp. 191–243.

در پیوند زیر:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00407-018-0207-1>

سه مهگرفت رصد شده توسط محیی الدین به تاریخهای ۲۸ اردیبهشت ۶۳۱ یزدگردی/۷ مارس ۱۲۶۲ میلادی، یکم تیر ۶۳۹ یزدگردی/۷ آوریل ۱۲۷۰ میلادی و ۱۸ فروردین ۲۴/۶۴۳ ژانویه ۱۲۷۴ میلادی باز می گردد. وی زمان بیشینه گرفت (maximum eclipse) این رصدها را با خطاهایی که حداکثر مقدار آن از ۵ دقیقه تجاوز نمی کند تعیین کرد. نخستین گرفت از نوع کامل بود و دو خسوف دیگر از نوع ناقص بود که محیی الدین مقدار گرفت آنها را با دقتی شایان توجه محاسبه کرده بوده است: $۵/۶ (= ۰/۸۳)$ برای خسوف سال ۱۲۷۰ میلادی (مقدار محاسبه شده بر اساس تئوریهای امروزی: $۰/۸۲$) و $۴/۵ (= ۰/۸۰)$ برای خسوف سال ۱۲۷۴ میلادی (مقدار امروزی: $۰/۷۷$). محیی الدین داده های رصدی این مهگرفتها را برای محاسبه پارامترهای ساختاری و حرکتی در الگوی قمری بطلمیوس به کار برد.

رصدهای سیاره ای محیی الدین به سه رصد هر سیاره بیرونی در هنگام عبور نصف النهاری آنها بر فراز مراغه مربوط است. طول و عرض دایره البروجی سیاره از مختصات افقی (بیشینه ارتفاع نصف النهاری) و زمان گذر نصف النهاری محاسبه می شد و سپس داده های مستخرج در طی یک فرآیند طولانی محاسباتی برای تعیین عناصر مداری در الگوی سیاره ای بطلمیوس به کار می رفت. محیی الدین بر این اساس دو مقدار جدید برای خروج از مرکز زحل و مشتری محاسبه کرد که با توجه به تغییر مقدار این پارامترها نسبت به مقادیر بطلمیوسی برای حدود ۱۱۰۰ سال پیش از آن، برتری نجوم رصدی وی را بر دیگر زیجهای روزگار وی که قریب به اتفاق بر پارامترهای بطلمیوسی متکی بودند نشان می دهد. وی همچنین شرح کامل رصد نزدیکی سیارات بیرونی به ستاره قلب الأسد را به دست می دهد (دو رصد برای زحل، یک رصد برای مشتری و یک رصد برای مریخ) که بر اساس آنها اندازه فلک تدویر این سیارات را که نشاندهنده نسبت شعاع مداری زمین به شعاع مدارات این سیارات است محاسبه نمود.

میزان خطای میانگین در رصدهای ارتفاع نصف النهاری توسط محیی الدین در مورد خورشید حدود $۳/۱$ دقیقه قوسی، در مورد سیارات بیرونی حدود $۴/۶$ دقیقه قوسی و در مورد هشت ستاره ثابت حدود $۶/۲$ دقیقه قوسی است. اندازه گیری زمان وقوع اجرام سماوی توسط ساعت آبی رصدخانه مراغه («منکام/بنکام»، معرب «پنگان» فارسی) با دقتی حدود ۵ دقیقه قوسی صورت گرفته بود.

محیی الدین به وضوح اشاره می کند که اندازه گیری ارتفاع اجرام سماوی با ربع جداری رصدخانه مراغه محقق شده بوده است. آنگونه که مؤید الدین العرضی در رساله فی کیفیه الأرصاء شرح می دهد، ابزار یاد شده از جنس مس با ابعاد عرض: سه انگشت و ضخامت: یک انگشت بود که در مرکز یک ربع چوبی با شعاع ۵ ذراع (هر ذراع حدود $۶۶/۵$ سانتی متر است) و عرض ربع ذراع نصب شده بوده است. محیط ربع به ۹۰ درجه و هر درجه به ۶۰ دقیقه تقسیم شده بوده است. یک محاسبه ساده نشان می دهد که هر دقیقه قوسی طولی معادل حدود یک میلی متر داشته است. محیی الدین آنچنان به این ابزار دل بسته بود که شعری در ستایش آن سروده بود: أنا ربع دائرة الفلك/طوبی لمن مثلی ملک/ابی تدرک الأوقات حقاً/ویقیناً دون شک. این شعر به خط مجدالدین ابو محمد الحسن بن ابراهیم بن یوسف البعلبکی بر روی ربع نقش بسته بود.

برای مطالعه شرح کامل رصدهای محیی الدین به منبع زیر رجوع کنید:

Mozaffari, S. Mohammad, 2018, "Astronomical observations at the Maragha observatory in the 1260s–1270s", *Archive for History of Exact Sciences*, 72, pp. 591–641.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00407-018-0217-z>