

بررسی انتقادی تأثیر ابن سینا بر جریان اخترشناسی در دوره اسلامی و نقد نظریه «انقلاب علمی در رصدخانه مراغه»^۱

سید محمد مظفری^۲

عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات نجوم و اختر فیزیک مراغه، مراغه، ایران

چکیده

در این مقاله به سه تأثیر عمده بوعلی سینا بر نجوم دوره اسلامی پرداخته می‌شود: نخست، وی تمایزی روش‌شناختی بین نجوم به عنوان علمی محاسباتی و برهانی، و تنجیم، به عنوان علمی تخمینی نهاد و از این رو یک انفکاک اصولی بین نجوم و تنجیم، که در سراسر نجوم بابلی و یونانی و اسکندرانی به منزله یک کلّ پنداشته می‌شدند، رقم زد؛ دوم، دفاع وی از فلسفه ارسطویی در برابر تشکیکات ذهن تجربی ابوریحان بیرونی است که از نقش مثبت عوامل جامعه‌شناختی به نفع وی نیز سود برده بود؛ سوم، تأثیر آموزه‌های مشایی با قرائت سینوی در فعالیت‌های نجومی دوره نخست رصدخانه مراغه، حلقه علمی نصیرالدین طوسی، است. این تأثیرات در مقیاس دانش نجوم واجد جنبه‌های منفی و مثبت بوده است: تأثیر نخست گامی رو به جلو محسوب می‌شود، در حالی که دو تأثیر بعدی، یا به کاستن قدرت دانش نجوم و ناتوانی آن در تغییر باورهای رایج فلسفه طبیعی منجر شد یا در برخی جای‌ها و برهه‌ها منجر به فروکاستن آن تا حدّ یک دانش هندسی گردید.

کلیدواژه‌ها: نجوم، تنجیم، بوعلی سینا، فلسفه مشاء، مکتب مراغه.

۱. تاریخ وصول: ۸۹/۵/۵؛ تاریخ تصویب: ۸۹/۷/۲۱.

۲. این مقاله بر اساس نتایج حاصل از یک طرح پژوهشی مصوب در مرکز تحقیقات نجوم و اختر فیزیک مراغه استخراج و تدوین گردیده است.

۳. پست الکترونیک: mozaffari@riaam.ac.ir

مقدمه

در مقاله‌ای که در شماره پیشین همین مجله به طبع رسید، دستاوردهای ابن‌سینا در حیطه نجوم بررسی شد. در ابتدای همان مقاله به سه تأثیر عمده و قابل تشخیص بوعلی سینا بر نجوم ادوار میانه اسلامی به صورت گذرا اشاره رفت. در این مقاله سعی بر آن داریم که به واکاوی آن سه تأثیر بپردازیم؛ یعنی (الف) انفکاک نجوم از تنجیم/احکام نجوم و قرارداد اولی در علوم تعلیمی و وانهادن دیگری به علوم طبیعی؛ (ب) مناظره وی با ابوریحان بیرونی، و (ج) تأثیر نامشهود وی بر فعالیت‌های نجومی در رصدخانه مراغه، جایی که خوانش سینایی از فلسفه مشاء مبنای فلسفی حلقه نصیرالدین را تشکیل می‌داده است.

بحث در باب موارد (ب) و (ج) در حقیقت، تبیین تأثیر نامحسوس و گاه نامرئی اندیشه مشایی با خوانش سینایی بر فرآیند بالندگی اخترشناسی دوره اسلامی در دو برهه زمانی (نیمه نخست سده یازدهم و نیمه دوم سده سیزدهم) است.

بحث در باب موارد (الف) و (ب) به نوعی به روش‌شناسی کار بوعلی مربوط می‌گردد. مورد (ب) نحوه برخورد ابن‌سینا فیلسوف و تأثیر ذهن ارسطویی وی را با اخترشناسی نشان می‌دهد، آن هم در روزگاری که سنت دیرپای نجوم یونانی از حدود یک هزاره پیش از آن (یعنی، از زمان هیپارخوس) و منحصراً از زمان بطلمیوس (سده دوم م.) به تمایز و تفکیک جدی روش‌شناسی نجوم از فلسفه طبیعی ارسطویی انجامیده بود. این تفکیک در نزد بخشی از منجمان دوران اسلامی به چالشی جدی منجر شد که به صورتی تمام عیار در مکتب مراغه متجلی گشت. همین امر تأثیر ابن‌سینا را تا نیمه دوم سده ۱۳ م.، یعنی زمان برآمدن مکتب مراغه در دوره نخست فعالیت‌های علمی در رصدخانه مراغه که به الگوپردازی‌های هندسی صرف از حرکات افلاک پرداخت، تداوم می‌بخشد (ج). در بند I این مقاله به موارد (الف) و (ب) و در بند II به مورد (ج) پرداخته می‌شود.

برهه نخست تأثیر ابن‌سینا بر نجوم، یعنی زمان حیات وی (نیمه نخست سده ۱۱ م. نیمه دوم سده چهارم و نیمه اول سده پنجم هـ) شاهد نخستین اصطکاک قابل توجه در تشکیک مبتنی بر روح تجربی و دفاع مبتنی بر چهارچوب فلسفی بوده است که در پرسش‌های بیرونی و

پاسخ‌های ابن سینا متجلی می‌گردد.^۱ درباره این پدیده در تاریخ علم به اندازه کافی بحث شده است، اما تاکنون بدان از منظر اتّفاقی بالقوه که می‌توانست بین علم تجربی و فلسفه طبیعی به خدای بالفعل بدل گردد، نگریسته نشده است؛ شاید از آن رو که تاریخ علم با رویکردی بجا - که آن را می‌توان یکی از اصول شایسته آن دانست - از انتساب مفاهیم جدید به مقولات پیشین سر باز می‌زند، چنان که در اینجا نیز با توجّه به سیر تاریخی نمی‌توانیم جریان این رخداد را منازعه‌ای بین علم تجربی و فلسفه طبیعی بدانیم؛ چرا که تمایز معناشناختی “science” از “natural philosophy” به روزگار پس از نیوتن باز می‌گردد،^۲ اما دست کم می‌توان به این نکته ناگفته اشاره کرد که بین پرسش‌های ابوریحان و پاسخ‌های بوعلی نوعی «عدم قرابت مفهومی» به چشم می‌آید، چنان که این دو گویی از دو منظر کاملاً متباین به موضوعی واحد می‌نگرند، گرچه سنت علمی واحدی بر هر دو محیط است. فهم علت ناکام ماندن بیرونی در این جریان، در درک این تفاوت مهم نهفته است. او در پرسش‌های خود برخی از اساسی‌ترین قراردادهای فلسفه ارسطویی را به چالش می‌کشد و شکیات خود را دقیقاً بر نقاطی وارد می‌آورد که ارسطو براهین کافی بر صحتشان اقامه نکرده بوده است^۳ و برخی از اخلاف وی در شرح‌ها و تحشیه‌های متأخر به آنها پرداخته بودند. اما جالب اینجاست که ابن سینا در مقام مدافع سنت ارسطویی با تکیه بر همان اصول تنها به «تکرار» آموزه‌های مشائی می‌پردازد و دقیقاً در اینجاست که آن عدم قرابت مفهومی هویدا می‌شود و در نتیجه همان گونه که از خلال مجموعه پرسش‌های بعدی بیرونی بر می‌آید، طبیعتاً با نوعی شگفتی و استیصال پرسشگر مواجه می‌گردیم. اینجاست که گرچه جرج سارتون در ترجیح بیرونی (نیمه نخست سده ۱۱م.) در تسمیه آن روزگار بر بوعلی نوعی طیب خاطر بروز می‌دهد، اما این نکته برجای می‌ماند که این مقابله شاید نخستین مواجهه جدی «بخشی از نجوم دوره اسلامی» (با عیار قابل توجهی از روح تجربی‌گرایی و میل به حرکت‌گریز از مرکز فلسفه) با «چهارچوب فلسفی

۱. وی چنین اصطکاک‌هایی با برخی متکلمان زمان خود نیز داشته که در برخی از آنها (همانند قضیه بیرونی) فلسفه طبیعی موضوع چالش بوده است؛ برای بررسی منازعه او با عبدالجبار، حکیم معتزلی (درگذشته در ۴۱۵هـ)، نک: “Rocks”, Dhanani.

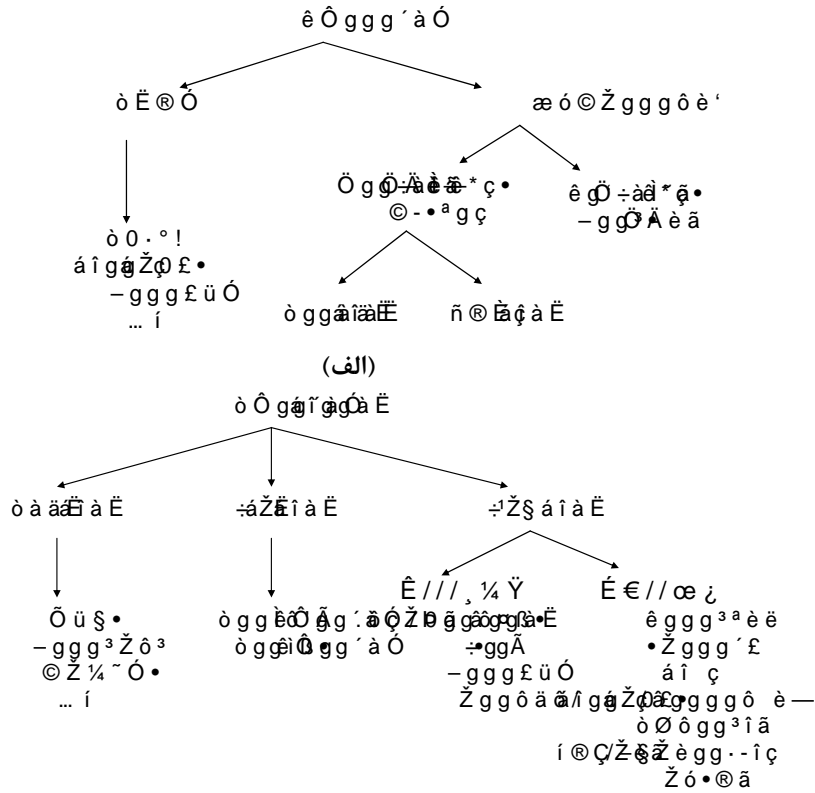
۲. در این زمینه و نیز بررسی تأثیر دین، برای نمونه، نک: Osler, 91-113.

۳. مانند پرسش هشتم بیرونی که در آن ترجیح حرکت رو به مشرق افلاک را در فلسفه ارسطویی به چالش می‌کشد. چرا که نزد ارسطو حرکت مستدیر ضدّ ندارد (نک: پانوش ش. ۱۸). برای متن این پرسش و پاسخ‌ها نک: نامه دانشوران، ۱۹۳/۱۶-۲۲۶. همین انتقاد را غزالی نیز وارد می‌آورد؛ نک: تهافت المتأله، ۲۲۴-۲۲۷.

رایج» است. این مواجهه پیش از این در برخورد جدی دین و امر مقدس با مسأله تنجیم رخ نموده بود، جایی که اسلام در رویارویی با مسأله تنجیم که برخی زیرساخت‌های اصولی دین از قبیل قضا و قدر، اراده الهی و تقدیر را به چالش می‌کشید، منجمان را به سوی ایجاد «تمایزی همه جانبه» (روش شناختی، مفهومی و معناشناختی) بین نجوم و تنجیم سوق داد و در اینجا بود که این دو مقوله پیوسته و آمیخته در کل نجوم بابلی، یونانی و اسکندرانی به دو وادی متمایز تعلق گرفت؛ و جالب این که اولاً، تنجیم به قلمرو «فلسفه طبیعی» فروکاهیده شد و ثانیاً، این فارابی و بوعلی سینای فیلسوف بودند که این افتراق را به الگویی استانده بدل نمودند (در شکل ۱، الگوی تقسیم بندی علوم از منظر بوعلی و ابوسهل مسیحی، استاندارد وی در طب، برای مقایسه ارائه شده است) و از این رو، جز معدودی از اخترشناسان بزرگ مسلمان (و عمدتاً متعلق به غرب اسلامی، مانند مسلمة مجریطی، د ۳۹۷ هـ و محیی الدین مغربی، د ۶۸۲ هـ) بقیه مشخصاً رسالاتی در رد احکام نجوم تصنیف نمودند (چنان که پیشتر گفته آمد، ابن سینا نیز رساله‌ای در این باب نوشته است). اما در این مواجهه دین با تنجیم که خود بر کشش و نزدیکی بسیار بین نجوم و دین افزود،^۱ به وضوح نقش حمایت‌گرانه دین به مثابه عامل قدرتمند فراعلمی را می‌توان مشاهده نمود به نحوی که جریان عناد دین و تنجیم به نزدیکی دین با نجوم (به معنی علم $\dot{E} X_{علم}$)^۲ انجامید، در حالی که همین جریان که فلاسفه را به جدایی نجوم از

۱. نزدیکی نجوم به دین چنان بوده که نجوم در سده‌های ششم و هفتم هجری «علم الموافقت» خوانده می‌شده است (مانند رساله ابوعلی مراکشی، جامع المبادی والغایات فی علم المیقات، که درباره نجوم کروی و ابزارهای نجومی است) یا برخی از منجمان بزرگ این دوران خود موقت بوده‌اند؛ مانند ابن شاطر، موقت مسجد اموی دمشق (درباره وی نک: ادامه مقاله) یا ابوعلی حسین بن ابی جعفر احمد بن یوسف بن باصو الأضمعی، اخترشناس مسلمان سوری و سازنده نوعی اسطرلاب منحصر به فرد (در گذشته به سال ۷۱۶ هـ)، با القابی نظیر «امام المؤمنین» و «امین اوقات الصلوة» خوانده می‌شد (Calvo, 6). همچنین درباره منازعه دین با تنجیم و نسبت دین با تنجیم نک: Saliba, History, 53ff.

۲. در علم دوران اسلامی «نجوم» واژه‌ای بسیار کلی است که مشتمل بر اخترشناسی سنتی اعراب (folk astronomy)، کیهان‌شناسی‌های دینی بر گرفته از متون مقدس (به ویژه قرآن) و متون فلسفی نظیر تیمائوس افلاطون و آسمان ارسطو است اما بخش عمده نجوم دوران اسلامی حاوی دو سنت مهم است؛ یکی «نجوم عملی» (practical astronomy) (که در آن از ابزارهای ریاضی برای حل مسائلی مانند وضعیت‌های سیاره‌ای، محاسبه اوقات، اعیاد مذهبی و غیره استفاده می‌شد) و دیگری، «نجوم نظری» (theoretical astronomy) (که به کیهان‌نگاری‌های فیزیکی بر پایه مدل‌های ریاضی «بدون تحلیلات و پس زمینه فلسفی» می‌پرداخت). این دو سنت اخیر پس از سده ۵/۱۱ هـ به ایجاد علم $\dot{E} X_{علم}$ به عنوان یک انتظام منفرد ریاضی انجامید که مستقل از



شکل ۱. تفاوت تقسیم‌بندی علوم از منظر بوعلی سینا (الف) و ابوسهل مسیحی (ب)
 (برگرفته از: Gutas, 148؛ براساس رساله فی أقسام العلوم العقلیة، در ابن سینا، تسع رسائل)

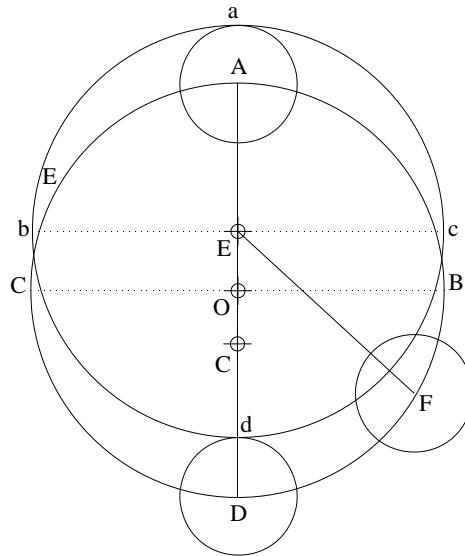
نوشتار پیش رو، نخستین گام در «تئوریزه» کردن، تنویر و تحلیل این واقعیت تاریخی است که افکار مشائی با قرائتی که ابن سینا از آن به دست داد - و بدین واسطه مظهر اندیشه ارسطویی در جهان اسلام گردید - در یکی از برهه‌های حساس در تاریخ نجوم (سده هفتم/هـ ۱۳ م. در مراغه) تأثیری قهقرایی و خلاف روش و اندیشه علمی (در مفهوم scientific) که جوانه‌های نخستین آن در دوران شکل‌گیری و زایش علم در این قلمرو تمدنی (نیمه دوم

سده هشتم تا نیمه دوم سده دهم م. سربرآورده بود، برجای نهاد و زمانی که تجمع عوامل تاریخی، انسان‌شناختی و جامعه‌شناختی بسان بستری آماده برای گسترش بنیان‌های علمی درآمد بود، حکم به بازگشت به آموزه‌های کهن داد؛ گرچه در ظاهر امر، ما با اجتماعی از نظریات و انتقادات ستایش برانگیز و درخور اعتنا در «مکتب مراغه» مواجهیم، اما واقعیت امر این است که نظریات بیش از آنکه تجربی باشند، صرفاً نوعی «تبیین هندسی» و به وجهی، «فلسفی» اند. مبنای این نظریات، پرداخت و صورت‌بندی‌شان، و مهم‌تر از همه فقدان آزمونگرایی یا تخصیص بخشی از این فرآیند نقد به شواهد تجربی و اتخاذ مشاهدات یا ارائه برنامه‌های رصدی برای تکمیل ملزوماتی که با ارائه این نظریات رخ می‌نمایند (و متعاقباً بدانها اشاره می‌شود)، همه مؤید این نظرند.

پیش از پرداختن به مکتب مراغه و بررسی تأثیر بوعلی سینا بر آن، ابتدا ناگزیریم تا (۱) به اختصار علل نقد نظرات بطلمیوسی را که به ارائه مدل‌های هندسی در حلقه علمی نصیرالدین طوسی انجامید و بعدها توسط ای. اس. کندی به «مکتب مراغه» مسمی گشت، بازگوییم و سپس (۲) به خود «مکتب مراغه» و ماهیت این مدل‌ها بپردازیم که در این میان ناگزیر از ارزیابی میزان توفیق مکتب مراغه نیز هستیم. در ضمن این بحث به این نکته بر خواهیم خورد که اثبات تأثیر قطعی فلسفه مشاء بر نجوم مراغه به نگاهی واقع‌گرایانه‌تر (و نه لزوماً بدبینانه) از آن می‌انجامد که خود در چالش جدی با نظریه «انقلاب مکتب مراغه» به مثابه رویکردی ضد تاریخی است. از آنجا که نظر اخیر از آن جرح صلیبا است و بسیاری از مستندات مقاله حاضر از هموست، در اینجا برای شرح امور واقع تاریخی به خود وی استناد می‌کنیم.

(۱) بطلمیوس در مجسطی حرکت هر سیاره را به صورت حرکت در فلک تدویری در نظر گرفت که مرکز آن بر فلک حاملی مستقر است. این فلک حامل گرد مرکز عالم می‌چرخد اما حرکت کره تنها نسبت به یک نقطه یکنواخت است (یعنی در زمان‌های مساوی، مکان‌های مساوی را می‌پیماید) که این نقطه مرکز عالم نیست، بلکه با آن فاصله دارد. این مدل که در مجسطی (IX/6) برای همه سیارات به جز عطارد ارائه گردیده، در شکل ۲ نشان داده شده است: هر یک از دوایر کوچک فلک تدویر هستند. C مرکز دایره البروج، abcd دایره خارج مرکز، به مرکز E، که قطر آن از نقاط اوج (a) و حضیض (d) می‌گذرد و ABCD دایره خارج مرکز، به مرکز O، که همان فلک حامل است و مراکز فلک تدویر بر آن قرار دارند. مرکز فلک تدویر، F، که در اوج و حضیض به ترتیب بر نقاط A و D منطبق می‌گردد، نسبت به

نقطه E حرکت یکنواخت و منظم دارد نه نسبت به نقطه O، مرکز حامل، یا نقطه C، مرکز عالم.



شکل ۲. مدل تدویر- حامل

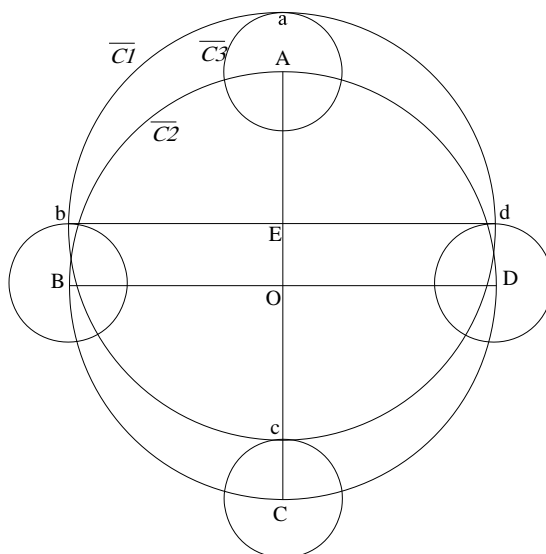
به نظر صلیبیا، «این افلاک در مجسطی به صورت دایره نشان داده شده و بسان منحنی‌های ریاضی بدون هیچ گونه تلاشی برای موزون ساختن این حرکات با حرکات اجرام فیزیکی توصیف شده‌اند. هر چند وی [بطلمیوس] در «نظریات سیاره‌ای»^۱ «الاقتصاص یا کتاب المنشورات» این افلاک را به صورت اجرام فیزیکی توصیف می‌کند، اما باز هیچ کوششی برای انطباق این افلاک با دوائر ریاضی که برای توصیف کیهان در مجسطی به کار رفته، به عمل نمی‌آورد. این نوع ملاحظات مورد توجه ابن هیثم (د ۱۰۴۸/۵۴۴۰م) در الشکوک علی بطلمیوس و ابن سینا و شاگردش، ابو عبید جوزجانی (د ۱۰۷۰/۵۴۶۲م)، قرار گرفت. طبق نظر ابن هیثم نمی‌توان پذیرفت که کیهان فیزیکی که می‌تواند یک کره باشد، به طور یکنواخت بر گرد محوری بچرخد که از مرکز آن نمی‌گذرد. معدل المسیر بطلمیوسی نقض این قاعده بود و در

نظر مسلمین دال بر این بود که مدل‌هایی که با استادی در مجسطی توصیف شده‌اند، نمی‌توانند توصیفی از کیهان فیزیکی واقعی باشد.^۱

«کار ابوعبید [ابن سینا] به طور عمده بر مسأله معدل المسیر معطوف گشت.^۲ مدلی که در بند پیشین از آن سخن گفتیم، در شکل ۳ نشان داده شده است. در اینجا دایره C_2 فلک حامل و AOC و BOD دو قطر آن است (قطر اول از نقاط اوج و حضیض می‌گذرد). چهار دایره کوچکتر، فلک تدویر (C_3) را بر این چهار نقطه نشان می‌دهند. وقتی که فلک حامل به سمت شرق حرکت می‌کند، نقطه A به نقطه D، پس از آن به C، سپس به B می‌رسد و در نتیجه، نقطه a که بر فلک تدویر قرار دارد، نیز به نقاط b، c و d می‌رسد. چنان که مشخص است کمان‌های AB ab، DC dc، CB cb و BA ba (همه مساوی با ربع دایره اند)، یعنی نقطه a نسبت به نقطه E (مرکز دایره abcd) و نه نقطه O در زمانهای مساوی زوایای مساوی را پیموده است. ابوعبید/ابن سینا نقطه A (همین طور نقاط B, C, D) را «مرکز ثابت تدویر» و نقطه a (همین طور نقاط b, c, d) را «مرکز متحرک تدویر» یا «مرکز تدویر حقیقی» می‌نامد.^۳ در این مدل مرکز فلک حامل بر مرکز عالم منطبق است.

1. Saliba, History, 250–251
2. Saliba, History, 251

۳. بر اساس توضیحات متن رساله (Saliba, History, 105–108).



شکل ۳. مدل پیشنهادی ابن سینا/جوزجانی برای حل مشکل معدل المسیر

این مدل با مدل بطلمیوس تنها یک تفاوت ساده دارد: در حقیقت وی با متحرک انگاشتن مرکز فلک تدویر، فاصله EO (بین مرکز فلک حامل و مرکز معدل المسیر) را بین مرکز فلک تدویر و نقطه‌ای بر محیط فلک حامل قرار می‌دهد تا به این وسیله یکنواختی حرکت سیاره حفظ شود، ولی این مدل از بسیاری ملزومات مانند خروج از مرکز مدار سیارات (منطبق نبودن مرکز حامل بر مرکز عالم) غفلت کرده است، چنان که بعدها قطب الدین شیرازی آن را «باطل»، «خطای صریح» و «غلط فاحش» نامید.^۱

(۲) به نظر صلیبا، «دو سده بعد مرکز این فعالیت‌ها به غرب اسلامی منتقل گشت و نام‌هایی چون البطروجی (۵۹۶/۱۲۰۰م)، ابن رشد (۵۲۰/۱۱۲۶م-۵۹۴/۱۱۹۸م) و جابر بن افلق (۵۹۶/۱۲۰۰م) پدیدار گشت، اما نتایج متمایز، چه از جهت فنی و چه به لحاظ نظری، به انتظار دانشوران مراغه ماند...».

جالب اینجاست که چنان که پیشتر نیز گفتیم، مدل‌های اندلسی تماماً ارسطویی‌اند. در حقیقت منجمان اندلسی فوق‌الذکر حل مشکلات و ناسازگاری‌های مدل بطلمیوس را با

۱. به نقل از: Saliba, History, 89

رهیافت‌های «عقلی منتج از فلسفه طبیعی» («ارسطویی») به بازگشت قهقرایی به مدل‌های افلاک متحد‌المرکز ارسطویی و مطابق با همان شیوه‌ای که وی در کتاب هشتم مابعدالطبیعه (Metaphysics VIII) به بیانشان پرداخته بود، احاله دادند (همانند مدل خورشیدی بوعلی که می‌توان آن را پیشگام این عرصه دانست).

خولیو سامسو، در مقاله‌ای انتقادی این نظرات صلیبا را به چالش کشید.^۱ از نظر وی، مطابق با روایات تاریخی، ابن‌باجه، شاگرد ابن‌سید، فقط ریاضیدانی خوب بوده که می‌توانسته مهرگرفت‌ها را محاسبه کند. جالب این‌که وی از بطلمیوس در برابر انتقادات ابن‌هیثم و ابن‌الزرقانی دفاع کرده است! یا ابن‌میمون تنها می‌توانسته از «زیج بتانی» برای استهلال استفاده کند. جز این، درباره کفایت نجومی ابن‌رشد یا ابن‌طفیل چیزی نمی‌دانیم. سامسو ضمن اثبات نوافلاطونی بودن مدل بطروجی و تأثیر آن از نظرات ابوالبرکات بغدادی (که عقاید وی توسط شاگردش، اسحاق بن‌ابراهیم بن‌عذرا در اندلس معرفی شد)، ارتباط این مدل‌ها با انتقاد ابن‌هیثم از بطلمیوس را زیرسؤال برد: باز آنچه از متون تاریخی قابل‌بازیافت است، این است که کتاب المناظر ابن‌هیثم در نزد سلطان مؤتمن سرقسطی موجود بوده، ابن‌باجه با شکوک علی‌بطلمیوس وی آشنایی داشته، و اینکه کتاب *عنه فی العالم* وی در انتهای قرن ۱۳م در اندلس موجود بوده است، زیرا این اثر در پایان سده ۱۳م. و اوائل سده ۱۴م به لاتین ترجمه شده است؛ انتشار این کتاب در اندلس بسیار محدود بوده، چرا که تنها در یک اثر به نام *الطّب القشطلی* که مؤلف آن پزشکی مجهول *عنه* و یهودی است، بدان اشاره شده است.^۲

سامسو پس از ارائه این شواهد تاریخی، در ادامه می‌نویسد: «آنان [منجمان اندلسی] به هیچ وجه نمی‌توانستند در خط آن سنت [علم] الهیته‌ای باشند که به مکتب مراغه انجامید».^۳ صلیبا کل فرآیند نقد بطلمیوس را چنین تصویر می‌کند: انتقاد از مجسطی بطلمیوس توسط ابن‌سینا و شاگردش ابوعبید جوزجانی، سپس ابن‌هیثم و آنگاه انتقال این تجربیات به غرب اسلامی و پیگیری این فرآیند توسط جابر بن‌افلح، ابن‌باجه، بطروجی، ابن‌طفیل و ابن‌رشد و آن‌گاه وصول این میراث به اصحاب رصدخانه مراغه و سیر افزایشی ادبیات نقد و تجلی آن در

1. Samsó, Paper XII, 6.

انتقاد سامسو مشخصاً بر یکی از مقالات صلیبا به نام «سنت نجومی مراغه: برآوردی تاریخی و پیگردهایی برای پژوهش‌های آتی» (Saliba, 257-290) است.

2. Samsó, Paper XII, 5

3. Ibid, XII, 7

قالب مدل‌های متکثر بطلمیوسی و در نهایت رسیدن آن به نقطه اوج در آثار ابن شاطر دمشقی.^۱ این - براساس نقد سامسو و نیز مطالبی که در ادامه پیرامون مکتب مراغه می‌آوریم - تجسمی است از یک فرآیند مستمر تاریخی که زیبا و دل‌انگیز جلوه می‌کند اما نادقیق و ناشی از نوعی نگرش پیشینی از تاریخ و ناگزیر مشوّب به اتخاذ دیدی جانبدارانه به آن است. صلیبا ادامه می‌دهد که «... مهم‌ترین نتیجه فعالیت‌های مراغه در بعد فلسفی - که اهمیتی معادل با ابعاد ریاضی و فیزیکی دارد - این بود که اخترشناسی چیزی بیش از توصیف رفتار اجرام فیزیکی به زبان ریاضی است و نباید به صورت تئوری‌های ریاضی برای حفظ پدیده برجای ماند».^۲

(الف) مشکل مهم، دقیقا در همین بعد فلسفی مکتب مراغه است

صلیبا که بین کاربرد الفاظ سنت/Tradition، مکتب/School و انقلاب/Revolution برای مراغه به نوعی سرگردانی دچار است، مکتب مراغه را به صورت التقاطی «انقلاب مکتب مراغه» نامید^۳ و با جسارت بیشتر بدان نام «انقلاب مراغه» داد و چنین اظهار نمود که: «انقلاب مراغه از یکسو نقطه اوج فعالیت‌هایی است که بین سده‌های نهم و ۱۲م قرار می‌گیرد، اما از سوی دیگر پیوند ضروری با نجوم کوپرنیکی دارد که بدون آن، شرح نجوم کوپرنیکی دشوار خواهد بود».^۴ وی ادعای بزرگتری نیز مطرح می‌کند، که به نظر می‌رسد قصد دارد به واسطه آن به طور ضمنی نفس وجود انقلاب علمی در مراغه را توجیه کند: «مهمترین وجه این سنت [یعنی سنت مراغه] مواجهه با این واقعیت است که تقسیم بندی ارسطویی حرکت به مستدیر و مستقیم الخط^۵ درست نیست؛ زیرا، حرکت [مستقیم الخط] با اعمال فقط حرکت مستدیر ایجاد خواهد شد». اشاره وی در اینجا به زوج طوسی است (شکل ۵). این که آیا زوج طوسی در صد اثبات چنین اظهاری است یا نه، مورد مهمی است که در ادامه بدان می‌پردازیم.

همچنین پرسش‌های مهم دیگر و مرتبط با بند الف این است که:

(ب) مدلدردازی‌های مکتب مراغه که در شکل ۴ گردآمده‌اند، چه تفاوت ماهوی با مدلدردازی‌های بطلمیوس (شکل ۲) و ابوعبید/ابن سینا (شکل ۳) دارند؟ نسبت این مدل‌ها با تجربه چیست؟ آیا این مدل‌ها از مشاهده منتج شده‌اند یا بر شواهد حاصل از ارصادات تطابق

1. Saliba, History, 252
2. Ibid, 256
3. Ibid, 250
4. Saliba, History, 257

دارند (به بیان دیگر، آزمون پذیر یا تبیین کننده‌اند)؟ از این پرسش‌های کلی که بگذریم، به یک مسأله جزئی می‌رسیم: آیا این مدل‌ها قادرند تا مشکل مدل‌های بطلمیوسی را در عرض سیارات (همان انتقادی که بیرونی در رساله مفقود/بطلال/البهتان مطرح کرده بود) حل کنند؟



شکل ۴. مدل‌های سیاره‌ای مکتب مراغه

[برگرفته از پویانمایی‌های طراحی شده توسط پروفسور دنیس دوک،

<http://people.scs.fsu.edu/~dduke/arabmars.html>

پاسخ به این پرسش‌ها منفی است. ابوعبید/ابن سینا تنها یک تفاوت هندسی در مدل بطلمیوس پدید آورد تا نتیجه «نامعقول» حرکت یکنواخت سیاره به گرد نقطه‌ای غیر مرکز عالم را مرتفع سازد. تمام سعی مدل پردازان مراغه (این مدل‌ها در شکل ۴ جمع شده‌اند) نیز در همین جهت به کار رفته است، تنها با این تفاوت که این مدل‌های صرفاً هندسی‌اند که با گذشت زمان و نیز شاید به دلیل تبحر علمی بیشتر سازندگان آنها، استادانه‌تر و پیچیده‌تر شده‌اند. مهم‌ترین ملزوم علمی این پیکربندی‌های نوین افلاک (که پاسخگوی سؤالات بند ب باشد)، محاسبه و لحاظ

نمودن تغییرات در عرض دایره البروجی است، اما در برنامه‌های رصدی مراغه هیچ جایی برای آن در نظر گرفته نشده بود، گو این که - طبق شواهدی که در بالا مرئی داشتیم - برنامه رصدی مراغه فاقد کفایت علمی حتی برای کمیات پایه سیاره‌ای بود.

اینک نگاهی به رصدخانه مراغه بیندازیم:

رصدخانه در سال ۱۲۵۹/۵۶۵۷م برپا گشته و دست کم تا ۷۰۳/۱۳۰۴م و حداکثر تا ۱۳۱۶/۵۷۱۶م پابرجا بود.^۱ منابع موجود از طولانی شدن زمان ساخت ابزارهای نجومی آن سخن می‌گویند. با آن که جای تردید است که کل بنا در دوران حکمرانی ایلخان اول، هلاکو، کامل شده باشد اما پژوهش‌های جدی همراه با برنامه‌های رصدی از سال ۶۶۰ هـ / ۱۲۶۲م آغاز شد و تا پس از مرگ هلاکو (۶۶۳ هـ / ۱۲۶۵م) و حتی پس از وفات نصیرالدین طوسی (۶۷۲ هـ / ۱۲۷۴م) ادامه یافت. با توجه به درخواست خواجه از هلاکو مبنی بر در نظر گرفتن دوره‌ای سی ساله (دوره تناوب حرکت انتقالی زحل) 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 (دوم ق م) بطلمیوس (دوم م)، منجمان مأمون، البتانی، ابن‌علم و ابن یونس می‌داند.^۲ زیج / ایلخانی حتی به مثابه دستاورد علمی هر چند کم فروغ و بالطبع مشمول زمان، ابدأ نمی‌توانست نتیجه‌ای بسامان و بایسته از فعالیت پرشوری قلمداد گردد که در مراغه در قالب فعالیتی بین‌المللی آغاز شده بود. نتایج ارسادات 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^۳ و این حقیقت - شاید تلخ - حتی در زمان متأخران نزدیک ایشان که آنان نیز همچنان در سایه حکومت مغول می‌زیستند، دانسته شده بود؛ چنان که برخی که در زمره دانشوران طراز اول این رشته نیز نبودند و در رده نویسندگان علمی باید به شمارشان آورد، بر آن خرده می‌گرفتند و به زیجهای پیشین که بر فرآورده حلقه نصیرالدین سبق می‌برد، یا زیج‌های معاصر - که برخیشان، همچون زیج «ادوار الأنوار» محیی‌الدین مغربی در همان رصدخانه مراغه صورت تدوین یافته

1. Sayili, 190 and 213.

2. Sarton, 1007.

3. King, 604.

بودند - و گاه به زیج‌های پسین استناد می‌کردند؛ از آن جمله محمد بن سنجر کمالی که زیج /شرفی را در شیراز نگاشته که نسخه‌ای منحصر به فرد از آن در کتابخانه ملی پاریس موجود است،^۱ در ابتدای باب نخست از مقالات سیوم 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» کرده‌اند 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.» [۱۱۷ر.]

در مثال دیگر می‌توان از سید محمد، معروف به سید منجم، یاد کرد که در *لطائف الکرام فی
احکام الأعوام* که اثری تنجیمی است و پس از ۸۲۴ق به نگارش درآمده،^۲ حتی در استخراج
احکام نیز *زیج ایلخانی* را شایسته اعتماد ندانسته است:

«به وقت احکام کردن هر چیزی را شرط اما شرط آن است که دلایل که استخراج
کرده باشد در حساب، سهو نرفته باشد و نیز از کتابی استنباط کرده باشد که معتمد
علیه / باشد و راصدان به هنگام رصد مساهله نکرده باشند؛ چنانکه درین تاریخ که
مائیم اعتماد بر کتاب محقق سلطانی است که وضع آن بر اصول رصد جدید ایلخانی
کرده‌اند نه بر زیج ایلخانی، چه آن بر اصول آن رصد نیست بلکه بر اصول ارساد قدیمه
است. از آن است که هرگز محسوب این، موافق مرئی نیست و تفاوت فاحش در طول
و عرض مشاهده کرده می‌شود و احکامی که از آن دلایل می‌سازند، **اکثر خطا
می‌افتد و این از بی بصری ارباب فن است چه در این روزگار غرض ایشان
کسب نان است نه فضیلت و تحقیق حال؛** و کسان نیز که به تقاویم ایشان التفات
می‌فرمایند مطلوب ایشان به جز موضع ماه نیست و دانستن ایام و شهور. اگر

1. MS. Paris, Bibliothèque Nationale, suppl. Pers. No. 1488, 1^v-251^r.

۲. وی در رساله آورده که طالع سال ۳۴۳ ملکشاهی (۷ ربیع الأول ۸۲۴ ق.) را در افق لاهیجان استخراج کرده
است: «چنانکه در تاریخ هفتم ربیع الأول سنه أربع و عشرين و ثمانمائه موافق به أول فروردین ماه جلالی سنه
ثلاث و أربعین ملکشاهی، طالع سال عالم بر افق دارالامارة لاهیجان - حرسها الله تعالی عن الطوارق والحدثات -
استخراج کردیم ...» (سید محمد منجم، نسخه خطی، ۲۱۴).

خردمندی به قدر احتمال و زحمت بسیار نسخه کامل که متضمن انواع لطایف و فواید این فن باشد، مکمل سازد چنانکه اگر شخصی کامل و نفسی که ذکر آن را در شرف مطالعه آرد و چندان حظ و ذوق روحانی از آن، او را حاصل آید که در حد حصر نیاید، طعنه زنند و مذمت کنند که این را فایده چیست و آن را مطروح سازند و بر سبیل طنز و استهزا گویند که مستخرج اظهار فضیلت و هنر کرده است / و این قدر ندانسته که بزرگان این همه رنج و مشقت چرا کشیده‌اند و این‌ها را چرا وضع کرده‌اند] هر آینه عبث نباشد و آنچه مفید و ضروری نبوذ، حکما بدان ملتفت نشوند و روزگار و اوقات شریف خود را بدان صرف و تلف نکنند». [صص. ۳۲۲-۳۲۴]^۱

البته تعجیل فرمانفرمای مغول، هولاکو، بر اتمام زودهنگام رصد را می‌توان اصلی‌ترین دلیل در کاستی‌های بسیار 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 اعلم به واسطه نزدیکی زمانشان به رصد مراغه، مدد گیرد و چنان که از سیاق گفته متعاقب عبارات 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» که البته بنابر شواهد – که دو موردش در بالا آمد – چنین نشد. آنچه می‌توان «فردگرایی» اصحاب رصدخانه مراغه نامیدش، در این میان چندان بی‌تأثیر نبود. قطب‌الدین شیرازی به واسطه نیامدن نامش در ابتدای زیج

۱. در اینجا شایان ذکر است که نویسنده اثر به تألیفات خواجه وقوف داشته و همو در بدایت رساله خویش نام «سی فصل» وی را ذکر نموده [ص ۱۷۴] و «سلسله ¼ ع» هرمس را در شرح مبادی نظری تألیف خویش منظور کرده است [ص ۲۲۸]. در مقام قضاوت وی را باید در زمره کسانی محسوب داشت که گرچه دور از عرصه گاه‌های علمی زمان به کار مشغول بوده‌اند، لیک حوادث سیاسی زمان (تصرف گیلان که در زمان اولجایتو رخ داده بود)، آنان را به چشمه‌های علمی روزگار متصل می‌داشته است. نکته دیگر این که، منظور مؤلف در اینجا از زیج محقق سلطانی همان زیجی است که به دستور غازان خان و توسط شمس‌الدین محمد وابکنوی بخارایی نوشته شده است و نباید آن را با زیج سلطانی که در زمان الغ بیگ بر اساس رصدهای وی بین سال‌های ۸۲۳ق/ ۱۴۲۰م- ۸۴۱ق/ ۱۴۳۷م تکمیل شده، اشتباه نمود. مطلب آخر این که استناد مؤلف به «رصد جدید ایلخانی» در مقابل زیج ایلخانی به شبه افسانه‌ای مربوط است که در سده‌های پسین در باب ادامه کار رصد مراغه پس از مرگ خواجه رواج یافته بود.

ایلیخانی، از مراغه برید؛ علاوه بر آن دانشمندی خبره چون محیی الدین مغربی به نگارش زیج هایی مستقل از زیج ایلیخانی (أدوار الأنوار و عمی الحساب و / E الطالب) مبادرت کرد که ارزش علمی فزونتری بر زیج ایلیخانی داشتند.

بنابراین، اگر هم بخواهیم مدل سازی های دانشوران مراغه را به گونه ای به ارساد نسبت دهیم، قادر به این کار نخواهیم بود، زیرا کفایت برنامه های رصدی مراغه اصلا در حد قابل قبول برای منجمان و احکامیان آن روزگار نبوده است، چه برسد به این که نتایجی برای آزمون این مدل های پیچیده سیاره ای به دست دهد یا قدرت تبیین کنندگی آنها را تأیید یا رد نماید. نکته دیگر این است که این مدل ها در کتاب های هیئت دانشوران مراغه (نصیرالدین طوسی، مؤید الدین عرضی و قطب الدین شیرازی) به طور مستقل آمده است (گفتنی است که مدل قطب الدین به زمانی پس از ترک مراغه باز می گردد) و در هیچ یک از آنها نیز به داده های نجومی که این مدل ها بر آنها ایبتنا دارند، هیچ اشاره ای نشده است. از این رو، چنان که ای. اس. کندی اشاره کرده است، «رصد نقشی در کار مراغه در زمینه نظریات سیارات نداشته است. از این گذشته پارامترهای حرکت ظاهری سیارات در زیج ایلیخانی برگرفته از اثر قدیم تر ابن اعلم بوده و بنابراین بر اثر فعالیت رصدی در مراغه به دست نیامده بوده اند و تعیین این پارامترها اصلا نیازی به آلات پیچیده و ظریف ندارد»^۱.

حال بازگردیم به پرسش الف؛ آیا مکتب مراغه به تغییری در ابعاد فلسفی انجامیده است؟ نتیجه ای که صلیبا از زوج طوسی می گیرد، یا به بیان دیگر بدان گونه که وی زوج طوسی را تفسیر می کند، لاجرم تغییری در سنت بنیادین فلسفی حاکم در مراغه است. با چنین تفسیری است که می توان حکم به تغییر فلسفه طبیعی داد و از آنجا بالعرض چنین نتیجه گرفت که این تغییر در چهارچوب فلسفه طبیعی ماهیتا نقشی انقلابی داشته است یا مقدمه ای بر انقلاب کوپرنیکی بوده است (شایان ذکر است که زوج طوسی دو دایره اند: دایره ای با شعاع نصف دایره ای دیگر و محاط در آن، در خلاف جهت آن به گونه ای می چرخد که از حرکت مستدیر آنها حرکتی مستقیم الخط ایجاد می شود، یعنی چنین به نظر رسد که نقطه ای واقع بر محیط دایره کوچک مسیری مستقیم الخط را پیموده است؛ نک: شکل ۵).

در نظر نگارنده، بدیهی است که نصیرالدین در نظریه خویش به حرکت مستقیم الخطی در اجرام علوی برخورد که این با نفس فلسفه ارسطویی در تضاد بود، بنابراین، ناگزیر وی با

هوشمندی خاص خود، زوج طوسی را ابداع نمود تا از حرکت مستدیر هم حرکت مستقیم الخطی ایجاد شود که منظور وی را تأمین گرداند و هم اصل ارسطویی که تنها قایل به حرکت مستدیر برای افلاک است، برقرار بماند.

اما صلیبا چنین نتیجه گرفته است که مهم ترین وجه سنت مراغه مواجهه با این واقعیت است که تقسیم بندی ارسطویی حرکت به مستدیر و مستقیم الخط درست نیست بدان جهت که این حرکت مستقیم الخط با اعمال فقط حرکت مستدیر ایجاد خواهد شد (!). این نتیجه حقیقتاً استنباطی بس گزاف از فعالیت‌های مراغه است.

از نتیجه نخست چنین بر می‌آید که کار نصیرالدین به نوعی همان نجات نموده‌ها، یعنی فرضیه اساسی بطلمیوس در مجسطی، است که این امر تنها با مدل پردازی‌ها یا اعمال تغییرات هندسی در مدل‌های پیشین میسر است و دقیقاً مشابه اما مبین نمونه‌ای تکامل یافته از مدل ابوعبید/ابن سینا است. از این رو، به وضوح می‌توان گفت که نه تنها هیچ تغییری در فلسفه طبیعی در مراغه رخ نداده است بلکه جای پرسش است که:

- چگونه صلیبا آن همه شواهد بسیار بر ابتدای حلقه فکری نصیرالدین بر آموزه‌های سینایی فلسفه مشاء را نادیده انگاشته است؟

حتی می‌توان از این نیز فراتر رفت و چنین پرسید که:

- آیا همه یا بخشی از بی کفایتی‌های موجود در رصدخانه مراغه که تنها برخی از آنها در بالا شرح داده شد، به حاکمیت فلسفه ارسطویی با قرائت سینایی به عنوان سنت رایج در رصدخانه مراغه باز نمی‌گردد؟

شواهدی که در اینجا ارائه می‌شود، همه مبین آنند که ابن سینا در رصدخانه مراغه چیزی بیش از یک فیلسوف بزرگ مشایی و شخصیت مورد علاقه نصیرالدین بوده است.

شکل ۵. زوج طوسی. دایره کوچک (به مرکز C) برخلاف جهت دایره بزرگ (به مرکز O) حرکت می‌کند (پیکان های بزرگ) و در نتیجه، همواره نقطه M واقع بر محیط دایره کوچک مسیری مستقیم الخط را می‌پیماید (پیکان های کوچک). [طراحی شده بر اساس پویانمایی های پروفیسور دنیس دوک، <http://people.scs.fsu.edu/~dduke/tusi.html>]

این سناریو با چند نقل قول بی ربط به بوعلی در آثار منجمان مراغه آغاز می‌شود:
۱. نگارنده به هنگام نگارش رساله کارشناسی ارشد خویش به این نکته برخورد که محیی الدین مغربی، از اصحاب رصدخانه مراغه، در رساله خویش درباره اسطرلاب، *تسطیح الأسطرلاب*، روش خاصی برای رسم خطوط ساعات مستوی بر صفيحه اسطرلاب را به ابوعلی سینا نسبت می‌دهد.^۱

۲. وی در مقدمه *تحریر اقلیدس فی اشکال الهندسه* به ویرایش دیگری از این اثر ارجاع می‌دهد که توسط شیخ‌الرئیس صورت گرفته است و این در حالی است که جز بخش هندسه شفاء را که پس از مرگ بوعلی توسط شاگردش ابوعمید جوزجانی گردآوری شده بود و در حقیقت تحریر و تلخیص اصول است، می‌توان منظور محیی الدین در نظر گرفت. پروفیسور هوخندایک در ترجمه رساله محیی الدین، منظور از شیخ‌الرئیس را در مقدمه آن نصیرالدین طوسی می‌داند و با این فرض چنین نتیجه گرفت که وی این اثر را اندکی پس از ورود به مراغه تألیف کرده است.^۲ نظر هوخندایک ناشی از ناآشنایی وی به حوزه فرهنگی این قلمرو است؛ چون اشاره به شیخ‌الرئیس با توجه به این حقیقت انکارناپذیر که این لقب در جهان اسلام تنها برای بوعلی جاودانه گشته، جز وی نمی‌تواند مدلول دیگری داشته باشد.

۱. مظفری، ۸۴-۸۵ و ۱۲۰-۱۲۱.

۳. در خلال متن رساله معینیه خواجه به گزارش رصد عبور زهره از مقابل خورشید^۱ توسط ابن سینا بر می‌خوریم. خواجه در دو جا چنین می‌نویسد:

«... وأنج از شیخ ابوعلی [سینا] - رحمه الله - باز می‌گویند که: "زهره را دیدم چون خالی سیاه بر روی آفتاب" نیز مصداق این ترتیب باشد»^۲.

«وأنج ابوعلی سینا گفته که: "زهره را چون خالی سیاه دیدم بر روی خورشید"، ممکن است از جهت آنک زهره چون در حضيض تدویر بود قطر او قرب پنج دقیقه یا زیادت تر می‌آید و قطر آفتاب ۳۲ دقیقه است»^۳.

این گفته که شاهدهی عالی بر یک رصد مستقیم در نجوم اسلامی است و دلالت بر شیوع این داستان پس از نزدیک به ۳۰۰ سال از مرگ بوعلی می‌کند. با نگاهی به گزارش تاریخی گذر ناهید از برابر خورشید در می‌یابیم که در سال ۱۰۳۲ م عبور زهره از مقابل خورشید رخ داده و با توجه به تاریخ مرگ بوعلی (۱۰۳۷ م) و این که در آن زمان وی در اصفهان بوده و رصدخانه‌ای در آنجا داشته است، احتمال صحت این گفته افزایش می‌یابد.

برنارد گلدشتاین که مجموعه گزارش‌های مربوط به گذر تیر و ناهید را از خلال متون دوره اسلامی (به استثنای دو مورد پیش گفته) جمع‌آوری نموده، نقل قول دیگری - مشابه دو مورد بالا - از خواجه از آغاز مقاله نهم کتاب تلخیص المجسطی وی به دست داده است؛^۴ بنابر پژوهش گلدشتاین، استناد گفته خواجه به کتاب مختصر المجسطی شیخ الرئیس باز می‌گردد.^۵ این همان بخش نجوم شفا است که اینک در نسخه چاپی آن نیز در ابتدای مقاله نهم به عبارت «أقول: إني رأيت الزهري كخال و شأ في v الشمس» برمی‌خوریم. اما مهم این است که به

1. Transit

۲. طوسی، ۱۸.

۳. همو، ۹۹.

4. Goldstein, "Reports", 52ff.

۵. گلدشتاین از نسخه کتابخانه ملی پاریس (arab. 2484) استفاده کرده است. وی در همان جا می‌گوید که نسخه دیگری به همین نام در کتابخانه بودلیان (Marsh 621) موجود است که وی ترتیب ابواب آن را متفاوت از نسخه نخست یافته است (Goldstein, "Reports", 57, fn. 14)؛ با توجه به مطالب مطروحه در بند 1. احتمالاً این نسخه اخیر همان بخش نجوم التنجی است که ترجمه آن در دانشنامه آمده است.

استناد مطالعه وی چنین رصدی مسلما صورت نگرفته، زیرا در آن زمان در بلاد اسلامی (به ویژه ایران) قابل رصد نبوده است.^۱

حال جای پرسش اینجاست که دلیل نقل قول‌های بالا که احتمالا بررسی بیشتر بر شمارگان‌شان خواهد افزود، چیست؟ بی شک اگر محیی الدین قصد ارائه سابقه تحقیق در علم الأصرلاب یا در حوزه هندسه اقلیدس یا برشماری نام/نام‌های متقدم را در این مقولات داشت (کاری که در نزد مؤلفان مسلمان معمول بوده است)، چهره‌های مبرز و متخصص تری می‌یافت؛ چرا وی از نام‌هایی چون بیرونی، کوهی، بوزجانی و ... در گذشته و تنها به نام بوعلی اشاره داشته است؟ همچنین روشی که وی برای رسم ساعات به بوعلی نسبت داده، چنان ساده است که احتمال نوآوری را منتفی می‌سازد (مثلا، متناظر با این که ابداع مشتق یک تابع مثلثاتی ساده را به شخص خاصی منسوب بداریم) و پیش از بوعلی سینا نیز وجود داشته و ابوریحان نیز در رساله *إستیعاب فی الوجوه* • *فلی* • *الأصرلاب* خویش بدان اشاره کرده و بر خلاف عادت مألوف او که همیشه مبدعان یا ارائه دهندگان روش‌های ابتکاری را بدون سمت‌گیری معرفی می‌کند، هیچ‌جا اشاره‌ای به ابوعلی سینا، نه در این مورد خاص که در هیچ موردی در اسطرلاب یا علم التسطیح یا مطالبی از این دست که به نوعی به بوعلی ربط داده شود، نکرده است. برای یافتن شواهد بیشتر، اگر به آثار نجومی ابن سینا رجوع نماییم،^۲ نیز شاهد خاصی بر این مورد نمی‌یابیم؛ تنها رساله نجومی ابن سینا که به بحث آلات نجومی مربوط است *É / Z*

نام دارد که توسط ویدمان به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته است،^۳ که آن

هم به بحث درباره چند ابزار نجومی از جمله حلقه نحاسیه، لینه، عضاده، ذات‌السمت والارتفاع، ذات‌الجیب و السهم، ذات‌الشعبتین و ... می‌پردازد. این رساله کوچک که بین سال‌های ۴۱۵-۴۲۸ هـ در زمان حکومت علاءالدوله در اصفهان نگارش یافته، حاوی توضیحات مشروحی درباره اسطرلاب نیست. از سوی دیگر، محیی الدین که مغربی یا اندلسی بوده و در دربار ملک کامل ایوبی در سوریه به نجوم اشتغال داشته و در پی انهزام وی روانه مراغه شده بود، چرا بایست نام فیلسوفی از شرق اسلامی را گو اینکه بسیار شناخته شده بوده است، در آثاری بیاورد که هیچ ربطی به وی نداشته‌اند؟ سیاق کلام طوسی («وآنچ از شیخ ابوعلی [سینا] - رحمه الله - باز

1. Goldstein, "Reports", 57-58, fn. 16.

2. Ragep & Ragep, 3-16.

3. See: Wiedemann.

می‌گویند که ...» نیز چنین می‌نمایاند که (افسانه) رصد بوعلی در آن زمان بسیار مشهور بوده و احتمالاً در ادبیات شفاهی رواج داشته است.^۱

نیک می‌دانیم که سنت فلسفی غالب در حلقه نصیرالدین فلسفه مشاء با قرائت سینایی است (برای نمونه نصیرالدین دفاعی تمام عیار از آرای بوعلی در مقابل نظریات شکاکانه فخرالدین رازی صورت داده بوده است). با این حال، شاید دو مثال فوق‌الذکر در ارتقای این فرض که «فیلسوف مشایی در رصدخانه مراغه چیزی بیش از یک رهبر فلسفی یا الگوی ایده-آل و به صورت یک «تابو» درآمد بود» مکفی و مقنع نباشد، اما به‌خوبی نشان می‌دهد که تأثیر فلسفی و فکری همه جانبه بوعلی بر ذهنیت نصیرالدین و حلقه علمی وی باعث گردیده بود که قائل شدن شأنی برای وی به مثابه منجم، کمینه وجه شخصیت وی در نزد منجمان مراغه به شمار می‌آمده است، منجمانی مانند محیی‌الدین غرق محاسبات، رصدها و استخراج کمیت‌ها بوده و برخلاف برخی نظیر عمر خیام یا خود نصیرالدین طوسی، هیچ‌گاه به تفلسف نپرداخته بودند؛ بنابراین، اشاراتی چنان بی‌ربط و نامناسب نمی‌توانسته مدلول امری غیر از آن تأثیر فراگیر بوعلی بوده باشد. البته شاید جز دل‌بستگی‌های فلسفی، تشابهات مذهبی (اشتہار بوعلی به تشیع) نیز در این میان دخیل بوده است.^۲

ولی حتی بدون این ادعا نیز دست کم استیلای فلسفی بوعلی بر حلقه مراغه را می‌توان اساسی‌ترین بخش از این سنت دانست و به این دلیل به ضرس قاطع می‌توان ادعا نمود که کار نجومی مراغه بر سنت ارسطویی با قرائت سینایی متکی بوده است و همچنین ضمن رد ادعاهای گزاف وجود انقلاب در سنت مراغه، می‌توان از برخی اصول نوپدید در رصدخانه مراغه (مانند زوج طوسی) توجیهی منطقی‌تر به دست داد (برای نمونه، نتیجه ارائه شده در بالا در قیاس با نتیجه عرضه شده توسط صلیبا)، و نیز در ادامه می‌توان در صدد برآمد تا برخی وجوه نامرئی تأثیر بوعلی بر سنت مراغه را واکاوی نمود: مثلاً نمی‌توان ماهیت صرفاً هندسی و عقلانی مدل‌های مراغه و افتراقشان از تجربه، مشاهده و آزمون را به تأثیری که وی بر منجمان مراغه داشته (که این تأثیر تابو مانند خود را در نقل قول‌های بالا نشان می‌دهد) یا این که خوانش وی از فلسفه ارسطویی قالب سنت علمی در آنجا را شکل می‌داده، مرتبط ندانست؛ یا نمی‌توان این

۱. جالب اینجاست که همه ارسادات گذر زهره یا عطارد توسط فلاسفه مشایی (کندی، ابن سینا، ابن رشد و ابن باجه) صورت گرفته است که کفایت رصدی خود ایشان مورد تردید است.

۲. ابن سینا در حلقه‌های علمی اهل سنت منفور بوده است؛ نک: صفا، همان، ۴۶.

اشکال بزرگ را مطرح نکرد که با وجود اینکه رصدخانه مراغه با همه ابزارهای رصدیش می‌توانست مدل‌های تجربی مستدل‌تری فراهم آورد به این مهم نائل نشده است. ادله مهم این اشکال را می‌توان در دو مدلی که پس از سنت مراغه پدید آمده‌اند، یافت: یکی مدل ابن شاطر دمشقی که - به ادعای خود او - تنها مدل تجربی حرکت سیارات در نجوم دوره اسلامی است و دیگری مدل شهاب الدین خفّری (درگذشته پس از ۹۵۷ هـ) که یافته خویش را در یکی از شروحاتی که بر اثر تذکره نصیرالدین طوسی نگاشته *عنه*، *فی شرح التذکره*، عرضه داشته است.^۱ سؤال ما در اینجا این است که چرا ابن شاطر که در حقیقت یک موقت مسجد اموی دمشق بوده، در رصدخانه کوچک خویش که به نوعی اداره مواقیت بوده است،^۲ قادر به ساخت مدلی مشابه همان مدل‌هایی است که منجمان مراغه در رصدخانه‌های با آن همه تجهیزات به طرح آن اقدام کرده‌اند؟ و اینکه آیا منجمان مراغه همان کاری را انجام داده‌اند که شخص گمنامی چون شهاب الدین خفّری که در کنج خویش به نگارش تحشیه‌ای بر اثر خواجه مشغول است - بدون آن که به آلات نجومی پیشرفته مراغه دسترسی داشته باشند - قادر به انجام آن شده است؟^۳

به زعم نگارنده، جز این نیست که فلسفه طبیعی حاکم بر فعالیت‌های منجمان مراغه و حلقه نصیرالدین در این رویکرد قهقراگونه (یعنی تبیین هندسی صرف حرکات افلاک در قالب مدل‌ها مشابه آنچه بطلمیوس برای «نجات نمودها» بدان مبادرت کرده بود)، مؤثر بوده است. آنچه در این میان بیشتر به چشم می‌آید، نوعی نوسان نجوم بین فلسفه طبیعی و فلسفه الهی است که شاید در بادی امر بدیهی به نظر رسد، چرا که نجوم به عنوان شاخه‌ای از فلسفه طبیعی بین این دو انتظام قرار می‌گیرد،^۴ اما اصطکاک‌های تعیین‌کننده‌ای که در این جا بین فلسفه طبیعی و نجوم آوردیم، حاکی از ایجاد مانعی در برابر تلقی متفاوتی است که گاه در بین

1. Saliba, "Sixteenth-century Arabic Critique," 15-38; Saliba, "shams al-Din," 55-66.

۲. ساخت رصدخانه‌های کوچک در سده ۱۴م در جهان اسلام بسیار معمول بوده است که در حقیقت ادارات مواقیت بوده‌اند. آیدین صائیلی آنها را Minor Observatory نامیده است (نک: Sayili, 225 & 245).

۳. شهاب الدین خفّری در دوران صفوی می‌زیست و تا جایی که می‌دانیم در این دوره رصدخانه‌ای ساخته نشده بوده است.

۴. خود ارسطو به خوبی از تبیین جایگاه و فاصله این فلسفه وسطی نسبت به انتظام‌های علوی و سفلی بر نیامده است؛ چنان که در *سماع طبیعی* (Physics II/2) اخترشناسی را بیشتر علم طبیعی می‌داند تا ریاضی، اما در *مابعدالطبیعه* (Metaphysics XII/8) آن را یکی از علوم ریاضی نزدیک به فلسفه می‌پندارد.

منجمان در خصوص مبانی فلسفه طبیعی بروز می کرده است، چه خود منجم آگاهانه بخواهد از این مانع درگذرد یا به گفتگو پیرامونش بپردازد (مانند بیرونی) و چه آموزه‌های خاص فلسفه طبیعی اثری تعیین کننده بر آنچه منجم می باید «ببیند»، بگذارد (مانند حلقه مراغه)؛ یعنی تعیین نماید که منجم چه چیز را می باید «ببیند». از این رو خود «مسأله دیدن» نقش مهمی در فراگرد علمی دارد. برای تبیین این امر، به یک مثال می پردازیم: در فلسفه ارسطویی آسمان غیرمکون و فساد ناپذیر است و هیچ نمو، ذبول یا استحاله‌ای نیز در آن راه ندارد. وقتی این اصل در بستر اعتقادی رایج می نشیند، ناگزیر منجم نه تنها با اتکا به سنت رایج، ظهور شهاب‌ها و شخانه‌ها و ستارگان دنباله‌دار را به زیر فلک هشتم منحصر می کند (یا می باید منحصر کند)، بلکه حتی ظهور ستاره‌ای جدید را که ممکن است به صورت ابرنواختری بر فلک هشتم پدیدار گردد، «نمی بیند». یک نمونه آن ابرنواختر ۱۰۵۴م است که از ۱۹۴۲م آن را سحابی خرچنگ^۱ (در صورت فلکی ثور) می نامند. این ابرنواختر مستقلاً توسط چینیان (در کایفنگ و بی چینگ) و ژاپنی‌ها (در توکیو) رصد شد. بومیان آمریکای شمالی نیز در آریزونا آن را در سحرگاه چهارم جولای ۱۰۵۴ به صورت نوری درخشان بر بالای هلال ماه مشاهده نمودند. این ستاره ۲۳ روز پس از این تاریخ در روشنایی روز و شباهنگام تا آوریل ۱۰۵۶م. قابل رؤیت بوده است، اما از این اتفاق شگفت هیچ خبری در منابع خاور میانه نیامده است، در حالی که این روزگار مصادف با شکوفایی نجوم در عالم اسلام است؛ مضافاً این که مجموعه در خور توجهی از رصد‌های ستارگان دنباله‌دار - که بازه زمانی ظهورشان به مراتب کمتر از این مقدار است - در منابع اسلامی یافت می شود.^۲ دلیل این امر روشن است: نه مردمان خاور دور و نه ساکنان کهن آمریکا با وجود آن که ادبیات علمیشان در نجوم در این زمان به مراتب کمتر از مسلمین بوده

1. Crab Nebula.

۲. مثلاً ظهور دنباله دار 1402 D1 که تأثیر سیاسی بزرگی بر عالم اسلام نهاد و نگارنده خبر آن را در دو منبع پارسی یافته است؛ خواندمیر در *حبيب السیر* (تهران، ۱۳۳۳ش، ج ۳، ص ۱۰۸) و «*طائف الکلام فی احکام الأعراف*» نوشته شده توسط سید محمد، معروف به سید منجم، در سده نهم هجری (نسخه خطی، ص. ۲۱۴). البته گزارش هایی در دست است، که گلدشتاین آنها را دلیلی بر رصد ابرنواختر ۱۰۰۶م. دانسته است (& Goldstein & Peng Yoke, 748-753 و Goldstein, "Evidence" 105-114)؛ مهم این است که با فرض صحت، این گزارش‌ها توسط احکامیون مانند علی بن رضوان مصری و ابن هینتا حاصل آمده است نه عالمان هیئت و هیچ یک به نتیجه‌ای که تیکوبراهه از مقایسه قدر و رابطه آن با اندازه ستاره گرفت (پانوشت ش ۹۱ را ببینید)، دست نیازبند، در حالی که می توانستند چنین کنند.

است، در متن سنت علمی ارسطویی فکر نمی‌کرده‌اند و هیچ کدام آسمان را عاری از هرگونه تغییر نمی‌دانستند؛ از این رو چیزی را مشاهده کرده‌اند که هم نسلان پیشرفته ترشان قادر به «دیدن» آن نبوده‌اند. جالب تر اینجاست که یکی از عوامل مؤثر در پیدایی آن چه امروزه درست یا غلط «انقلاب علمی» می‌نامیمش و بهتر آن است که از آن به تغییر سنت علمی از دیدگاه ارسطویی به سنت علمی نوپدید در عصر نوزایی تعبیر کنیم، ظهور ابرنواختر دیگری در صورت فلکی ذات الکرسی در سال ۱۵۷۲م بود که امروزه همه آن را به نام راصد معروفش تیکو براهه می‌شناسیم که یک سال پس از آن پیوسته با سُدس به محاسبه فاصله زاویه‌ای آن با ستارگان مجاور پرداخت تا این که متقاعد گردید که این جرم جدید واقعا یک «ستاره» است. بعدها به استناد کتاب او شکی اساسی بر نظر ارسطویی عدم وجود کون و فساد در آسمان وارد آمد، چنان که انتشار کتاب تیکو براهه به نام «ستاره جدید»^۱ را به نوعی پایان عصر ثبات افلاک دانستند.^۲

1. De Nova Stella

این کتاب در ۱۶۳۲م. توسط مترجمی ناشناس به انگلیسی ترجمه و تحت عنوان *Learned Tico Brahae his Astronomically coniectur* در لندن انتشار یافت که در اینجا به همین کتاب استناد شده است.

۲. همان گونه که خود او می‌نویسد: «این ستاره اولاً به این دلیل قدر [اندازه درخشندگی] آن، از کل کره زمین فزونی می‌گیرد و سیصد بار بزرگتر از محیط آن می‌گردد [این کمیت، یعنی رابطه اندازه ستاره با قدر آن، بطلمیوسی است]، بنابراین ماده زیر فلک قمر چگونه می‌توان برای شکل‌گیری آن کافی باشد؟ اما برخی ممکن است بگویند که این ستاره چگونه و کجا می‌تواند از ماده سماوی (Coelestial Matter) شکل بگیرد؟ من پاسخ می‌دهم خود افلاک (Heavens) از عهده آن بر می‌آیند همان کاری که [کره] زمین، [کره] آب و [کره] هوا انجام می‌دهند» (p. 9).

نزدیکی این ستاره به نوار کهکشان راه شیری فرصت مناسبی برای تیکو ایجاد نمود تا در ادامه، نظریه‌ای مشابه فرآیند ذوب و چگالش و بخار فلزات برای تشکیل ستاره از ماده کهکشان ارائه نماید: 12 (وی در آن کتاب دقیقاً به همان دلایلی که دانشوران مسلمان اقامه می‌کرده‌اند (یعنی فقدان اختلاف منظر و عدم استتار ستارگان بالایی) به ارسطو خرده می‌گیرد که چرا کاهکشان را زیر افلاک نهاده و برای آن ماهیتی همانند دنباله‌دارها قایل شده است (p. 11) و سپس چنین موضوعاتی را متعلق به آموزه‌های ریاضیات و نورشناخت می‌داند نه از آن ارسطو و سایر فلاسفه؛ همان تمایزی که در بند I این مقاله آمده است).

وی پس از بیان علمی خود در چگونگی ظهور ستاره جدید، در بخش‌های پایانی کتاب به رد تنجیم (در اینجا باز به روندی مشابه در نجوم دوره اسلامی بر می‌خوریم) می‌پردازد. در این بخش وی اشاره‌های زیادی به متون مقدس و آموزه‌های الهیاتی دارد و به ویژه بر اراده الهی (the Will of God) تأکید می‌کند.

نتیجه

در این نوشتار به این فرض مسلم قائل شدیم که فلسفه طبیعی نقش بارزی در چگونگی تفسیر آنچه از پدیده‌های طبیعی قابل رؤیت است، طرز تلقی آنها و نیز نحوه برخورد با دریافت‌های علمی دارد. با این فرض با مثال‌های ارائه شده در این مقاله و طرح پاره‌ای پرسش‌ها تا حدودی این امر تبیین گردید که فلسفه طبیعی قالب در دوران اسلامی (فلسفه مشائی با قرائت سینایی) چگونه در دو برهه زمانی به اصطکاک‌هایی جدی با نجوم (به منزله انتظامی بیرون از حوزه فلسفه طبیعی) منجر گردید که این امر به تحدید حوزه عملکرد نجوم انجامید؛ بدین گونه نجوم نتوانست از سد فلسفه طبیعی ارسطویی بگذرد (یعنی همان فرآیندی که منجر به رویدادهای مقارن با عصر نوزایی در اروپا گردید، در حوزه تمدن اسلامی به وقوع نپیوست) که در این میان تأثیر بوعلی سینا به عنوان نماد فلسفه مشائی درخور توجه است، چنان که همه جا رد اثر وی آشکار است.

کتابشناسی

- بیرونی، ابوریحان، *اسیلاب‌الوجوه فی علم الفیاض*، الأسطرلاب، به کوشش محمد اکبر جوادی حسینی، مشهد، آستان قدس، ۱۳۸۰ش.
- سید محمد معروف به منجم، *لطائف الکرام فی احکام الأعوام*، نسخه خطی کتابخانه مجلس شورای ملی، ش ۶۳۴۷.
- صفا، ذبیح الله، *جشن نامه ابن سینا*، ج ۱، سرگذشت و تألیفات و اشعار و آراء ابن سینا، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی، ۱۳۸۴ش.
- نصیرالدین طوسی، *السنن فی الفیاض*، نسخه خطی کتابخانه مجلس شورای اسلامی، ش ۶۳۴۷.
- غزالی، *تهافت الفلاس*، ترجمه علی اصغر حلبی، تهران، جامی، ۱۳۸۲ش.
- کمالی محمد بن ابی عبدالله سنجر، *زیج اشرفی*، MS. Paris, Bibliothèque Nationale, suppl. Pers. No: 1488, 1^v-251^r.
- کندی، ای. اس، "علوم دقیقه در ایران عهد سلجوقی و مغول"، در *تاریخ ایران کمبریج*، ترجمه حسن انوشه، تهران، امیرکبیر، ۱۳۶۳ش، ج ۵، صص ۶۲۱-۶۴۱.
- مظفری، سید محمد، *مبانی ریاضی و شرح کاربردهای اسطرلاب با تأکید بر متون کهن*. رساله *تسطیح الأسطرلاب محیی الدین مغربی*، رساله برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته تاریخ علم، تهران، دانشگاه تهران، ۱۳۸۶ش.

- Brahe, Tycho, *Learned Tico Brahae his Astronomical coniectura* London, 1663.
- Calvo, Emilia, "Transformation of Coordinates in Ibn Baso Al-Risala fi l-Safiha Al-Mujayyaba Dhat Al-Awtar", *Journal for the History of Arabic Science* 12, 2001, pp. 3-21.
- Dhanani, Alnoor, "Rocks in the Heaven?! The encounter between 'Abd Al-Jabbar and Ibn Sina", in Reisman, David C., Al-Rahim, Ahmed H., *Before and After Avicenna* Leiden, Brill, 2003, pp. 127-144.
- Goldstein, Bernard R., "Some Medieval Reports of Venus and Mercury Transits", in: *Centaurus* V.14, 1969, pp. 49-59.
- Goldstein, Bernard R. & Peng Yoke, Ho, "The 1006 supernova in far eastern sources" in *Astronomical Journal* Vol. 70, 1965, pp. 748-753.
- Goldstein, Bernard R., "Evidence for a supernova of A.D. 1006" *Astronomical Journal* v. 70, 1965, pp. 105-114.
- Gutas, Dimitri, "Medical Theory and Scientific Method in the Age of Avicenna", in Reisman, David C., Al-Rahim, Ahmed H., *Before and After Avicenna* Leiden, Brill, 2003, pp. 91-126.
- Hogendijk, Jan P., "An Arabic text on the comparison of the five regular polyhedra: 'Book XV' of the 'Revision of the Elements' by Muhyi al-Din al-Maghribi" *Zeitschrift fur Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften* 8, 1993.
- King, David A., "Mathematical Astronomy in Islamic Civilization" in: *Astronomy Across Cultures* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 585-613.
- Kuhn, Thomas, *the Structure of Scientific Revolutions* Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- Lammert, Friedrich, "Zur Erkenntnislehre der spoteren Stoa", *Hermes Z. Kl. Philol.*, Vol 57, 1922, 171-188.
- Osler, Margaret J., "Mixing Metaphors: Science and Religion or Natural Philosophy and theology in early Modern Europe", *History of Science* 35, 1997, pp. 91-113.
- Pedersen, Olaf, *Survey of Almagest* Odense: Odense University press, 1974.
- Ragep, Jamil & Ragep, Sally, "The Astronomical and Cosmological Works of Ibn Sina: Some Preliminary Remarks" in: *Sciences, Techniques et Instruments dans le Monde Irenien* Tehran, 2004.
- Ragep, Jamil, "Arabic/Islamic Astronomy", in John Lankford (ed.), *History of Astronomy: An Encyclopedia* New York: Garland, 1997, pp. 17-21.
- Ragep, Jamil, "Freeing Astronomy from Philosophy", *Osiris* 2001, 49-71.
- Saliba, George, *a History of Arabic Astronomy* New York, 1995.
- Saliba, George, "A Sixteenth-century Arabic Critique of Ptolemaic Astronomy The Work of Shams al-Din al-Khafri" *Journal for the History of Astronomy* 25 1994, 15-38.

Saliba, George, Shams al-Din al-fakhri's last work on Theoretical Astronomy Sciences, Techniques et Instruments dans le Monde Islamique, 2004.

Samso, Julio, Islamic Astronomy and medieval Spain: Variorum, 1994.

Sarton, George, Introduction to the History of Science, Baltimore, 1953.

Sayili, Aydin, the Observatory in Islam, Ankara, 1960.

Wiedemann, Eilhard, Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte, Frankfurt, 1984.

Yeomans, Donald K., Great Comets in History, California Institute of Technology, Jet Propulsion Laboratory; http://ssd.jpl.nasa.gov/?great_comets; April 2007.