مجلهٔ تاریخ علم، شمارهٔ ۱۱، ۱۳۹۱، ص۴۵ـ۸۰
Archive of SID

بررسی دلایل مرکزیت و سکون زمین در آثار هیئت دورهٔ اسلامی[۱]

امیرمحمد گمینی
دانشجوی دکتری تاریخ و فلسفهٔ علم در مؤسسهٔ حکمت و فلسفهٔ ایران
مرکز تحقیقات نجوم و اخترفیزیک مراغه، ایران، مراغه، صندوق پستی ۴۴۱-۵۵۱۳۴
gamini@irip.ir
(دریافت: مرداد ۱۳۹۰، پذیرش: بهمن ۱۳۹۱)

چکیده

دلایل مرکزیت و سکون زمین را، در میان آثار نجومی دورهٔ اسلامی، باید در کتب هیئت یافت. زیرا در این آثار، به کیهان‌شناسی ریاضی بر اساس هیئتِ مجسم افلاک و موقعیت زمین در میان آنها پرداخته شده است. این دلایل که در کتاب مجسطی بطلمیوس ریشه دارند، بر مشاهدات و پیش‌فرض‌هایی بنا شده‌اند. در این مقاله تک تک این دلایل مطرح و شرح داده می‌شوند و با روشی تحلیلی سعی می‌شود که پیش‌فرض‌های این دلایل روشن شوند. این تحلیل دو پیش‌فرض حرکت‌شناختی را نشان می‌دهد: ۱) اگر متحرک از محرک جدا شود، دیگر به حرکت خود ادامه نخواهد داد؛ و ۲) سرعت سقوط اجسام متناسب با وزنشان است.

کلیدواژه‌ها: مرکزیت زمین، سکون زمین، حرکت وضعی، حرکت انتقالی، بیرونی، بطلمیوس، مؤیدالدین عُرضی، نصیرالدین طوسی، قطب‌الدین شیرازی

۱. این مقاله با حمایت مالی مرکز تحقیقات نجوم و اخترفیزیک مراغه تهیه شده است. بدین وسیله از ایشان تشکر می‌کنم.
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از یونان باستان تا اواخر دورهٔ اسلامی منجمان و طبیعی‌دانان در آثار خود به موضوعاتی مانند جایگاه و حرکت یا سکون زمین پرداخته‌اند. بعضی از منجمان پیش از بطلمیوس مانند فیثاغورسیان و آریستارخوس معتقد به حرکت زمین بودند. ولی بیشتر منجمان یونانی به سکون زمین در مرکز عالم اعتقاد داشتند. کتاب مجسطی بطلمیوس که در قرن دوم میلادی در اسکندریه نوشته شد، نشان می‌دهد که منجمان تا آن زمان چه دلایلی بر اساس مشاهدات و استدلال‌های هندسی برای مرکزیت و سکون زمین مطرح کرده بودند. طبیعی‌دانان یونانی مانند ارسطو نیز در آثار خود سکون و مرکزیت زمین را در مرکز عالم بر اساس بدیهیات پیشینی و دلایل فلسفی اثبات می‌کردند. این دلایل نشان می‌داد که چه علل طبیعی باعث می‌شوند که یک جسم بسیط مانند زمین در مرکز عالم به حالت ساکن قرار داشته باشد.

همین سنت در دورهٔ اسلامی نیز ادامه پیدا کرد. منجمان در آثار نجومی خود در سنت بطلمیوسی با دلایل مبتنی بر مشاهده و فیلسوفان در سنت ارسطویی با دلایل فلسفی به اثبات مرکزیت و سکون زمین در مرکز عالم می‌پرداختند.[۱]

به نظر نمی‌رسد تا پیش از ترجمهٔ کتاب مجسطی در قرن سوم هجری، دانشمندان دورهٔ اسلامی با بحث مرکزیت و سکون زمین و در کل با کیهان‌شناسی علمی آشنایی چندانی داشته‌اند. بلکه نجوم تا پیش از آن برگرفته از منابع ایرانی و هندی بود که شامل زیج‌های محاسباتی می‌شد؛ آثاری که برای پیش بینی موقعیت سیارات در آسمان، کسوف و خسوف، تقویم و دیگر پدیده‌های نجومی تهیه می‌شدند. زیج سندهند از جمله منابع مهم دورهٔ اسلامی در آشنایی با نجوم ریاضی حدود یک قرن پیش از ترجمهٔ مجسطی نوشته شد (نلینو، ص۱۵۰)، ولی کیهان‌شناسی هندی با اینکه بر مرکزیت زمین و عدم حرکت انتقالی آن تأکید داشت، صراحتاً شامل نظراتی مبنی بر حرکت وضعی

---

۱. در علوم عقلی یونانی و اسلامی دو طریق برای برهان یا استدلال شناخته شده بود: پی بردن از معلول به علت که دلیل «إنّی» گفته می‌شد و رسیدن از علت به معلول که دلیل «لِمی» خوانده می‌شد. دلیل إنی روشی است که در علوم ریاضی مثل نجوم، موسیقی، مناظر و علم الأثقال به‌کار می‌رفت. بدین ترتیب که بر اساس معلول‌ها (مشاهدات) به علت آنها پی می‌برند. این روش از معلول به علت، یا از مشاهده به نظریه می‌رسد. این روش می‌توانست کیفی یا کمی باشد. یعنی مثلاً از مشاهدهٔ طلوع و غروب ستارگان و تغییرات ارتفاع آنها در مناطق مختلف زمین پی به کرویت زمین می‌بردند، یا با اندازه‌گیری دقیق تغییرات ارتفاع ستارگان در نصف النهار از مناطق مختلف شعاع کرهٔ زمین را حساب می‌کردند. در نقطهٔ مقابل، فلاسفه و طبیعی‌دانان، با استفاده از دلایل لِمی از علل به معلولات می‌رسیدند. ایشان علل را با تحلیل‌های عقلی و بدون تمسک به مشاهده از پیش‌فرض‌های فلسفی خود استنتاج می‌کردند و آنگاه معلولهایی را که از این علل صادر می‌شد، کشف می‌کردند. مثلاً چون طبق اصول طبیعی هر جسم بسیطی طبعاً به شکل کره در می‌آید، شکل زمین را کروی می‌دانستند. برای آشنایی با مسائل مشترک میان علوم ریاضی و طبیعی و استفاده از این دو روش متمایز در حل آن مسائل نک: معصومی همدانی، حسین؛ «برهان و علیت در طبیعیات و علوم ریاضی: ارسطو، ابن سینا، ابن رشد، ابن هیثم»، سراسر مقاله.

www.SID.ir

Archive of SID

زمین بود (پلفکر،[1] صص۱۱۰-۱۱۳). با این حال معلوم نیست که این مباحث کیهان‌شناختی در آثار اولیهٔ نجوم ریاضی دورهٔ اسلامی در قرن دوم و سوم چه قدر تأثیر گذاشته‌اند. تنها اشارات محدودی به این دیدگاه در آثار بیرونی وجود دارد که در ادامهٔ مقاله خواهد آمد. به هر حال با ترجمهٔ مجسطی و کتاب دیگر بطلمیوس، الاقتصاص، کیهان‌شناسی دورهٔ اسلامی کاملاً تحت تأثیر آن قرار گرفت، از تأثیر هندی فاصله گرفت و کاملاً بطلمیوسی شد (پدرسن،[2] ص۱۵).

در تاریخ نجوم دورهٔ اسلامی بحث مرکزیت و سکون زمین را باید بیشتر در آثار هیئت جستجو کرد. چرا که آوردن این گونه مباحثِ کیهان‌شناختی در کتب زیج مرسوم نبود. البته در بعضی آثار غیر هیئت مانند قانون مسعودی بیرونی، که به شیوهٔ مجسطی نوشته شده است، فصولی نیز به این موضوعات اختصاص داده شده است.

کتب هیئت در دورهٔ اسلامی از قرن پنجم هجری با کتاب الهیئة ابن هیثم از دیگر آثار نجومی متمایز شد (قلندری، ص۲۶). هدف اصلی این آثار عرضهٔ ساختار و شکل واقعی عالم فوق و تحت قمر بر اساس افلاک مجسم است، به صورتی که از طریق نجومِ ریاضی تعیین می‌شود. بنا بر این، این آثار بهترین منبع برای شناخت کیهان‌شناسی علمیِ در دورهٔ اسلامی از جمله بحث مرکزیت و سکون زمین محسوب می‌شود.[3]

علم هیئت شاخه‌ای از علوم ریاضی است که استدلال‌های آن بر پایهٔ روش إنّی بود و در آن از مقدمات طبیعی نیز استفاده می‌شده است، زیرا در این علم از موجودات فیزیکی مانند افلاک بسیار سخن می‌رفت و علت طبیعی حرکت و ماهیت افلاک موضوع علم طبیعی بود نه نجومِ ریاضی.

در قسمت‌هایِ ابتدایی کتب هیئت، فصولی به مرکزیت و سکون و شکل زمین بر اساس براهینی هندسی مرتبط با مشاهده اختصاص داده می‌شد. از آنجا که محاسبات عددی در آثار هیئت هیچ‌گاه مرسوم نشد، براهینی که در این آثار مشاهده می‌کنیم براهین هندسی است.

اوج نگارش آثار هیئت را باید در قرن هفتم دانست که آثار بزرگ هیئت، احتمالاً تحت تأثیر منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک عبدالجبار خرقی، در این قرن به رشتهٔ تحریر درآمد. کتاب الهیئة مؤیدالدین عُرضی (درگذشته در ۶۶۴ق) نخستین کتاب بزرگ هیئت در قرن هفتم است، پس از او خواجه نصیرالدین طوسی (۵۹۷-۶۷۲ق)، احتمالاً بی‌اطلاع از کتاب عُرضی، التذکرة فی علم الهیئة خود را نوشت. قطب‌الدین شیرازی (۶۳۴-۷۱۰ق) که هر دوی این آثار را در دست داشت، سه اثر گرانقدر در

1. Plofker
2. Pedersen
۳. برای آشنایی با جایگاه آثار هیئت در کیهان‌شناسی علمی دورهٔ اسلامی نک:
Langermann, Y.T, "Arabic Cosmology", pp. 185-213

www.SID.ir

Archive of SID

علم هیئت نگاشت که بسیار تحت تأثیر دو اثر متقدم بود و شامل نقد و بررسی جزئیات مطرح شده در آنها و ارائهٔ نظرات خودش در هر موضوع بود. کتاب‌های قطب‌الدین به ترتیب تاریخ احتمالی نگارش عبارتند از: نهایة الإدراک فی درایة الأفلاک، که در آناتولی در ماه شعبان سال ۶۸۰ق به شمس الدین جوینی وزیر اعظم تقدیم شده است؛ اختیارات مظفری که بر خلاف دیگر آثار نجومی شیرازی به زبان فارسی نوشته شده و کار نگارش آن در ذی الحجهٔ سال ۶۸۰ق به پایان رسیده است (بر اساس نسخهٔ شمارهٔ ۳۱۴۰۲ کتابخانهٔ ملی ایران) و به حاکم محلی واقع در کاستامونوی ترکیهٔ امروزی تقدیم شده؛ التحفة الشاهیة، که به نام امیر شاه بن تاج الدین معتز بن طاهر در سیواس در ۶۸۴ق نوشته شده است (رجب،[1] ۲۰۰۷). همهٔ این آثار دارای شکل چهاربخشیِ کتاب‌های هیئت، یعنی مقدمه، درباب ساختار افلاک آسمانی، درباب جغرافیای زمین، و درباب ابعاد و اجرام اجسام آسمانی هستند.

آنچه در این مقاله بدان پرداخته خواهد شد از مطالب باب‌هایی است که معمولاً در ابتدای توضیح ساختار افلاک آسمان برای اثبات مرکزیت زمین و سکون آن می‌آمده است. این دلایل بر اساس چه مشاهداتی بود؟ آیا پیش‌فرض‌های دیگری نیز در این دلایل و استدلال‌ها دخیل بود؟ چگونه می‌توان از علمی بودن روش‌های این منجمان دفاع کرد در حالی که امروزه نشان داده شده است که زمین نه در مرکز عالم است و نه ساکن است؟

مرکزیت و سکون زمین در آثار بزرگ هیئت

خواجه نصیرالدین طوسی در فصل اول از باب دوم کتاب تذکره با عنوان «فی استدارة السماء والأرض وکون الأرض عند السماء کمرکز الکرة عند محیطها وکونها غیرمتحرکة بالجملة» (ص۱۰۳) به این موضوع پرداخته است. مؤیدالدین عُرضی نیز سه فصل از کتاب خود را به این موضوع اختصاص داده است: «فی أنّ الأرض فی وسط السماء ولیس لها حرکة انتقال» (ص۴۰)، «فی أنّ الأرض لیس لها حرکة وضعیة وأنّ الحرکة الیومیة التی تری للکواکب إنما هی حرکة السماء ولیست هی للأرض» (ص۴۲) و «نرید أن نبین أنّ الأثقال تطلب مرکز العالم من جمیع جهات المحیط، وأنّ مرکز ثقل الأرض - وهو مرکزها - منطبق علی مرکز العالم» (ص۴۴).

قطب‌الدین شیرازی در فصل سوم از باب اول از مقالهٔ دوم کتاب نهایة الإدراک با عنوان «فی أنّ الأرض عند السماء کمرکز الکرة عند محیطها والمراد منه شیئان: أحدهما أنّ مرکز حجمها منطبق علی مرکز العالم والثانی أنّها لیست بذات قدر محسوس بالنسبة

1. Ragep

www.SID.ir

Archive of SID

إلی بعض الأفلاک» (گ۱۸ر)، در فصل سوم از باب اول التحفة با عنوان «فی أنّ الأرض عند السماء کمرکز الکرة عند محیطها وضعاً وقدراً» (ص۱۵) و در اختیارات مظفری در فصلی با عنوان «در آنکه زمین به نسبت با آسمان چون مرکز کره است به نسبت با او» (گ۱۲ر) دلایل مطرح شده برای مرکزیت زمین را آورده و آنها را بررسی کرده است و برخی را نقد کرده است. در این فصول هدف این است که اثبات شود مرکز حجم زمین بر مرکز عالم منطبق است. وی به تبعیت از مؤیدالدین عرضی در فصلی دیگر اثبات می‌کند که مرکز ثقل زمین نیز منطبق بر مرکز عالم است. به نظر می‌رسد اولین بار عرضی این دو مفهوم را به طور جداگانه اثبات کرده است.

شیرازی در فصل بعد یعنی فصل چهارم از باب اول مقالهٔ دوم کتاب نهایة با عنوان «فی أن الأرض ساکنة فی الوسط مرکز ثقلها منطبق علی مرکز العالم ولیس منه حرکة أینیّة ولا علیه حرکة وضعیّة» (گ۲۰ر) و فصل چهارم از باب اول کتاب التحفة با عنوان «فی أن الأرض ساکنة فی الوسط وذلک لانطباق مرکز ثقلها علی مرکز العالم وعدم حرکتها منه وعلیه» (ص۱۷) و فصل چهارم از باب اول مقالهٔ دوم کتاب اختیارات مظفری با عنوان «در آنکه زمین ساکن است در وسط» (گ۳۳ر) به اثبات انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم پرداخته است. سخن در بارهٔ سکون وضعی و انتقالی زمین نیز در همین فصول آمده است.

انطباق مرکز حجم زمین بر مرکز عالم

در این آثار پیش از اثبات مرکزیت زمین، در فصولی جداگانه اثبات شده است که عالم شکل کروی دارد. سپس نشان داده می‌شود که بر اساس مشاهده می‌توان گفت که مرکز زمین در مرکز این کره قرار دارد. ولی مرکزیتِ مرکز حجم زمین و مرکز ثقل زمین در آثار شیرازی و عرضی به طور جداگانه بررسی شده است. براهینی که در این آثار و کتاب طوسی برای مرکزیتِ مرکز حجم زمین آمده است، عبارتند از:

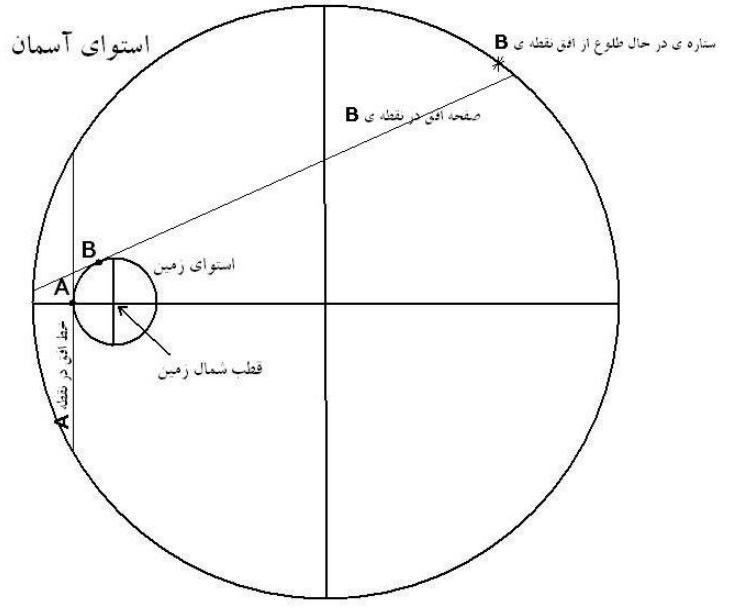
الف) وقوع خسوف در نزدیکی گره‌ها: در آثار هیئت فرض بر این است که ماه و خورشید به سبب حرکت افلاکشان به دور مرکز عالم می‌گردند بنا بر این پدیدهٔ خسوف همیشه در زمانی رخ می‌دهد که ماه و خورشید روی یکی از قطرهای عالم باشند که دو سر این قطر گره‌های مدار ماه و خورشید (نقاط تقاطع مدار این دو سیاره) هستند. حال اگر فرض کنیم زمین در مرکز نباشد و در نقطه‌ای بالاتر یا پایین‌تر از مرکز عالم قرار داشته باشد، آنگاه ماه‌گرفتگی‌ها همیشه در زمانی که ماه و خورشید در نزدیکی گره‌ها هستند، روی نخواهد داد. بلکه گاهی اوقات بدون اینکه ماه و خورشید روی یک قطر عالم قرار داشته باشند، زمین در میان این دو قرار خواهد گرفت و خسوف روی خواهد داد. یعنی در حالی که مثلاً ماه دارای بیشترین عرض دایرةالبروجی است نیز امکان

www.SID.ir

Archive of SID

خواهد داشت خسوفی روی دهد. در حالی که در تمامی خسوف‌هایی که تا به حال رصد شده است، خورشید و ماه به دایرةالبروج و نقاط گره بسیار نزدیک بوده‌اند. این استدلال را بطلمیوس (ص۴۲) طرح کرده است و سپس بیرونی (القانون، ص۳۱) بدان اشاره کرده است. مشابه این استدلال را در آثار بزرگ هیئت نیز می‌توان دید (عرضی، ص۴۰؛ طوسی، التذکرة، ص۱۰۵؛ شیرازی، نهایة، گ۱۸ر؛ التحفة، ص۱۵؛ اختیارات گ۱۲ر).

ب) عدم تغییر درخشندگی ستارگان: ستارگان ثابت روی یک فلک کروی صلب قرار دارند که آنها را حرکت می‌دهد. با این پیش‌فرض، به دلیل عدم تغییر درخشندگی ظاهری ستارگان در ضمن حرکت شبانروزی آنها، می‌توان استدلال کرد که سطح کرهٔ زمین با سطح داخلی کرهٔ آسمان موازی است، و بنا بر این زمین باید در مرکز کرهٔ آسمان باشد.



شکل ۱

بطلمیوس (صص۴۱-۴۲) و به تبع او بیرونی (القانون، ۳۷-۳۹) این استدلال را چنین بیان کرده‌اند: اگر زمین در مرکز عالم قرار نداشته باشد و با حفظ فاصلهٔ برابر از قطب‌ها، به یک طرف کرهٔ آسمان نزدیک‌تر باشد، برای کسانی که مثلاً در نقطهٔ B (شکل ۱) زندگی می‌کنند، نه تنها مدت زمان طلوع هر ستاره تا لحظهٔ عبور از نصف‌النهار ناظر با مدت زمان عبور تا غروبِ همان ستاره مساوی نخواهد بود، بلکه ستاره در زمان طلوع، به دلیل دوری، کم‌نور و در زمان غروب بسیار پرنورتر خواهد بود. در حالی که می‌دانیم این دو بازهٔ زمانی همیشه با هم برابراند و درخشش ستاره در مدت

www.SID.ir

Archive of SID

زمان حضور در آسمان تغییرات زیادی نمی‌کند. بنا بر این بطلمیوس نتیجه گرفته است که زمین به یک طرف کرهٔ آسمان نزدیک‌تر نیست.

ج) تغییرات طول روز و شب: می‌دانیم که مقدار کم و زیاد شدن طول روز و شب، با هم برابر است. یعنی طول روز در انقلاب تابستانی به همان مقداری زیادتر از طول شب است، که طول شب در انقلاب زمستانی بیشتر از طول روز است. همچنین میان این دو زمان در تمام مناطق بین استوا و قطب، دو بار طول روز و شب برابر می‌شود. در حالی که اگر زمین به یکی از دو قطب عالم نزدیک‌تر باشد، دیگر این پدیده‌ها به این صورت روی نخواهند داد، چرا که همیشه کمتر از نصف کرهٔ آسمان بالای افق ناظر دیده می‌شود.

بطلمیوس (ص۴۱) و بیرونی (همان، ص۳۷) تنها به قسمت دوم این استدلال اشاره کرده‌اند کسی که در نقطهٔ A (شکل ۱) به آسمان نگاه می‌کند، هیچ گاه روز اعتدال یعنی برابری روز و شب را تجربه نمی‌کند. چرا که چرخش روزانهٔ آسمان به همراه خورشید به دور مرکز، به طوری است که در یک نقطه به زمین نزدیکتر و در جایی دیگر دورتر خواهد بود. بر همین اساس، ساکنان چنین مناطقی در استوا هیچ گاه روز و شبِ برابر را تجربه نمی‌کنند، زیرا کرهٔ آسمان توسط افق به دو نیم کرهٔ نابرابر تقسیم شده است. حتی اگر افراد در مناطقی به غیر از استوا باشند، نیز همین اتفاق می‌افتد.

از طرف دیگر حتی اگر این افراد روز اعتدال را تجربه کنند، این روز را درست اول زمستان و اول تابستان نخواهند دید. بلکه فاصلهٔ اول زمستان تا اعتدال، با فاصلهٔ اعتدال تا اول تابستان برابر نخواهد بود. زیرا خورشید در حرکت سالانهٔ خود به دور زمین، در یک جا به زمین نزدیک‌تر خواهد بود، و در نتیجه سرعتش در آسمان بیشتر می‌شود، و در منطقه‌ای دیگر سرعت ظاهری‌اش در آسمان کندتر می‌شود و فاصلهٔ میان این تند شدن و کند شدن در این صورت نابرابر خواهد بود در حالی که می‌دانیم این فواصل زمانی در همه جای زمین یکسان است.

د) تفاوت افق حسی و حقیقی:[1] فرض کنیم (شکل ۲)، مرکز کرهٔ زمین E منطبق بر مرکز عالم O نباشد ولی روی محور عالم قرار داشته باشد، آنگاه خطی میان این دو مرکز فرض می‌کنیم و آن را تا محیط زمین در طرف مقابل ادامه می‌دهیم. دایره‌ای فرض می‌کنیم به نام استوا، که مرکزش منطبق بر مرکز زمین E و سطحش عمود بر خط EOباشد. نقطهٔ A دورترین نقطه روی زمین از مرکز عالم است و نقطهٔ C نزدیک‌ترین

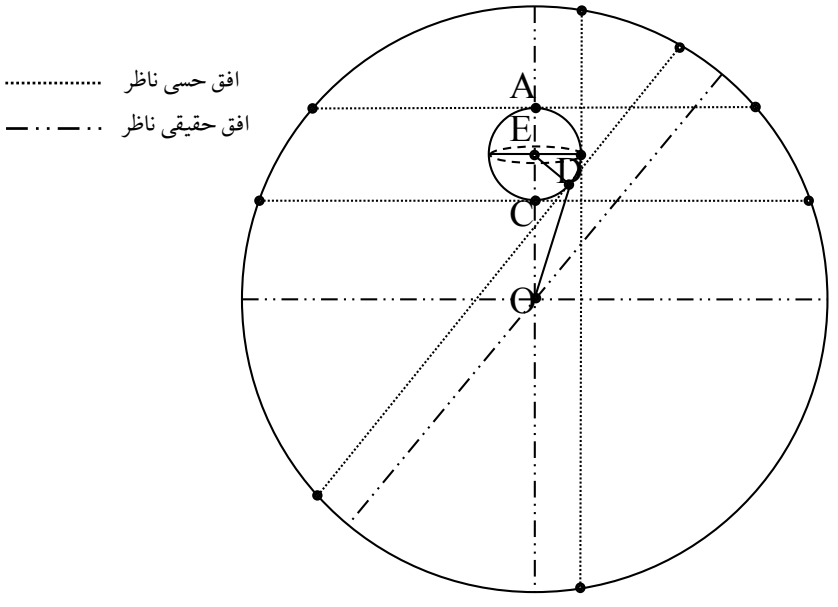
۱. افق حسی صفحه‌ای است که بر نقطهٔ موقعیت ناظر بر سطح کرهٔ زمین مماس شده باشد و کرهٔ آسمان را قطع کند و افق حقیقی صفحه‌ای است که از مرکز زمین (مرکز عالم) بگذرد و با صفحهٔ افق حسی موازی باشد. در حالتی که فرض کرده‌ایم چون مرکز زمین بر مرکز عالم منطبق نیست، صفحهٔ افق حقیقی نه از مرکز عالم و نه از مرکز زمین نمی‌گذرد.

www.SID.ir

Archive of SID

نقطه به آن. فرض کنیم نقطهٔ A منطبق بر یکی از قطب‌های زمین باشد، ناظری که در نقطهٔ D ساکن است می‌تواند مثلث OED را تشکیل دهد. اگر ناظرِ D، بین A و استوا باشد، زاویهٔ E منفرجه و زاویهٔ D حاده خواهد بود، و اگر این ناظر بین C و استوا قرار داشته باشد برعکس و اگر ناظر روی استوا باشد، زاویه E قائم و زاویهٔ D حاده خواهد بود. واگر خط OD بر زمین مماس شود، E حاده و D قائم خواهد بود.

در چنین حالتی اگر ناظری در نقطهٔ A باشد، افق حسی او به اندازهٔ خط OA از مرکز عالم فاصله دارد. اگر افق حقیقی را گذرنده از مرکز عالم تصور کنیم، افق حسی از نگاه ناظر، در «بالای» افق حقیقی و فاصلهٔ آنها OA خواهد بود. در نتیجه از دید ناظر ایستاده در A، کمتر از نیمی از آسمان دیده می‌شود. اگر ناظر از A به سمت استوا حرکت کند، آهسته آهسته افق حسی به افق حقیقی نزدیک می‌شود، تا اینکه زمانی که به استوا می‌رسد، فاصلهٔ افق حسی و افق حقیقی برابر شعاع زمین خواهد بود. و از آنجا که شعاع زمین در برابر شعاع عالم بسیار کوچک است، می‌توان گفت که افق حسی بر افق حقیقی منطبق شده است و کسی که در استوا ایستاده باشد، نیمی از آسمان را خواهد دید.



شکل ۲

حالا اگر ناظر به سمت نقطهٔ C حرکت کند، در نقطهٔ D افق حسی از افق حقیقی فاصله گرفته است و حالا می‌تواند بیش از نیمی از آسمان را ببیند. تا اینکه در نقطهٔ C، افق حسی به کمترین فاصله از افق حقیقی می‌رسد و از دید ناظر افق حسی در «پایینِ» افق حقیقی قرار خواهد گرفت. در این حالت نیز بیش از نیمی از آسمان از دید ناظر

www.SID.ir

Archive of SID

قابل رؤیت خواهد بود. ولی زمانی که به مشاهده رجوع می‌کنیم، می‌بینیم که هیچ کدام از ساکنان زمین این نتایج را تأیید نمی‌کنند، چرا که همیشه تمامی ساکنان زمین نیمی از آسمان را می‌بینند.

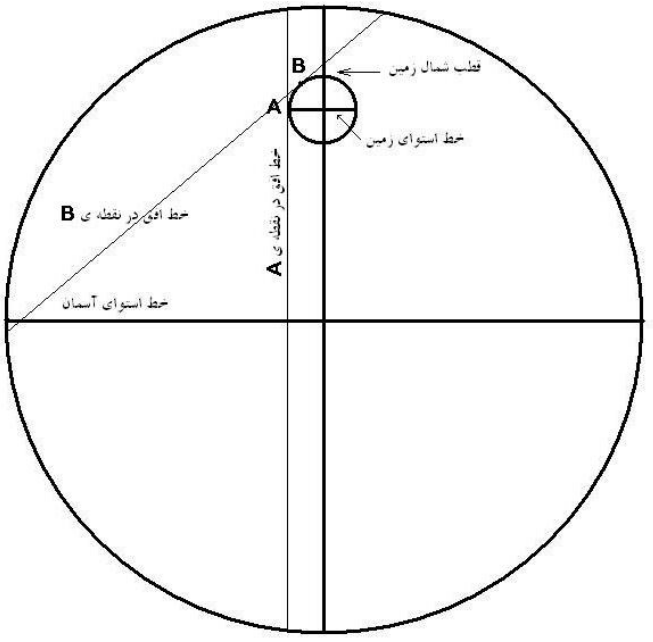
شیرازی به این استدلال ایراد می‌گیرد که اگر خروج از مرکز زمین یعنی خط EO، کمتر از شعاع زمین باشد، این تفاوت که گفتیم محسوس نخواهد بود. به عبارت دیگر، با این استدلال نمی‌توان ثابت کرد که مرکز زمین دقیقاً بر مرکز عالم منطبق است. تنها جوابی که به این ایراد می‌توان داد این است که بگوییم حتی در این حالت هم کسانی نیمی از آسمان را می‌بینند که زیر دایره‌ای زندگی می‌کنند که از نقطهٔ D و مرکز زمین می‌گذرد. اما شیرازی می‌گوید که ممکن است کسی بگوید که شاید همهٔ مردم در این قسمت از زمین زندگی می‌کنند. شیرازی در نهایة (گ۱۹ر) پاسخ دادن به این اشکال را ناممکن یا بسیار دشوار می‌داند (نیز نک : همو، اختیارات، گ۱۳ر).

به عبارت دیگر، به نظر شیرازی دقت این برهان به اندازهٔ شعاع کرهٔ زمین است، یعنی این برهان تنها نشان می‌دهد که فاصلهٔ مرکز زمین تا مرکز عالم بیشتر از شعاع زمین نیست (اختیارات، گ۱۲ر). زیرا قبلاً اثبات شده است که شعاع زمین نسبت به شعاع عالم مقدار محسوسی ندارد، بنا بر این حداقل می‌دانیم که اگر مرکز زمین به اندازهٔ این شعاع از مرکز عالم خارج باشد، باز هم محسوس نخواهد بود. این نکته نشان می‌دهد که شیرازی به میزان دقتی که این برهان‌ها به دست می‌دهند واقف است و می‌داند که این برهان‌ها فقط تا حدی که در مشاهده محسوس باشد می‌توانند مرکزیت زمین را اثبات کنند.

بطلمیوس این استدلال را به صورت ساده‌تری آورده است و اشکال دیگری را بر پایهٔ داده‌های رصدی مطرح می‌کند و می‌گوید در حالتی که زمین روی محور عالم قرار داشته باشد و در مرکز نباشد، دایرةالبروج توسط دایرهٔ افق همیشه به دو نیمهٔ نامساوی تقسیم می‌شود در حالی که مشاهده نشان می‌دهد که همیشه می‌توان ۶ برج را بالای افق دید، و ۶ برج دیگر زیر افق هستند، و با گذر زمان، یکی طلوع و دیگری غروب می‌کند. اگر زمین به یکی از قطب‌ها نزدیک‌تر می‌بود، تعداد برج‌هایی که در هر زمان می‌توانستیم در آسمان ببینیم، بیشتر یا کمتر از ۶ برج می‌شد (صص۴۱-۴۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳

ه)سایهٔ شاخص در اعتدالین: طوسی، عرضی و شیرازی استدلال دیگری آورده اند. مشاهده نشان می‌دهد که سایهٔ یک شاخص عمودی، در زمان طلوع و غروب خورشید در روزهای اعتدالین، بر یک خط راست قرار دارد. اگر زمین خارج از مرکز عالم باشد ولی روی محور آن قرار گرفته باشد (شکل ۳)، سایه‌های یک شاخص عمودی، در لحظهٔ طلوع و غروب خورشید در اعتدالین (یعنی اول بهار و اول پاییز) دیگر روی یک خط نخواهند بود. در این حالت، جز روی دایرهٔ استوا، خط سایهٔ شاخص، در روز اعتدال بهاری و پاییزی، در زمان طلوع خورشید به سمت شمال غربی و در لحظهٔ غروب خورشید به سمت شمال شرقی خواهد بود. چرا که خورشید دقیقاً از نقطهٔ شرق طلوع، و دقیقاً در نقطه غرب غروب نخواهد کرد. در حالی که چنین پدیده‌ای در هیچ کجای عالم اتفاق نمی‌افتد. بلکه همیشه در روز اعتدال بهاری و پاییزی، سایهٔ شاخص عمودی، در لحظهٔ طلوع خورشید، به سمت غرب و در لحظهٔ غروب آن، به سمت شرق است. این دلیل در مجسطی (ص۴۲) و القانون المسعودی (ص۳۸) به همین صورت ذکر شده است.

و) سایهٔ شاخص در روزهای دیگر سال: مشاهده نشان می‌دهد که سایهٔ یک شاخص عمودی در طلوع و غروب خورشید و در زمان‌هایی که خورشید در دو نقطهٔ مقابل از دایرةالبروج قرار دارد، در یک امتداد قرار دارند. این بخش از استدلال در مجسطی و

www.SID.ir

Archive of SID

القانون المسعودی ذکر نشده، بلکه برای اولین بار توسط خواجه نصیرالدین طوسی در کتاب تذکرة عرضه شده است. شیرازی این استدلال را به بعضی از متأخرین منسوب می‌کند و در اختیارات آن را توضیح می‌دهد.

طوسی در التذکرة، این استدلال را چنین مطرح کرده است:

> وتطابق أظلال الشمس فی وقتي طلوعها وغروبها عند کونها علی المدار الذی یتساوی زماناً، ظهوره وخفائه علی خط مستقیم، أو عند کونها فی جُزئین متقابلین من الدائرة التی تقطعها بسیرها الخاص بها... (التذکرة، ص۱۰۷)

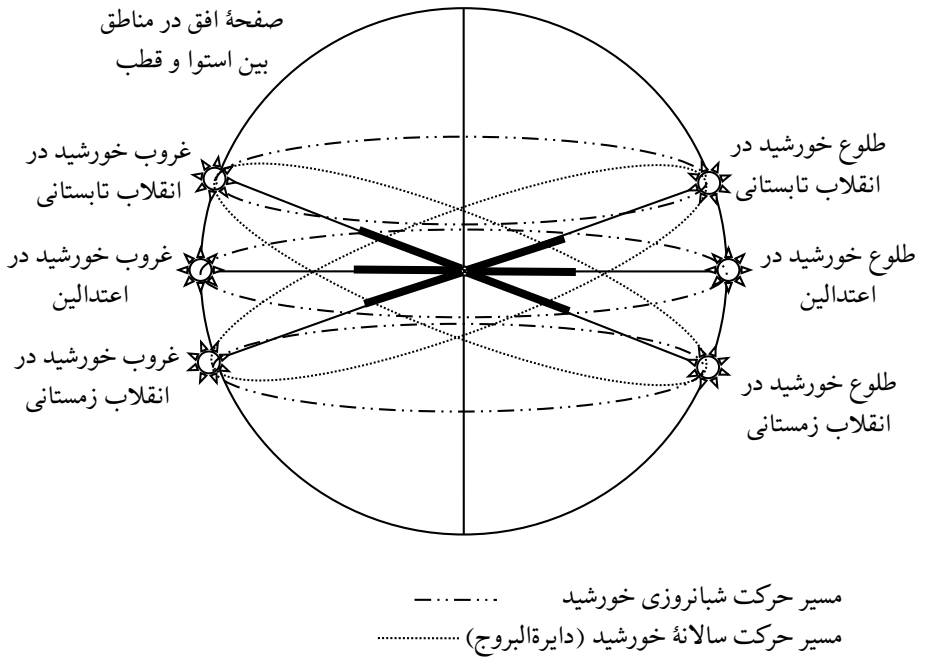
رجب در شرح این عبارت آن را یک شاهد جدید برای مرکزیت زمین در عالم معرفی می‌کند، که بطلمیوس در مجسطی آن را مطرح نکرده است. ولی رجب، بدون توضیح بیشتر از آن می‌گذرد و معنای آن را روشن نمی‌کند (رجب، ۱۹۹۳، ج۲، ص۳۸۳).

توضیحات افزودهٔ قطب‌الدین در اختیارات (گ۱۲پ) درک منظور خواجه را آسان‌تر می‌کند. یکی از شواهد مرکزیت زمین این است که سایهٔ شاخص در لحظهٔ طلوع خورشید در انقلاب تابستانی با سایهٔ شاخص در غروب خورشید در انقلاب زمستانی روی یک خط مستقیم قرار می‌گیرند. در واقع سایهٔ زمان طلوع، وقتی خورشید در یک طرف دایرة البروج قرار دارد، بر سایهٔ زمان غروب، زمانی که خورشید در نقطهٔ مقابل در دایرة البروج مستقر است (دو جزء مقابل هم)، منطبق می‌شود.

در شکل ۴ محل طلوع و غروب خورشید در روی افق آن طور که همیشه روی می‌دهد، نمایش داده شده است. در وسط دایرهٔ افق، یک شاخص عمودی قرار گرفته است که سایه‌اش در خلاف جهت خورشید روی صفحهٔ افق می‌افتد. همان طور که می‌بینید، محل طلوع خورشید در انقلاب تابستانی دقیقاً مقابل نقطهٔ غروب خورشید در انقلاب زمستانی است. از این رو سایهٔ شاخص در این دو وضعیت روی یک خط خواهد بود. همین حالت در طلوع خورشید در انقلاب زمستانی و غروب در انقلاب تابستانی رخ می‌دهد. در حالی که اگر زمین در مرکز عالم قرار نداشت، محل طلوع و غروب خورشید دارای چنین وضعیتی نبود.

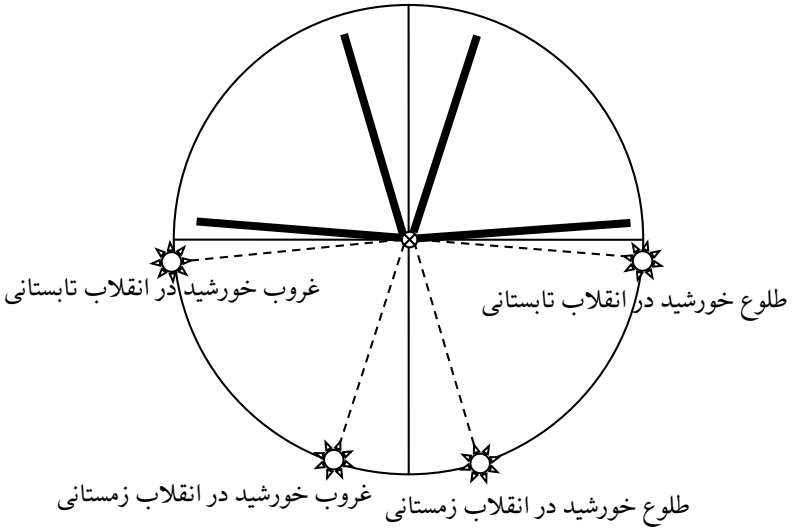
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴

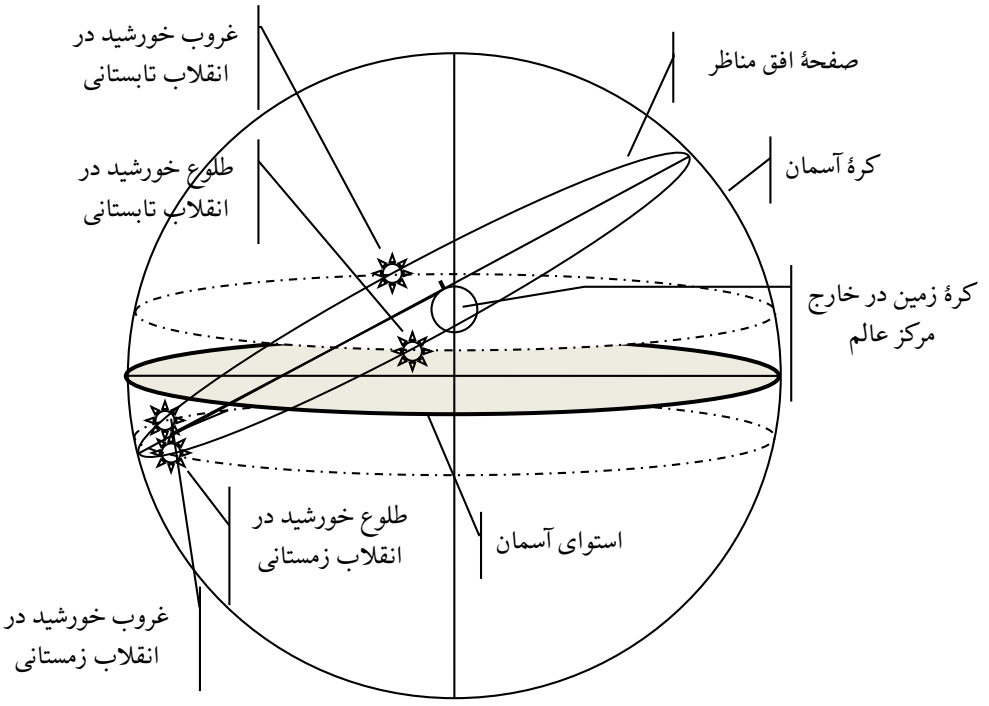
شکل ۵ حالتی را نشان می‌دهد که زمین در مرکز عالم قرار ندارد و شکل ۶ نشان می‌دهد چرا جهت سایهٔ شاخص در این چهار زمان در حالت عدم مرکزیت زمین چنین حالتی پیدا می‌کند.



شکل ۵

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶

همان طور که گفته شد این استدلال فقط برای دو انقلاب و دو اعتدال برقرار نیست، بلکه می‌توان آن را برای هر دو نقطه از دایرةالبروج که مقابل یکدیگر قرار دارند فرض کرد و سایهٔ شاخص را در زمان طلوع خورشید در یکی از این دو نقطه با زمان غروب خورشید در نقطهٔ دیگر مقایسه کرد.

این دو برهان اخیر مرکزیت زمین را به پدیده‌ای محسوس‌تر یعنی سایهٔ یک شاخص مربوط می‌کنند در حالی که براهین قبلی نیاز به رصد ستارگان در شب داشت ولی با این دو برهان می‌توان تنها با استفاده از یک شاخص عمودی و ثبت سایهٔ آن مرکزیت زمین را در عالم نشان داد.

بطلمیوس برهانی دیگر نیز در مجسطی (ص۴۴) آورده است و آن این که زمین توسط اتر از همهٔ جهات احاطه شده است و بر اثر فشار یکنواخت و همه جانبهٔ اتر در مرکز محکم شده است. به این برهان نه تنها در القانون المسعودی بیرونی بلکه در آثار هیئت نیز توجه نشده است. علت این عدم توجه شاید آن باشد که منجمان دورهٔ اسلامی آن را برهانی ریاضی و بر پایهٔ مشاهده نمی‌دانستند.

www.SID.ir

Archive of SID

انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم

پس از اثبات وجود مرکز حجم زمین در مرکز عالم باید انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم نیز ثابت شود، این موضوعی است که نویسندگان آثار هیئتی که به آنها اشاره شد در دنبالهٔ کار خود انجام داده‌اند (نک : عرضی، ص۴۵؛ شیرازی، نهایة، گ۲۰ر؛ التحفة، ص۱۷؛ اختیارات، گ۳۳ر). این برهان بر اساس این مشاهده است که اجسام سنگین مانند خاک و آب در مسیر عمود بر سطح زمین به سوی مرکز حجم آن سقوط می‌کنند و مرکز حجم آن نیز، چنان که در بخش پیش ثابت شد، بر مرکز عالم منطبق است. پس باید نتیجه بگیریم که مرکز ثقل زمین همان مرکز حجم آن است. زیرا اگر اجزای زمین به سمت مرکز حجم آن سقوط می‌کنند کل کرهٔ زمین هم باید به همان سمت سقوط کند و زمانی به سکون می‌رسد که مرکز ثقلش به مرکز حجمش برسد. در نتیجه این استدلال بر این فرض استوار است که مرکز ثقل زمین در حالت سکون است وگرنه باید همانند اجزایش به سمت مرکز حجمش سقوط کند.

در این برهان به‌دقت کوشش شده است از هیچ پیش‌فرض طبیعی، مثلاً حرکت طبیعی اجسام به سمت مرکز عالم، استفاده نشود. فقط پس از عرضهٔ برهان به عنوان مؤید آن اضافه می‌کنند که حرکت اجسام سبک یعنی آتش و هوا به سمت محیط عالم نشان می‌دهد که اجسام متضاد آنها یعنی آب و خاک باید به سمت مرکز عالم حرکت کنند. این سخن که نوعی دلیل لِمی محسوب می‌شود نه به عنوان یک دلیل مستقل بلکه تنها به عنوان مؤیدی برای برهان بالا افزوده شده است. بنا بر این مشاهده نشان می‌دهد که مرکز حجم زمین همان مرکز ثقل اوست.

بطلمیوس برهانی بر اساس سقوط اجسام به سمت مرکز آورده است. در این برهان، که وی در بخش اثبات عدم حرکت انتقالی زمین مطرح کرده است، هیچ اشاره‌ای به مفهوم مرکز ثقل و اثبات مرکزیت آن دیده نمی‌شود. بطلمیوس در این بخش برای اثبات بی‌حرکت بودن زمین در مرکز عالم می‌گوید:

> از آنجا که به‌روشنی از روی پدیده‌های واقعی نشان داده شده است که زمین در مرکز عالم است و تمامی اجسام سنگین به سمت مرکز زمین حرکت می‌کنند، بیهوده است که دیگر راجع به علل حرکت اجسام به سمت مرکز تحقیق کنیم. پدیده‌ای که در ادامه گفته می‌شود، نشان می‌دهد [که تمامی اجسام به سمت مرکز سقوط می‌کنند]: در تمامی مناطق زمین، که نشان داده‌ایم کروی است و در مرکز عالم قرار دارد، مسیر و جهت سقوط تمامی اجسام در همه جا و همه وقت عمود بر سطح زمین است. (ص۴۳)

ظاهراً بطلمیوس در اینجا اصرار دارد که به علت سقوط اجسام توجهی نکند و فقط از این واقعیت که زمین در مرکز عالم است و همهٔ اجسام به سمت مرکز آن سقوط می‌کنند

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه بگیرد که زمین حرکتی ندارد. چون تنها زمانی یک جسم حرکت می‌کند که از مرکز عالم خارج باشد، ولی زمین که در مرکز قرار دارد دلیل ندارد که حرکت کند. بنا بر این در اینجا بطلمیوس هیچ دلیلی برای انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم نمی‌آورد بلکه به دنبال اثبات سکون زمین است. به نظر نمی‌رسد که بطلمیوس در اینجا به تمایز مرکز حجم و مرکز ثقل توجه داشته است. ولی عُرضی در کتاب خود از این برهان برای اثبات انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم استفاده کرده است (ص۴۵).

پدرسن (ص۴۳) این برهان را یک برهان طبیعی دانسته است که بر نظریهٔ گرانش ارسطو استوار است، در حالی که چون در این برهان به منشأ طبیعی سقوط اجسام به سمت مرکز عالم اشاره‌ای نشده است، نمی‌توان پیش فرضهای طبیعی را در آن دخیل دانست.

ارسطو، در کتاب در آسمان، پیش از بطلمیوس این برهان را با صورت‌بندی طبیعی برای اثبات مرکزیت زمین آورده است. ارسطو می‌پرسد این که حرکت طبیعی اجسام به سوی مرکز زمین است به علت آن است که مرکز زمین، مرکز جهان است یا به علت آن است که مرکز زمین خاصیت ویژه‌ای دارد که اجسام به سمت آن سقوط می‌کنند؟ یعنی علت غاییِ حرکتِ طبیعیِ اجسام زمینی، مرکز زمین است یا مرکز عالم؟ ارسطو معتقد است حرکت طبیعیِ اجسام سنگین ضرورتاً باید رو به مرکز عالم باشد، زیرا مشاهده نشان می‌دهد که اجسام سبک مثل آتش، که ضد خاک است، رو به محیط عالم حرکت می‌کنند و چون حرکت اجسام متضاد باید خلاف جهت هم باشد، می‌توانیم نتیجه بگیریم خاک که ضد آتش است، باید به سمت مرکز عالم حرکت کند. در نتیجه تمام اجسام خاکی و آبی دارای حرکت طبیعی به سمت مرکز عالم هستند، و چون مرکز زمین و مرکز عالم بر هم منطبق‌اند، همهٔ اجسام رو به مرکز زمین حرکت می‌کنند (ارسطو، ص۱۲۳). همان طور که گفته شد این برهان که یک دلیل لِمی یا طبیعی محسوب می‌شود، در آثار عرضی و شیرازی تنها به عنوان یک مؤید آمده است نه یک دلیل مستقل.

شیرازی دلایل دیگری را که برای اثبات انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم مطرح شده‌اند ولی - از نظر او - قانع کننده نیستند، آورده و هر کدام را نقد کرده است (شیرازی، نهایة، گ۲۱؛ اختیارات، گ۳۴ر). این قسمت به احتمال بسیار متأثر از القانون المسعودی بیرونی (ص۴۳) و فصل هفتم و هشتم طبیعیات ابن سینا است با این تفاوت که ابن سینا از براهین طبیعی نیز برای رد این دلایل استفاده کرده است (ابن سینا، صص۵۶-۶۳). ولی بیرونی و به تبع او شیرازی به براهین طبیعی اشاره‌ای نکرده‌اند. این دلایل از این قرار است:

www.SID.ir

Archive of SID

۱) سکون زمین در مرکز به دلیل تساوی نیروهای «جاذبهٔ» افلاک از همه جهت در نقطهٔ مرکز عالم است، شبیه یک تکه آهن در میان تعدادی آهن ربا که به علت تساوی نیروهای جاذبه در همهٔ جهات، ساکن می‌ماند. ابن سینا، بیرونی و شیرازی در نقد این دلیل می‌گویند: اگر چنین بود، اجرام خاکیِ سبک که بر روی محیط زمین قرار گرفته‌اند به علت اینکه از مرکز زمین به آسمان نزدیک‌ترند، به سوی آسمان جذب می‌شدند، چرا که نیروی وارد بر اجسام سبک‌تر و نزدیک‌تر به آسمان، باعث می‌شود با سرعت بیشتری جذب شوند. (نهایة، گ۲۰ پ)

در این پاسخ احتمالاً چنین فرض شده است که اگر نیرویی به جسم سبک‌تر وارد شود سرعت بیشتری می‌گیرد و اگر جسمی به منبع نیرو نزدیک‌تر باشد، نیروی بیشتری بر آن وارد می‌شود. این پیش‌فرض‌ها تصوری را که نزد آن دانشمندان از عمل نیروهای دوربُرد مثل مغناطیس وجود داشته است، نشان می‌دهد. بیرونی علاوه بر این معتقد است اگر چنین جاذبه‌ای از سوی آسمان وجود داشته باشد، انسان باید آن را حس کند. (بیرونی، القانون، ص۴۳)

۲) سکون زمین در مرکز به علت جذب شدن به سوی مرکز برای فرار از خلأ است. ابن سینا، بیرونی و شیرازی در نقد این دلیل می‌گویند: در آن صورت، جسم سبک‌تر سریع‌تر به سوی مرکز سقوط می‌کرد. چرا که نیروی کشش خلأ بر هر دو جسم به‌یکسان وارد می‌شد و در نهایت جسم سبک‌تر سرعت بیشتری می‌گرفت. در حالی که طبق حرکت‌شناسی آن روزگار جسم سنگین‌تر سریع‌تر از جسم سبک‌تر سقوط می‌کند.

متناسب بودن سرعت سقوط اجسام با وزن آنها در کتاب فیزیک ارسطو آمده است، ولی نباید آن را فقط مبتنی بر یک پیش‌فرض طبیعی دانست. به‌گمان نویسندهٔ این سطور سریع‌تر بودن سقوط اجسام سنگین یک پدیدهٔ مشاهدتی هم دانسته می‌شده است. زیرا مشاهدهٔ نادقیق روزمره نیز ظاهراً نشان می‌دهد که جسم سنگین‌تر با سرعت بیشتری از یک جسم سبک‌تر سقوط می‌کند.

بیرونی (ص۴۴) اضافه می‌کند که بحث خلأ بحثی است که اختلافات شدیدی بر سر آن مطرح است. ولی حتی اگر ما فرض کنیم که مکانی وجود دارد خالی از هر جسمی، باز نمی‌توان علت سکون زمین را جذب شدن زمین به سمت آن دانست.

۳) علت سکون زمین در مرکز نیروی دافعهٔ مساوی است که از همه جای آسمان بر آن وارد می‌شود. ابن سینا، بیرونی و شیرازی در نقد این دلیل به سه نکته اشاره کرده‌اند:

۱- اگر چنین بود، جسمِ سبک‌تر سریع‌تر به سمت مرکز سقوط می‌کرد تا جسم سنگین‌تر، در حالی که جسم سنگین‌تر سریع‌تر از جسم سبک‌تر سقوط می‌کند.

۲- از آنجا که اجرام آسمانی از شرق طلوع می‌کنند، این حرکت باید ما را به سمت مغرب هل می‌داد و حرکت کردن از مغرب به مشرق دشوار می‌شد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- اگر آسمان نیروی دافعه می‌داشت، جسم سنگین در ابتدای سقوطش سریع‌تر سقوط می‌کرد تا در انتها. چرا که در ابتدای سقوطش به آسمان نزدیک‌تر بود و نیروی دافعهٔ بیشتری دریافت می‌کرد، ولی در انتهای سقوطش از آسمان دور می‌شد و سرعت سقوطش نیز می‌بایست کاهش می‌یافت.

بیرونی (همان، ص۴۴) علاوه بر این می‌افزاید که اگر زمین به دلیل تساوی نیروهای دافعه در مرکز ساکن شده باشد، آنگاه این یک سکون عَرَضی خواهد بود و دوام نخواهد داشت.

در پاسخ‌های ذکر شده برای سه استدلال بالا، مفهوم «میل طبیعی» سقوط به سمت مرکز عالم در برابر مفاهیم «جاذبه» و «دافعه» قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب سکون زمین در مرکز نمی‌تواند تحت تأثیر هیچ نیرویی از جنس جاذبه یا دافعه باشد. چرا که در موارد اول و سوم بزرگی این دو نوع نیرو تابع فاصله است و برآیند نیروها بر اجسام سطح زمین به دلیل نزدیک‌تر بودن به آسمان، صفر نیست. چنین تعبیری از نیروهای جاذبه و دافعه به احتمال زیاد از نیروهای بین آهنرباها الهام گرفته شده است. چرا که نه فقط، تنها نیروی دوربرد شناخته شده در آن زمان که عامل فاصله در عملکرد آن مؤثر است مغناطیس بوده است، بلکه صراحتاً به نام این نوع سنگ‌ها اشاره شده است.

۴) علت سکون زمین، چرخش هوای اطراف زمین به همراه فلک است. یعنی به علت چرخش افلاک به‌دور زمین، هوای اطراف آن هم می‌چرخد و چرخش هوای اطراف آن از جابه‌جایی زمین از مرکز عالم جلوگیری می‌کند. مثلاً می‌توان کُره‌ای را فرض کرد که در وسط یک بطری (قنینهٔ) بگذاریم و کره را بچرخانیم. این کره به علت حرکت دورانی هوای اطرافش، بدون اینکه با بدنهٔ بطری تماس داشته باشد، روی هوا می‌ماند و حرکت نمی‌کند. ابن سینا و شیرازی فرض می‌کنند که اگر زمین نیز چنین وضعیتی می‌داشت، هوای اطراف زمین دیگر با آن همراه نبود بلکه باد بسیار شدیدی همیشه از شرق به غرب به همراه چرخش افلاک به‌وجود می‌آمد.

نفی حرکت انتقالی زمین

پس از سخن گفتن در بارهٔ انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم باید وجود هر گونه حرکت در آن نفی شود، البته این مطلبی نیست که همهٔ نویسندگان آثار هیئت به آن پرداخته باشند، برای مثال عرضی و شیرازی به این موضوع پرداخته‌اند اما طوسی اشاره‌ای به آن نکرده است. در ادامه استدلال‌های عرضی و شیرازی را بررسی می‌کنیم.

۱- اگر زمین حرکت انتقالی داشته باشد، از مرکز عالم خارج می‌شود در نتیجه همهٔ آن تناقضاتی که در باب عدم مرکزیت زمین مطرح شد، پیش می‌آید. یعنی اگر به هر کدام از جوانب آسمان نزدیک‌تر شود، مشاهداتی برای ساکنین زمین در

www.SID.ir

Archive of SID

آسمان پیش خواهد آمد که هیچ کدام در واقع رخ نمی‌دهد. بطلمیوس در مجسطی (ص۴۳) این دلیل را به عنوان اولین دلیل برای رد حرکت انتقالی آورده است.

۲- اگر زمین در حالت صعود به سمت بالا بود، هر روز ستارگان به ما نزدیک‌تر و پرنورتر می‌شدند و اگر در حال سقوط به سمت پایین بود، بر عکس، کم نورتر می‌گشتند.

۳- اگر زمین در حال سقوط به سمت پایین بود و ما سنگی را به جانب آسمان پرتاب می‌کردیم، دیگر به زمین باز نمی‌گشت، چرا که زمین از آن سنگ بسیار سنگین‌تر است و بنا بر این سقوط زمین از آن تکه سنگ سریع‌تر خواهد بود و هرگز به ما نخواهد رسید. این دلیل نیز برگرفته از مجسطی است (ص۴۴).

۴- اگر دو جسم هم‌وزن با شکل‌های متفاوت و سرعت‌های متفاوت سقوط کنند، به سبب تفاوت شکلشان سرعت‌های مختلفی خواهند داشت. مثلاً کره، سریع‌تر از مربع، هوا را می‌شکافد و سقوط می‌کند. بنا بر این اگر زمین در حال سقوط بود، به دلیل شکل کروی‌اش سریع‌تر از یک تکه سنگ غیر کروی سقوط می‌کرد. این دلیل در مجسطی نیامده اما در کتاب الهیئة عرضی (ص۴۵) و آثار شیرازی دیده می‌شود.

۵- ممکن است گفته شود شاید زمین به سمت پایین «سقوط آزاد» نمی‌کند بلکه به آهستگی به سمت پایین حرکت می‌کند. اما اگر زمین حرکت به بالا یا پایین داشته باشد و تکه سنگی را به سمت بالا پرتاب کنیم و به زمین برگردد، مسافتی که به سمت بالا حرکت می‌کرده است با مسافتی که از نقطهٔ اوج حرکتش تا سطح زمین خواهد داشت، برابر نمی‌بود. چرا که سطح زمین در حین حرکت سنگ بالاتر یا پایین‌تر آمده و در نتیجه تکه سنگ زودتر یا دیرتر به سطح زمین می‌رسید و مسافت متفاوتی را در حین بالا رفتن و پایین آمدن طی می‌کرد.

۶- اگر زمین به سمت شرق یا غرب حرکت کند آنگاه پرتابه‌ای که در جهت شمال یا جنوب پرتاب می‌شود به هدف نمی‌خورد و منحرف می‌شود.[۱]

در این میان یک دلیل دیگر برای عدم حرکت انتقالی زمین در آثار ارسطو مطرح شده است که در آثار هیئت نشانی از آنها نمی‌بینیم. ارسطو در کتاب در آسمان چنین می‌نویسد:

۱. دلیل ۵ در اثر عرضی نیامده است و تنها شیرازی بدان اشاره کرده است. شیرازی نیز موارد (۴) و (۵) را در اختیارات نیاورده است شیرازی دلیل ۶ را تنها در التحفة آورده است.

www.SID.ir

Archive of SID

> مشاهدهٔ واقعیت نشان می‌دهد که هر چه متحرک به حرکت مستدیر است، بجز فلک اول، در حرکت خود عقب می‌ماند و به جای یک حرکت، چند حرکت دارد. پس ضروری است که زمین نیز چه گرد مرکز حرکت کند و چه در خود مرکز باشد، دو حرکت مکانی داشته باشد... اما از مشاهدهٔ واقعیت چنین چیزی بر نمی‌آید، بلکه همواره ستارگان معینی از جاهای معینی از زمین طلوع و غروب می‌کنند (صص۱۲۲-۱۲۳)

با این که افلاک سیارات هر کدام دارای حرکت یکنواخت است ولی از مجموع آنها حرکات نایکنواختی برای سیارات ایجاد می‌شود. مثلاً خورشید دارای حرکتی نایکنواخت است، که باعث می‌شود طول بهار و تابستان بیشتر از طول پاییز و زمستان باشد. افلاک سیارات پنجگانه نه تنها سرعت نایکنواخت برای سیارات ایجاد می‌کنند، بلکه گاهی اوقات آنها را به سمت جلو و عقب می‌برند و حرکت رجعی را باعث می‌شوند. ارسطو با استقراء به این نتیجه می‌رسد که اگر زمین واقعاً حرکتی به دور مرکز عالم داشته باشد (آن چنان که فیثاغورسیان ادعا می‌کردند)، این حرکت باید مثل بقیهٔ سیارات، حرکتی نایکنواخت باشد، و این نایکنواختی حرکت زمین، باعث نایکنواختی در موقعیت ستارگان در آسمان خواهد شد. در حالی که مشاهدهٔ مستقیم و متوالی آسمان هیچ نایکنواختی در طلوع و غروب شبانروزی ستارگان نشان نمی‌دهد.

نفی چرخش وضعی زمین

شیرازی توضیح می‌دهد که «بعضی از اوایل» معتقد بودند که زمین دارای چرخش وضعی است. منظور از اوایل منجمان یونان باستان پیش از بطلمیوس است. بطلمیوس نیز به همین افراد بدون ذکر نام اشاره می‌کند. تومر در حاشیهٔ مجسطی از هراکلیدس پونتوسی[۱] (قرن چهارم قبل از میلاد) و آریستارخوس ساموسی[۲] (قرن سوم قبل از میلاد) به عنوان کسانی که به حرکت وضعی زمین معتقد بودند، نام می‌برد (بطلمیوس، ص۴۴). ولی نویگه‌باوئر[۳] (ج۲، صص۶۹۴-۶۹۶) معتقد است که از عبارات به جا مانده از هراکلیدس نمی‌توان نتیجه گرفت که وی معتقد به حرکت زمین بوده است.

بطلمیوس بر اساس فلسفهٔ ارسطو ادعا می‌کند که پذیرش این سخن سخت است که زمین سنگین با سرعت بچرخد، و افلاک که سبک هستند چرخش نداشته باشند (ص۴۵). بیرونی این دیدگاه بطلمیوس را نقد می‌کند و آن را یک استدلال اقناعی و غیر یقینی می‌داند. وی توضیح می‌دهد که فلاسفه افلاک را نه سبک و نه سنگین

---

۱. Heraklides of Pontus
۲. Aristarchus of Samos
3. Neugebaer

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دانند زیرا ایشان سبکی و سنگینی را به میل به حرکت مستقیم الخط رو به بالا و رو به پایین تعریف می‌کنند و بر این گمانند که جون حرکت طبیعی افلاک مستدیر است پس کیفیات سنگینی و سبکی بر آنها عارض نمی‌شود و بنا بر این ممکن است آنها را ساکن فرض کنیم. ولی اگر تکه‌ای از افلاک را روی زمین قرار دهیم، به دلیل تمایل برای بازگشت به مکان طبیعی‌اش به سمت بالا حرکت می‌کند، بنا بر این می‌توانیم بگوییم این اجسام روی زمین چون به سمت بالا حرکت می‌کنند، (مانند حرکت آتش) سبک محسوب می‌شوند (القانون: صص۴۹-۵۰). به نظر می‌رسد این موضوع برگرفته از پرسش و پاسخ‌هایی است که میان بیرونی و ابن سینا رد و بدل می‌شده است. اولین پرسش بیرونی از ابن سینا در باب همین موضوع است که چرا ارسطو معتقد شده است که فلک سبکی و سنگینی ندارد. ابن سینا در پاسخ همین استدلال را آورده است (بیرونی و ابن سینا، صص۲-۱۲).[۱] پدرسن اشاره می‌کند که به گزارش سیمپلیسیوس، بطلمیوس در کتابی با عنوان درباب ترازو[۲] نیز از این آموزه برای بیان علت سبک و سنگین نبودن افلاک استفاده کرده است. هرچند به نظر پدرسن این آموزه را باید غیر ارسطویی به حساب آورد (ص۴۴، پانوشت ۷).[۳]

ولی نویسندگان آثار هیئت به این بحث اشاره‌ای نمی‌کنند، احتمالاً بدین دلیل که آن را یک دلیل لِمی یا طبیعی می‌شمارند. شیرازی به طور خلاصه شرح می‌دهد که بعضی افراد معتقد به حرکت وضعی زمین بوده‌اند. با اینکه سیارات در آسمان دارای دو گونه حرکت هستند، این افراد نمی‌خواستند دو حرکت طبیعی به اجسام آسمانی نسبت دهند. از این رو حرکت غرب به شرق سیارات را که برای هرکدامشان مقداری خاص است، متعلق به خود آنها دانستند و حرکت شبانروزی آسمان را به همراه ستارگان ثابت، مربوط به زمین تصور کردند. و نتیجه گرفتند چرخش وضعی زمین از غرب به شرق باعث طلوع و غروب ستارگان و سیارات در آسمان می‌شود. مانند کسی که در یک کشتی متحرک در آب دریا نشسته است و گمان می‌کند دریا است که در حال حرکت است و او ساکن است (شیرازی، نهایة، گ۲۰ر؛ التحفة، ص۱۷؛ اختیارات، گ۳۳ر). بیرونی نیز از هندیان و به طور اخص اصحاب اَرجبَهَر در زمرهٔ معتقدان به حرکت وضعی زمین یاد کرده است (همان، ص۴۹).

---

۱. برای شرحی تفصیلی از این پرسش‌ها و پاسخ‌ها نک.: مطهری.

2. *On the Balance*

۳. این ایراد جزو دلایلی است که کوپرنیک، و پس از او نیوتن، بر حرکت زمین و بی‌حرکت بودن آسمان آورده‌اند. به اعتقاد ایشان، چرا باید مکان (locus)، که آسمان است، حرکت کند و متمکّن (locatum)، یعنی زمین، ساکن باشد؟ به نظر کویره (Koyré) این استدلال در نظر ارسطوییان وزنی نداشت، زیرا زمین، چون جسمی سنگین است، برای اینکه بر خلاف طبیعت خاکی خود حرکت دورانی کند به نیرویی عظیم نیاز دارد، در حالی که آسمان نه سبک و نه سنگین است و به مقتضای طبیعت خود می‌چرخد (کویره، صص۵۵-۵۶).

www.SID.ir

Archive of SID

دلایل زیر در رد امکان حرکت وضعی زمین در آثار هیئت مطرح شده است، که نشان می‌دهند با فرض حرکت وضعی زمین چه مشکلات و تناقضاتی پیش می‌آمد:

۱- اگر زمین دارای چرخش وضعی باشد، در هر ۱۰ ساعت ۱۰۰ میل که برابر سی و سه فرسنگ و ثلثی است، حرکت خواهد داشت، چرا که محیط زمین ۲۴۰۰۰ میل است، که در ۲۴ ساعت آن را طی می‌کند. ولی هیچ جسمی وجود ندارد که با چنین سرعتی بگردد. در نتیجه ابرها و پرندگان از چرخش زمین عقب خواهند ماند و به جانب غرب فرو خواهند شد. اما تا به حال چنین چیزی مشاهده نشده است (عرضی، ص۴۳؛ نیز نک : بطلمیوس، ص۴۵؛ طوسی، التذکرة، ص۱۰۵ که این استدلال را بدون ذکر مقدارها آورده‌اند).

۲- چنانچه زمین دارای چرخش وضعی باشد، اگر تیری را از جهت شمال به سوی جنوب پرتاب کنیم، مسیرش به سمت غرب مایل خواهد شد، چرا که زمین با سرعت از زیر آن عبور خواهد کرد. این دلیل ابتدا در کتاب عُرضی (ص۴۳) آمده و سپس شیرازی احتمالاً از او گرفته است (نهایة، گ۲۰ر؛ التحفة، ص۱۷؛ اختیارات، گ۳۳ر)، زیرا در مجسطی و تذکره این استدلال دیده نمی‌شود.

۳- چنانچه زمین دارای چرخش وضعی باشد، تیری که از جانب مشرق به مغرب پرتاب شود در مقایسه با تیری که از جانب مغرب به مشرق با نیرویی برابر پرتاب شده باشد، مسافت کمتری را خواهد پیمود. این دلیل نیز برگرفته از عُرضی است (همانجا) و در آثار قبلی دیده نمی‌شود.

۴- چنانچه زمین دارای چرخش وضعی باشد، اگر سنگی را به طور قائم به بالا پرتاب کنیم، در نقطه‌ای در جهت غربیِ موضع پرتاب فرو خواهد افتاد.

می‌توان این دلایل را در همین دلیل چهارم خلاصه کرد. این دلیل در کتاب درآسمان ارسطو دیده می‌شود (ص۱۲۳). در آنجا وی استدلال می‌کند که اگر جسمی را با نیرویی قسری رو به بالا پرتاب کنیم، دوباره به نقطهٔ اول بازمی‌گردد. در حالی که اگر زمین به‌قسر در حال حرکت باشد، این جسم دیگر از نیروی محرکهٔ زمین رها شده است و دیگر همراه زمین حرکت نمی‌کند، در نتیجه دیگر نباید به همان نقطهٔ اول بازگردد. این مبحث از یک اصل فیزیکی نشأت می‌گیرد که هر حرکت غیرطبیعی نیاز به محرک دارد، و حرکت تنها تا زمانی ادامه می‌یابد که محرک با متحرک همراه باشد (ارسطو، همان، ص۱۶۹).

اما اگر آسمان و زمین هر دو در چرخش باشند، به طوری که مقداری از چرخش شبانروزی را به عهدهٔ آسمان بگذاریم و مقداری را بر عهدهٔ زمین، چه پیش می‌آید؟ شیرازی در جوابْ چنین استدلال می‌کند که اگر حرکتی که به زمین نسبت داده می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر از حرکات اجسام زمینی مثل پرندگان و ابرها باشد، تمام اشکالات فوق وارد خواهد بود. ولی اگر حرکت زمین کمتر باشد، اشکال اول رفع خواهد شد، ولی مشکلات بعدی در بارهٔ تیر و پرتابه همچنان به قوت خود باقی خواهند ماند (شیرازی، نهایة، گ۲۰پ؛ التحفة، ص۱۸؛ اختیارات، گ۳۳پ). این دلیل در آثار عرضی و بیرونی یافت نمی شود.

بنا بر این اجسام اگر از زمین جدا شوند، در صورت حرکت زمین از آن عقب خواهند ماند. ولی می‌توان گفت با فرض اینکه هوای اطراف زمین به همراه آن چرخش وضعی داشته باشد و ابرها و پرندگان و تیرها را با خود بچرخاند، می‌توان حرکت زمین را پذیرفت. بطلمیوس همین استدلال را از طرف مدافعین حرکت زمین مطرح کرده است. وی در مجسطی می‌گوید اگر اجسام چنان به هوا متصل باشند که گویی با هوا یکی شده‌اند، می‌توان فرض کرد که در صورت چرخش هوا به همراه زمین، اجسام مختلف از جمله ابرها و پرندگان و پرتابه‌ها همراه زمین حرکت کنند و چرخش زمین در حرکت آنها تأثیری نداشته باشد. ولی بطلمیوس اضافه می‌کند اگر اجسام بدین نحو به هوا محکم شده باشند، آنگاه غیر از حرکت همراه هوا، هیچ حرکت دیگری نمی‌توانند داشته باشند. در حالی که می‌بینیم پرندگان و پرتابه‌ها حرکت می‌کنند و از جایی به جای دیگر می‌روند (بطلمیوس، ص۴۵؛ نیز نک : بیرونی، القانون...، ص۵۲؛ عرضی، ص۴۴).

ولی همان طور که رجب نشان داده است (رجب، ۲۰۰۱)، طوسی در تذکره شاهدی برای تقویت فرض حرکت هوا و حرکت اجسام به همراه آن آورده است. وی با اینکه معتقد به سکون زمین است، معتقد است که با هیچ آزمایشی نمی‌توان سکون زمین را اثبات کرد و تنها باید بر اساس اصول طبیعیات سکون زمین را پذیرفت. استدلال وی برای رد آزمایش بالا بر اساس حرکت دنباله‌دارها در آسمان است.

> ولا يمكن إسناد الحركة الأولى إلى الأرض - لا بما قيل من أن ذلک يوجب أن لا يقع المرمي فی الهواء علی موضعه الأول بل يجب أن يقع فی الجانب الغربي منه أو يوجب أن الحركة لَما انفصل منها كالسهم والطائر إلى جهة حركتها أبطأ وفي خلافها أسرع، فإن المتصل بها من الهواء يمكن أن يشايعها بما يتصل به،[1] كما يشايع الأثير الفلک بدلالة حركات ذوات الأذناب بحركته - بل لكونها ذات مبدأ ميل مستقيم، فيمتنع أن تتحرک علی الإستدارة بالطبع (طوسی، التذكرة: ۱۰۷).

۱. در شرحی که رجب بر این قسمت نوشته است، نشان می‌دهد با اینکه در متن واژهٔ «بها» آمده، ولی «به» درست است تا مرجع ضمیر هوا باشد نه زمین (رجب، ۱۹۹۳، ج۲، ص۳۸۵).

www.SID.ir

Archive of SID

«دنباله‌دارها» (ذوات الاذناب) طبق فلسفهٔ ارسطو جزء عالم تحت قمر هستند و در لایهٔ بالایی کرهٔ آتش قرار دارند (ارسطو، آثار علوی[1]: مقالهٔ دوم، بخش ۶) این اجرام در یک نقطه از آسمان ثابت نمی‌مانند بلکه با چرخش شبانروزی آسمان همراهی می‌کنند.[2] علت همراهی آنها با چرخش شبانروزی افلاک، حرکت اثیر[3] (= کرهٔ آتش) است که در تماس با فلک قمر است و با چرخش شبانروزی فلک قمر همراهی می‌کند و این اجرام را نیز با خود حرکت می‌دهد. به همین شکل، اگر اثیرِ نزدیک به فلک قمر و دنباله‌دار درون آن با حرکت فلک قمر همراهی می‌کنند، می‌توان پذیرفت که هوای نزدیکِ زمین و پرندگان و اجسام ساقط و صاعد نیز می‌توانند با چرخش زمین همراهی کنند. بنا بر این با دلایل إنی و مشاهدتی نمی‌توان عدم حرکت وضعی زمین را اثبات کرد.

طوسی در تحریر المجسطی نیز به طور مشخص در باب این دیدگاه بطلمیوس، به‌کوتاهی اظهار نظر کرده است. وی پس از آنکه استدلال‌های بطلمیوس را برای عدم چرخش وضعی زمین گزارش می‌دهد، اضافه می‌کند: «اقول وبعض هذه الحجج اقناعیة» (طوسی، تحریر، گ۳پ). این جمله نشان می‌دهد که این استدلال در زمان نگارش تحریر مجسطی، یعنی پیش از تذکره، نیز نزد طوسی نامقبول بوده است.

از نظر خواجه، تنها دلیلی که می‌توان در برابر چرخش وضعی زمین مطرح کرد، اصل «حرکت طبیعی واحد» است. طبق نظر ارسطو که در دورهٔ اسلامی نیز رایج بود، هر جسمی فقط می‌تواند دارای یک حرکت طبیعی باشد. در نتیجه اگر حرکت طبیعی اجسام خاکی و سنگی مستقیم الخط و به سوی مرکز عالم است، نمی‌توان تصور کرد که زمین که تماماً از سنگ و خاک ساخته شده است، دارای حرکت طبیعی دیگری نیز باشد و علاوه بر حرکت مستقیم الخط به سوی مرکز، به صورت مستدیر نیز چرخش کند (طوسی،التذکرة، ص۱۰۷).

---

1. *Meteorology*

۲. برای آشنایی بیشتر با نظریهٔ ارسطو در باب دنباله‌دارها بنگرید به فصل اول از Heidarzadeh.

۳. طوسی و شیرازی هر دو از لفظ «اثیر» برای اشاره به کرهٔ آتش استفاده می‌کنند. در حالی که این لفظ در واقع متعلق به عنصری است که افلاک آسمانی از آن ساخته شده‌اند. رجب متذکر این مطلب شده و به تذکر شیروانی در شرحش بر تذکره در باب این استفادهٔ نامعمول اشاره می‌کند (رجب، ۱۹۹۳، ج۲، ص۳۸۵). ولی ارسطو در آثار علوی (مقالهٔ اول، بخش ۳) توضیح می‌دهد که استفاده از این لفظ توسط بعضی افراد به دلیل حرکت ابدی آتش انجام می‌شده است. همچنین در تلخیص الآثار العلویة ابن رشد در همین قسمت آمده است: «قد أحسن الظن من قبل التسمیة أن کل جسم سریع الحرکة یسمی أثیراً، فالنار تسمی أثیرا للهیبها.» (ابن رشد، ص۲۲). پس استفاده از این لفظ برای اشاره به کرهٔ آتش، نامعمول نبوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

همان طور که رجب نشان داده است (رجب، ۲۰۰۱) شیرازی با دیدگاه طوسی مخالف است و نه تنها برهانِ بر اساس «حرکت طبیعی واحد» را نقد می‌کند،[۱] بلکه معتقد است که می‌توان بر اساس دلایل إنی مطرح شده، سکون زمین را اثبات کرد (شیرازی، نهایة، گ۲۰پ؛ اختیارات، گ۳۴ر). وی برای پاسخ به طوسی، باز از یک دلیل جدید استفاده می‌کند: اگر دو سنگ سبک و سنگین را با هم به صورت قائم به بالا بیاندازیم، و فرض کنیم که هوای اطراف زمین همراه آن می‌چرخد و سنگ‌ها نیز همراه حرکت هوا می‌چرخند، سنگ سنگین‌تر باید در جهت مغرب بیافتد نه در همان موضع پرتاب. چرا که نیروی فشار هوا که اجسام را با خود به همراه زمین می‌چرخاند، روی اجسام سبک‌تر تأثیر بیشتری دارد، در نتیجه اگر بتواند یک سنگ با وزن خاصی را با خود بیاورد و دوباره به همان موضع اول برگرداند، سنگ ثقیل‌تر را نمی‌تواند همان قدر پیش براند، و در نتیجه این سنگ از زمین عقب خواهد ماند و در موضعی غربی‌تر از موضع پرتاب سقوط خواهد کرد.

شیرازی معتقد است اگر هوا بخواهد اجسامی مانند سنگ‌ها را با خود حرکت دهد، همان طور عمل می‌کند که باد به اجسام فشار می‌آورد و حرکتشان می‌دهد. باد به اجسام مختلف با حجم‌های یکسان، نیروهای برابر وارد می‌کند و مثلاً یک کاغذ را تا مسافت‌های دور با خود می‌برد در حالی که شاید یک ورقهٔ فلزی به همان اندازه را نتواند حتی یک متر جابه‌جا کند. مگر اینکه مانند بطلمیوس معتقد باشیم که تنها در صورتی هوا می‌تواند اجسام را با زمین بگرداند که اجسام بدان بسته شده باشند، که آن هم دچار اشکالی است که در بالا گفته شد. در ادامه خواهیم دید که شارحان تذکره معتقد بودند که منظور طوسی آن است که هوا می‌تواند اجرام را به‌عَرَض حرکت دهد نه با فشار. در حالی که شیرازی فکر کرده که منظور طوسی حرکت اجسام توسط هوا با فشار است.

شیرازی در التحفة (ص۱۹) که متأخر از آثار دیگر اوست نقد دیگری نیز بر نظر طوسی اضافه می‌کند:

> وحرکة ذوات الاذناب لوکانت بالمشایعة، لمازالت عن موازات المعدل. لکنها قد یتحرک من الشمال الی الجنوب، فهي لنفس تتصل بها وتحرکها موازیة تارة وغیر موازیة اخری.

---

۱. البته شیرازی در مقدمات طبیعی اختیارات و نهایة، اصل حرکت طبیعی واحد را به عنوان یکی از مقدمات علم طبیعی برای علم هیئت می‌پذیرد: «نشاید که در یک متحرک بسیط مبدأ دو حرکت مختلف باشد. پس اختلاف حرکات اقتضای اختلاف متحرکات کند» (اختیارات، گ۸ر) وی در واقع برهان طوسی را برای سکون زمین که از این اصل استفاده کرده بود نقد می‌کند. زیرا می‌توان تصور کرد که زمین به قسر توسط چیز دیگری حرکت وضعی داشته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

شیرازی معتقد است که حرکت دنباله‌دارها بر اثر چرخش شبانروزی افلاک نیست. چرا که حرکت آنها بر خلاف حرکت افلاک موازی استوای سماوی نیست، بلکه گاهی در جهت شمال یا جنوب حرکت می‌کنند. بنا بر این دنباله‌دارها را یک نَفْس متصل به آنها به این سو و آن سو می‌برد. البته این عبارت حرکت شبانروزی دنباله‌دارها را رد نمی‌کند، بلکه فقط می‌گوید حرکت آنها موازی استوا نمی‌ماند.[۱] بنا بر این اگر فرض کنیم اجسام به هوا محکم شده‌اند، به تناقضی که بطلمیوس اشاره کرده، برمی‌خوریم، و اگر فرض کنیم هوا اجسام را به قسر حرکت می‌دهد، به تناقض‌هایی که شیرازی گفته می‌رسیم. بنا بر این منظور طوسی دقیقاً چه بوده است؟

رجب معتقد است که احتمالاً طوسی حرکت کرهٔ آتش و دنباله‌دارها را به همراه حرکت افلاک، حرکتی قسری یا به واسطهٔ نیروی اصطکاک نمی‌داند. وی این حرکت را بیشتر قابل مقایسه با انتقال حرکت شبانروزی فلک الافلاک به سایر افلاک درونی می‌داند (رجب، ۱۹۹۳، ج۲، ص۳۸۵). در طبیعیات قدیم، حرکت شبانروزی ستارگان ثابت و سیارات توسط فلک الافلاک ایجاد می‌شود و این حرکت به واسطهٔ نفس فلک بالایی به فلک پایینی القا می‌شود. رجب نتیجه می‌گیرد که انتقال حرکت فلک ماه به کرهٔ آتش و از آن به دنباله‌دارها نیز از همین نوع است. ارسطو در آثار علوی (مقالهٔ اول، بخش ۳) دربارهٔ حرکت کرهٔ آتش توسط حرکت افلاک از عبارتی استفاده می‌کند که بیشتر بر حرکت قسری دلالت دارد ولی ابن سینا در طبیعیات شفاء (ص۷۴) و اسفزاری در آثار علوی (ص۲۳) از لفظ «تبعیت» استفاده کرده‌اند که همچون تعبیر «مشایعة» نزد طوسی، معنای قسری یا اجباری بودن حرکت را نمی‌دهد.

بحث بین شیرازی و طوسی بعدها در شروحی که بر تذکره نوشته شد معرکهٔ آراء گردید و دیدگاه‌های مختلفی در باب آن بیان شد. در این شروح می‌توان بصیرتی عمیق‌تر نسبت به این بحث کسب کرد. به گفتهٔ رجب (رجب، ۲۰۰۱، ص۱۵۲)، جرجانی در شرح التذکرة می‌گوید هوا اجسام را به قسر حرکت نمی‌دهد بلکه به عَرَض حرکت می‌دهد و حرکت عرضی به سنگینی و سبکی ارتباطی ندارد (جرجانی، گ۱۲پ).

بیرجندی در شرح التذکرة خود با راه حل جرجانی مخالفت می‌کند. وی توضیح می‌دهد که حرکت عَرَضی دو نوع است: (۱) محرک مکان طبیعی متحرک باشد؛ (۲) متحرک جزئی از محرک باشد (بیرجندی، گ۶۱ر). نوع اول، همان طور که اشاره شد، در مورد انتقال حرکات از یک فلک به فلک داخلی نیز صادق است. چرا که بخش داخلی فلک بالاتر مکان طبیعی فلک داخلی است. همین طور سطح کرهٔ زمین، مکان

---

۱. شیرازی در درة التاج نیز به این دو موضوع اشاره می‌کند و در آنجا دنباله‌دارها را دارای دو حرکت طولی و عرضی می‌داند. همچنین در باب علت حرکت آنها می‌گوید: «و اسباب مادی و فاعلی که یادکردیم کافی نباشد در اینها، و امثال آن. بل لابد باشد از قوتی روحانی تا این امور و آنچه جاری مجری ایشان است تمام شود» (ص۶۵۸).

www.SID.ir

Archive of SID

طبیعی کرهٔ هوا است و بنا بر این طبیعی است که هوا به عرض در حرکت کرهٔ زمین شرکت کند. ولی نمی‌توان گفت که حرکت هوا بر اجسام پرتابه عارض می‌شود و آنها همراه هوا و زمین می‌گردند، زیرا هوا مکان طبیعی اجسام نیست. بنا بر این نمی‌توان گفت که این یک حرکت عرضی است. همان طور که رجب (همان، ص۱۵۳) اشاره کرده، بیرجندی در اینجا راه حلی ارائه می‌کند که بی‌شباهت به مفهوم اینرسی دورانی نیست. به گمان من می‌توان این مفهوم را در ارتباط با روشی پیشنهادی دانست که در ادامهٔ مقاله از سوی بیرونی از «بعضی مبرزین در علم هیئت» نقل خواهد شد.

شاید اشارهٔ طوسی به دنباله‌دارها به عنوان اجسامی که توسط انتقال حرکت فلک به کرهٔ آتش حرکت می‌کنند، نیز در همین راستا باشد. همان طور که می‌دانیم چنین نیست که دنباله‌دارها در حرکت شبانروزی به موازات استوای سماوی شرکت نکنند. بلکه به همراه همهٔ اجرام سماوی دارای حرکت شبانروزی به موازات استوا هستند. ولی شرکت در حرکت شبانروزی، مانع از آن نمی‌شود که دارای حرکتی ثانوی در جهات مختلف نباشند. شاید طوسی با علم به این موضوع می‌خواهد نشان دهد که اگر با وجود حرکت دنباله‌دارها توسط حرکت کرهٔ آتش همراه با حرکت افلاک، آنها آزادند که دارای حرکات ثانوی در جهات گوناگون باشند، می‌توان نتیجه گرفت که اجسام زمینی مانند پرندگان و پرتابه‌ها نیز می‌توانند در عین حرکت توسط هوا، حرکات عادی خود را نیز در جهات گوناگون داشته باشند و به اصطلاح، هوا آنها را به خود زنجیر نکند.

احتمالاً طوسی می‌دانست که دنباله‌دارها، هم دارای حرکت شبانروزی و هم حرکت ثانویه هستند. به گزارش رجب، قوشچی در شرح تجرید العقائد، در مقابل شیرازی استدلال می‌کند که خودش دنباله‌داری را در ۸۳۷ق رصد کرده است، و شاهد بوده که آن هم مانند سیارات دارای دو حرکت اولیه و ثانویه است. این نشان می‌دهد که گویا قوشچی نیز چنین برداشتی از سخن طوسی داشته و بنا بر این در برابر شیرازی که حرکت شبانروزی دنباله‌دارها را نفی کرده، موضع گرفته است (رجب، همان، ص۱۵۰).

شیرازی در هر سه اثر خود در انتهای این مباحث، برهان طبیعیِ طوسی را برای سکون زمین رد می‌کند. طوسی پس از آنکه بر اساس حرکت دنباله‌دارها نشان می‌دهد که نمی‌توان سکون زمین را از طریق استدلال بر پایهٔ این گونه مشاهدات رد کرد، می‌نویسد: «... بل لکونها ذات مبدأ میل مستقیم، فیمتنع أن تتحرک علی الاستدارة بالطبع» (طوسی، التذکرة، ص۱۰۷). این استدلال برگرفته از اصل ارسطویی است که بر اساس آن برهان هر جسمی می‌تواند تنها یک حرکت طبیعی داشته باشد. پس اجسام زمینی نیز که طبعاً به سمت مرکز عالم سقوط می‌کنند، نمی‌توانند دارای حرکت طبیعی مستدیر نیز باشند. شیرازی در برابر این استدلال موضع می‌گیرد و می‌گوید:

www.SID.ir

Archive of SID

> و دیگر، از اینجا که زمین به طبع نشاید که حرکت به استدارت کند، مطلوب حاصل نمی‌آید. چه شاید که به قسر حرکت کند و تا بیان فساد این اجمال نکنند، سخن تمام نباشد (اختیارات، گ ۵پ).

بنا بر این شیرازی بر خلاف ارسطو و طوسی معتقد است که ممکن است حرکت زمین به قسر باشد و اگر حرکت طبیعی مستدیر برای آن ممتنع باشد، حرکت قسری مستدیر ممتنع نیست. البته شیرازی تلاش نمی‌کند که حرکت قسری را رد یا اثبات کند، بلکه با این حرف نشان می‌دهد که دقیقاً بر عکس طوسی معتقد است نه تنها دلایل إنی برای سکون زمین کافی است بلکه هیچ دلیل لِمّی برای آن وجود ندارد. در ادامه خواهیم دید که بعضی از منجمان اروپایی قرن هفدهم تلاش کردند دلیلی برای حرکت مستدیر قسری زمین پیدا کنند.

لازم است اشاره شود که بیرونی پیش از تمامی این دانشمندان از دو حرکت طبیعی سخن گفته است. وی در القانون المسعودی با عبارت «من المبرزین فی علم الهیئة» به شخصی اشاره می‌کند[1] که در دفاع از چرخش زمین چنین استدلال کرده است:

> می‌توان فرض کرد اجسام ساقط دارای دو حرکت باشند: یک حرکت طبیعی در جهت چرخش زمین و یک حرکت در جهت مرکز زمین که علت آن جذب شدن این اجسام به سوی «معدن» آنها در مرکز زمین است. به این سبب حرکت حقیقی جسمِ ساقط روی خطی است که با افق زاویه‌ای در جهت شرقی - غربی می‌سازد. بدینِ ترتیب اجسام در چرخش زمین شرکت می‌کنند ولی ظاهراً روی خط عمود بر افق سقوط می‌کنند و بنا بر این مشاهدهٔ سقوط آزاد اجسام در امتداد قائم دلیل بر سکون زمین نمی‌شود (بیرونی، القانون، ص۵۰).

بیرونی برای رد این دیدگاه از مفهوم «حرکت طبیعی واحدهٔ» ارسطویی استفاده نمی‌کند، بلکه با استدلالی مشاهداتی آن را نقد می‌کند. اگر فرض کنیم اجسام دارای یک حرکت طبیعی به سوی شرق باشند، آنگاه حرکت دادن قسری پرتابه‌ها و پرنده‌ها به سوی غرب مشکل خواهد بود، در حالی که چنین نیست. بنا بر این وی این دیدگاه جالب را که شاید به مفهوم اینرسی نزدیک‌تر باشد مردود می‌داند. نه شیرازی و نه طوسی و عُرضی به این استدلال و پاسخ بیرونی اشاره نکرده‌اند، ولی همان طور که اشاره شد، بیرجندی نظری شبیه این برای توجیه استدلال طوسی ارائه داده است با این حال نمی‌توان مطمئن بود که وی این نظر را از بیرونی گرفته باشد، زیرا در آن صورت باید برای انتقاد بیرونی پاسخی پیدا می‌کرد.

---

۱. رجب و پینس هر دو معتقدند که این شخص حتماً از منجمان اسلامی بوده و نمی‌توان او را هندی دانست (نک : رجب، ۲۰۰۱؛ پینس، ۱۹۵۶).

www.SID.ir

Archive of SID

نکته‌ای دیگر که در رابطه با بیرونی باید در اینجا ذکر شود عبارتی است که وی در یکی دیگر از آثار خود نوشته است. وی در استیعاب الوجوه الممکنة لصنعة الاصطرلاب پس از معرفی اسطرلاب زورقی، می‌گوید:

> ابوسعید سجزی، این اسطرلاب را بر اساس این فرض ساخته - که بعضی مردم بدان اعتقاد دارند - که زمین به دور خود در گردش است. این فرضی است که نمی‌توان با هندسه و علم هیئت آن را نقض کرد، و برای رد آن باید از طبیعیات کمک گرفت (ص۱۲۰).

اشاره به دو نکته در اینجا لازم است. اول اینکه به نظر می‌رسد بیرونی در اینجا بر خلاف القانون المسعودی گمان نمی‌کند که بتوان با استدلال إنی سکون زمین را اثبات کرد و مانند طوسی معتقد است که تنها با برهان لِمی یا طبیعی می‌توان این کار را کرد. دوم آن که بعضی‌ها این سخن بیرونی را نشانهٔ اعتقاد سجزی به چرخش وضعی زمین دانسته‌اند، در حالی که عبارت بیرونی نه تنها هیچ صراحتی در این زمینه ندارد، بلکه این تعبیر او، «لاخترعه علی اصل قائم بذاته مستخرَج مما یعتقده بعض الناس...»، نشان دهندهٔ عکس این مطلب است. ساخت هر نوع اسطرلاب الزامی برای پذیرش هیچ دیدگاه کیهان‌شناسانه‌ای ایجاد نمی‌کند. چرا که ممکن است انگیزهٔ سازنده در ساخت ابزار سادگی ساخت و کار با آن باشد. بنا بر این نمی توان عجولانه نتیجه گرفت که سجزی مبدع نظریهٔ چرخش وضعی زمین است.

دلیل دیگری که برای عدم حرکت وضعی زمین مطرح شده ولی در آثار نجومی دورهٔ اسلامی خبری از آن نیست دلیلی است که ابن طیّب (د. ۴۳۵ق) در شرحی که بر در آسمان ارسطو دارد، آورده است. وی استدلال می‌کند که اگر زمین چرخش داشته باشد، نیروهای گریز از مرکز آن را تکه تکه خواهند کرد (یتفکک). (لانگرمن،[1] ص۲۵۳) این استدلال را کپرنیک[2] (ص۱۵) نیز آورده و آن را به بطلمیوس منتسب کرده است. در حالی که چنین استدلالی نه در مجسطی و نه در هیچ کدام از آثار نجومی مورد بررسی در این مقاله، دیده نمی‌شود.

خوب است در اینجا اشاره‌ای داشته باشیم به یکی از قدیمی‌ترین رساله‌هایی که در بارهٔ نجوم جدید کپرنیکی به فارسی نوشته شده است. این رساله که به دست ابوطالب حسینی در حدود سال‌های ۱۱۸۳ تا ۱۱۸۶ قمری نوشته شده است، نتیجهٔ آشنایی نویسنده با نجوم جدید از طریق انگلیسیان کمپانی هند شرقی بوده است (معصومی همدانی، ۱۳۶۳). ابوطالب حسینی دقیقاً بعضی از دلایلی را که بر اساس حرکت تیر و پرتابه برای نفی حرکت وضعی زمین مطرح شد طرح کرده و به‌تفصیل پاسخ می‌دهد

1. Langermann
2. Copernicus

www.SID.ir

Archive of SID

(همو، ص۱۶۵). به نظر می‌رسد که نویسنده با آثار مهم هیئت در دورهٔ اسلامی آشنایی داشته است و این دلایل را از آن آثار نقل می‌کند. چرا که در باب اشکالات مدل‌های بطلمیوسی به آثار خواجه نصیرالدین طوسی و قطب‌الدین شیرازی ارجاع می‌دهد، که نشان از آشنایی عمیق او با این آثار مخصوصاً التحفة الشاهیة شیرازی دارد (همو، ص۱۶۲). پاسخ او بر این اساس است که زمین و آب و هوا در حکم کرهٔ واحده هستند. بنا بر این اجسام پرتابه مثل تیر و سنگ همگی با هم در حرکت وضعی زمین شرکت می‌کنند و از زمین عقب نمی‌مانند. همان طور که معصومی همدانی متذکر شده است این نظر با نظر کپرنیک کمی متفاوت است، نظر کپرنیک آن بوده است که حرکت وضعی زمین یک حرکت طبیعی است و اجسام زمینی نیز به دلیل خاکی بودن در این حرکت طبیعی شرکت می‌کنند (همو، ص۱۲۶).

نکتهٔ مهم این است که ابوطالب حسینی هیچ اشاره‌ای به استدلال طوسی و مخالفت شیرازی با او نمی‌کند و به راه حلی که مبتنی بر فرض عارض شدن حرکت بر پرتابه‌ها یا هل دادن آنها توسط هوا است اشاره نمی‌کند، بلکه پاسخی متفاوت و بر اساس این فرض می‌دهد که زمین و آب و هوا یک کرهٔ واحده را تشکیل می‌دهند و اگر بچرخند همه با هم می‌چرخند.

بحث در اروپای قرون ۱۴ تا ۱۷

بعضی از علمای اواخر قرون وسطی و دوران رنسانس اروپا با بحث‌هایی مشابه درگیر شدند، که شاید حداقل بخشی از آنها با آثار بزرگ هیئت در قرن هفتم هجری در ارتباط باشند. مخصوصاً با عنایت به شباهت‌های دیگر بین دستاوردهای طوسی در مدل‌های غیربطلمیوسی و آثار بعضی دانشمندان اروپایی در اواخر قرون وسطی، احتمال وجود چنین ارتباطی بیشتر می‌شود.[۱] حتی اگر این ارتباط وجود نداشته باشد، شباهت میان این نظرها را می‌توان به این دلیل دانست که این دانشمندان و نویسندگان کتاب‌های هیئت در فضای فکری مشترکی نفس می‌کشیده‌اند و با مسائل یکسانی روبه‌رو بوده‌اند و بنا بر این گاهی به نتایج واحدی رسیده‌اند. بعضی از این موارد به ترتیب تاریخی فهرست‌وار در زیر خواهد آمد:

۱. علاوه بر مقالات متعددی که نشان از ارتباط بین سنت آثار هیئت از طوسی تا ابن شاطر با کپرنیک می‌دهند، پژوهش‌هایی نیز بر ارتباط‌هایی با بعضی دیگر از علمای اواخر قرون وسطای مسیحی و رنسانس منتشر شده است (در این باره نک : Di Bono و Kren و ترجمهٔ فارسی مقالهٔ اخیر با عنوان «جفت طوسی در کتاب ۱کر نیکول اورم»، ترجمهٔ حنیف قلندری، در معصومی همدانی، حسین و انواری، محمد جواد، صص ۳۰۱-۳۱۰).
www.SID.ir

Archive of SID

ژان بوریدان:[1] وی همانند عرضی و شیرازی بحث مرکزیت زمین را به دو بخش مرکز حجم زمین و مرکز ثقل زمین تقسیم کرده و به طور جداگانه به اثبات آنها پرداخته است (گرنت، ۲۰).

نیکول اورم:[2] وی معتقد است همان طور که کرهٔ آتش با حرکت شبانروزی افلاک همراهی می‌کند، هوای نزدیک زمین نیز می‌تواند با حرکت زمین همراهی کند و اجسام جدا از زمین را بچرخاند. این سخن بسیار شبیه استدلال طوسی است ولی اورم به دنباله‌دارها اشاره نمی‌کند (رجب، ۲۰۰۱، ص۱۴۹).

نیکلاس کپرنیکوس:[3] وی در کتاب مشهورش در باب حرکت افلاک آسمانی، همان استدلال مشترک طوسی و اورم را آورده و به دنباله‌دارها نیز در این استدلال اشاره کرده است (همان، ص۱۴۷).

کسالپینو[4] و وایت:[5] کسالپینو و وایت دو طبیعی‌دان بودند که امکان حرکت قسری زمین را مطرح کردند. این دیدگاه، که بی‌شباهت با دیدگاه شیرازی در باب امکان حرکت قسری زمین نیست، بر این مفهوم استوار است که حرکت افلاک می‌تواند به عرَض به هوا منتقل شود و از آن به زمین انتقال یابد. بنا بر این علاوه بر چرخش شبانروزی افلاک زمین نیز حرکتی پیدا خواهد کرد. ایشان بدین نحو حرکت تقدیمی را به زمین نسبت دادند، بر خلاف منجمان پیشین که حرکت ثانویهٔ فلک ثوابت را در جهت غرب به شرق می‌دانستند (گرنت، صص۶-۷). بنا بر این ایشان نشان دادند که حرکت یک جسم می‌تواند قسری ولی دائمی باشد و قاعدهٔ «القسر لایدوم» را در مورد زمین صادق ندانستند.

ریچولی:[6] دانشمند برجستهٔ قرن هفدهم میلادی با استدلالی شبیه استدلال‌های عرضی و شیرازی به نقد چرخش وضعی زمین پرداخت. وی می‌گفت اگر زمین بگردد، تیرها در جهت غرب محکم‌تر از جهت شرق به هدف خواهند خورد (گرنت، ۳۶).

گالیله:[7] وی تحلیلی عمیق از ماهیت ریاضی حرکت انجام داد و حرکت‌شناسی جدیدی پدید آورد. وی نشان داد که نیازی به حرکت داده شدن اجسام پرتابه توسط هوا نیست، بلکه ادعا کرد خود مشاهده کرده که اجسام ساقط درون کشتی متحرک، به خط مستقیم حرکت می‌کنند. گویا آنها حتی زمانی که از کشتی جدا می‌شوند با حرکت آن همراهی می‌کنند. بنا بر این می‌توان نتیجه گرفت که گالیله مفهوم ارسطویی حرکت

1. Jean Buridan (ca. 1300-after 1358)
2. Nicole Oresm (ca. 1320-5-1382)
3. Nicolaus Copernicus (1473-1543)
4. Andreas Cesalpino (1524 or 1525-1603)
5. Thomas White (1593-1676)
6. Giovanni Battista Riccioli (1598-1671)
7. Galileo Galilei (1564-1642)

www.SID.ir

Archive of SID

عَرَضی را به کناری می‌گذارد و مفهومی جدید در حرکت‌شناسی داخل می‌کند (گالیله، ص۱۴۴)

از این فهرست نمی‌توان نتیجه گرفت که این بحث در ادامهٔ بحث سکون زمین در کتب هیئت دورهٔ اسلامی شکل گرفته یا مستقیماً از آن تأثیر پذیرفته است. زیرا این موضوع به تحقیقات بسیار بیشتری نیاز دارد. بلکه تنها نشان می‌دهد همان طور که این بحث در آثار هیئت دورهٔ اسلامی در نهایت به بحث حرکت‌شناسی منتهی شد، در قرن هفدهم میلادی نیز پژوهش‌های حرکت‌شناختی بود که در نهایت کلید حل مسأله را به دست داد.

تحلیل دلایل مرکزیت و سکون زمین در آثار هیئت

دلایلی که برای مرکزیت و سکون زمین در آثار گوناگون از مجسطی بطلمیوس تا آخرین شروح تذکرهٔ طوسی مطرح شد، همه در جهت اثبات ساکن بودن زمین در مرکز عالم بودند. بیشتر این دلایل به صورت کیفی مطرح شده‌اند و تنها یکی دو تا از آنها به صورت کمّی است. از سخنان شیرازی در لابه‌لای بحث‌ها چنین به نظر می‌آید که دقت این دلایل برای مرکزیت زمین به اندازهٔ شعاع کرهٔ زمین است. زیرا مشاهدهٔ ثوابت از نقاط مختلف روی سطح زمین در اوقات مختلف شبانروز تغییر محسوسی ندارد، بنا بر این اگر زمین به اندازهٔ شعاع زمین هم از مرکز عالم خارج باشد، ما نمی‌توانیم آن را حس کنیم.

چنان که دیدیم، این دلایل بر اساس روش علوم ریاضی مطرح شده‌اند. یعنی به مشاهده مرتبط‌اند ولی گرانبار از پیش‌فرض هستند. برای شناخت آن پیش‌فرض‌ها باید دست به تحلیل آنها زد.

تحلیل دلایل مرکزیت مرکز حجم زمین

استدلال‌های ۱، ۳، ۵ و۶ بر این فرض قرار دارند که ماه و خورشید به دور مرکز عالم می‌گردند، در حالی که اگر فرض کنیم زمین خارج از مرکز عالم باشد ولی خورشید و ماه به دور آن گردش کنند، اشکالاتی که درباب سایهٔ شاخص در اوقات مختلف سال روی می‌داد، مطرح نخواهد بود و خسوف و کسوف همچنان همیشه در نقاط نزدیک به گره‌ها روی می‌دادند. بنا بر این این دلایل نیز مبتنی بر این فرض است که ماه و خورشید به دور مرکز عالم می‌گردند که در واقع اثباتی برای آن ارائه نشده است.

دلیل ۲ برای مرکزیت مرکز حجم زمین بر اساس فرض عدم حرکت وضعی زمین ساخته شده است. در این استدلال گفته شده است که اگر زمین در مرکز عالم نباشد، چرخش آسمان باعث می‌شود که ستارگان در زمان طلوع کوچک و در وسط آسمان

www.SID.ir

Archive of SID

بزرگ دیده شوند. در حالی که اگر آسمان را ثابت فرض کنیم و زمین را خارج از مرکز عالم در حال چرخش به دور خود بدانیم، آنگاه ستارگان در زمان طلوع و غروب تغییری نخواهند داشت. بنا بر این با فرض چرخش زمین به دور خود، نمی‌توان با این استدلال مرکزیت زمین را اثبات کرد.

دلیل شمارهٔ ۴ بر این پیش‌فرض است که می‌توان با مشاهدهٔ آسمان فهمید که چقدر از آن را می‌بینیم. مثلاً، در شکل ۲، در نقطهٔ A درصد کمتری از آسمان به چشم می‌آید تا در نقطهٔ C. در حالی که نمی‌توان با نگاه به آسمان این نکته را فهمید مگر اینکه از قبل فرض کنیم صورفلکیِ دایرةالبروج (مسیر گردش سالانهٔ خورشید در آسمان) روی دایره‌ای عظیمه به دور مرکز عالم کشیده شده و از دو نقطهٔ گفته شده از سطح زمین درصد کمتر یا بیشتری از آنها دیده شود. بنا بر این دلیل ۴ نیز بر این پیش‌فرض استوار است که خورشید به دور مرکز عالم می‌گردد.

تحلیل دلایل انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم

اما در مورد انطباق مرکز ثقل زمین بر مرکز عالم، که یک دلیل برای آن مطرح شده بود، باید گفت که این دلیل نیز مبتنی بر فرض انطباق مرکز حجم زمین بر مرکز عالم است. چرا که بیان می‌کرد سقوط اجسام به سمت مرکز حجم زمین، نشان می‌دهد که مرکز ثقل آن نیز در مرکز عالم قرار دارد.

تحلیل دلایل عدم حرکت انتقالی زمین

اولین دلیلی که برای اثبات عدم حرکت انتقالی زمین، آمده بود، مبتنی بر دلایل مرکزیت زمین است. این دلیل می‌گوید که اگر زمین دارای حرکت انتقالی باشد، از مرکز عالم خارج می‌شود و در نتیجه باید همان مشاهداتی را داشته باشیم که در صورت عدم مرکزیت زمین دیده شود. بنابراین چون مرکزیت زمین بر فرض سکون زمین مبتنی بود، این دلیل نیز بر همان فرض مبتنی خواهد شد.

دلیل دوم برای عدم حرکت انتقالی را می‌توان با دلیل اختلاف منظر که در قرن هفدهم از سوی افرادی مانند تیکو براهه دربرابر نظریهٔ خورشید مرکزی مطرح می‌شد، مرتبط دانست. براهه می‌گفت اگر زمین دارای حرکت انتقالی باشد، باید موقعیت ستارگان ثابت در آسمان به دلیل اختلاف منظر تغییر کند (سوردلو،[1] ۱۹۹۹). دلیل شمارهٔ ۲ به تغییرات درخشندگی ستارگان بر اثر حرکت انتقالی زمین اشاره می‌کند. این دو دلیل عدم حرکت انتقالی زمین را اثبات می‌کنند. ولی کپرنیک برای جلوگیری از این

1. Swerdlow

www.SID.ir

Archive of SID

اشکال فرض کرده بود که فلک ستارگان ثابت بسیار بزرگ‌تر از آن است که اختلاف منظر آنها با چشم غیرمسلح قابل رؤیت باشد. بنا بر این اثبات عدم حرکت انتقالی زمین علاوه بر فرض عدم چرخش وضعی زمین بر این فرض نیز مبتنی است که فاصلهٔ ستارگان ثابت با زمین با شعاع مدار حرکت انتقالی زمین قابل مقایسه است و به مراتب بزرگ‌تر از آن نیست.

دلایل حرکت‌شناختی ۳، ۵ و ۶ برای عدم حرکت انتقالی زمین، بر این فرض استوارند که زمانی که اجسام از زمین متحرک جدا می‌شوند از زمین عقب خواهند ماند. این سخن بر اساس این پیش‌فرض است که اجسام سنگین‌تر سریع‌تر از اجسام سبک‌تر سقوط می‌کنند.

تحلیل دلایل عدم حرکت وضعی زمین

تمام دلایل عدم حرکت وضعی زمین نیز مبتنی بر این اصل حرکت‌شناختی است که اجسام اگر از محرّک خود جدا شوند دیگر حرکت نخواهند کرد یا برای هر حرکتی محرکی لازم است و اجسامی که از زمین جدا می‌شوند چون محرکی ندارند باید از زمین عقب بمانند. این اصل حرکت‌شناختی پیش‌فرض اصلی دلایل عدم چرخش وضعی زمین است. بنا بر این دلایل اثبات مرکزیت زمین بر فرض سکون زمین و سکون زمین بر چهار فرض مبتنی است:

عدم همراهی متحرک با محرک در صورت جدا شدن از آن.

نسبت مستقیم سرعت سقوط اجسام با وزنشان.

کوچک بودن عالم نسبت به شعاع گردش و جابه‌جایی فرضی زمین.

چرخش ماه و خورشید به دور مرکز عالم.

دو پیش‌فرض ۱ و ۲ پیش‌فرض‌های حرکت‌شناختی محسوب می‌شوند. بعدها با تحولاتی که در علم حرکت‌شناسی در اروپا به وجود آمد، این پیش‌فرض‌ها تغییر کرد و بنا بر این در سکون و مرکزیت زمین تردیدهایی قوی پیش آمد.

باید توجه داشت که بحثی که بین نویسندگان آثار هیئت دربارهٔ حرکت وضعی زمین درگرفت نیز به علم حرکت‌شناسی و چگونگی عارض شدن حرکت اجسام بر یکدیگر منجر شد. طوسی تلاش کرد نشان دهد که با فرض حرکت اجسام زمینی همراه هوا نمی‌توان دلیلی تجربی برای سکون زمین ارائه داد، ولی شیرازی معتقد بود که فرض هل داده شدن پرتابه‌ها توسط هوا خالی از اشکال نیست. سپس بعضی از شارحان تذکره نشان دادند که با فرض عارض شدن حرکت هوا بر پرتابه‌ها می‌توان سخن طوسی را پذیرفت. بنا بر این پایان این بحث را باید در ماهیت حرکت عَرَضی در علم حرکت‌شناسی دنبال کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

طوسی و شارحان تذکره ناخواسته راه را برای اثبات ناپذیری سکون زمین و در نتیجه اثبات ناپذیری مرکزیت و عدم حرکت انتقالی آن هموار کردند. البته همهٔ آنها معتقد به سکون و مرکزیت زمین بودند، ولی همان طور که گفته شد، دلایل إنّی را برای این موضوع کافی نمی‌دانستند و تنها دلیل لِمّی «حرکت طبیعی واحده» را برای اثبات سکون زمین می‌پذیرفتند. اگر همان طور که رجب (۲۰۰۱) خاطر نشان کرده کپرنیک احتمالاً در قبول اثبات ناپذیری مشاهدتی سکون زمین تحت تأثیر طوسی یا شارحان آن بوده است، باید بپذیریم که وی در قبول اثبات ناپذیری مرکزیت زمین نیز مدیون اوست. زیرا همان طور که گفته شد مرکزیت و عدم حرکت انتقالی زمین نیز بر همین فرض عدم حرکت وضعی زمین مبتنی بود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ابن رشد، تلخیص الآثار العلویة، تقدیم و تصحیح جمال‌الدین العلوی، بیروت، دارالغرب الاسلامی ، ۱۹۹۴م.
ابن سینا، الشفاء: الطبیعیات، تصحیح ابراهیم مدکور، قم، منشورات مکتبة آیة اللّه العظمی المرعشی النجفی، ۱۴۰۴ق.
ارسطو، در آسمان، ترجمهٔ اسماعیل سعادت، تهران، هرمس، ۱۳۷۹ش.
ـــــــ، فیزیک، ترجمهٔ محمد حسن لطفی، تهران، نشر طرح نو، ۱۳۷۴ش.
اسفزاری، رسالهٔ آثار علوی، تصحیح محمدتقی مدرس رضوی، تهران، انتشارات بنیاد فرهنگ ایران، ۱۳۵۶ش.
بیرونی و ابن سینا، الأسئلة والأجوبة، تصحیح سیدحسین نصر و مهدی محقق، تهران، شورای عالی فرهنگ و هنر، ۱۳۵۲ش.
بیرونی، ابوریحان، استیعاب الوجوه الممکنة لصنعة الاصطرلاب، تصحیح سید محمد اکبر جوادی حسینی، مشهد، آستان قدس، ۱۳۸۰ش.
ـــــــ، القانون المسعودی، حیدرآباد، دائرة المعارف العثمانیة، ۱۹۵۴م.
جرجانی، میرسید شریف؛ شرح التذکرة، نسخهٔ خطی کتابخانهٔ مجلس، شمارهٔ ۶۱۷۲.
شیرازی، قطب‌الدین، اختیارات مظفری، نسخهٔ خطی کتابخانهٔ ملی، شمارهٔ ۱۳۰۷۴.
ـــــــ، التحفة الشاهیة، نسخهٔ خطی کتابخانهٔ مجلس، شمارهٔ ۳۸۳۵.
ـــــــ، درة التاج، تصحیح سید محمد مشکوة، تهران، انتشارات حکمت، ۱۳۸۵ش.
ـــــــ، نسخهٔ خطی کتابخانهٔ ملک، شمارهٔ ۳۵۰۶.
عُرضی، مؤیدالدین، کتاب الهیئة، تصحیح جرج صلیبا، بیروت، ۱۹۹۰م.
قلندری، حنیف، بررسی سنت نگارش هیئت در دوران اسلامی به همراه تصحیح، ترجمه، شرح و پژوهش تطبیقی رسالهٔ منتهی الإدراک فی تقاسیم الأفلاک نوشتهٔ بهاءالدین خرقی، رساله برای دریافت درجهٔ دکتری در رشتهٔ تاریخ علم دوران اسلامی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، مهرماه ۱۳۹۱.
مطهری، مرتضی، «پرسش‌های فلسفی ابوریحان از بوعلی»، در بررسی‌هایی در بارهٔ ابوریحان بیرونی به مناسبت هزارهٔ ولادت او، شورای عالی فرهنگ و هنر، ۱۳۵۲ش.
معصومی همدانی، حسین، «برهان و علیت در طبیعیات و علوم ریاضی: ارسطو، ابن سینا، ابن رشد، ابن هیثم»، نامهٔ مفید، ج۴، ش۱، ۱۳۸۷ش، صص۳-۳۴.
ـــــــ، «رساله‌ای در اثبات هیئت جدید»، معارف، دورهٔ اول: شمارهٔ ۲، ۱۳۶۳ش.
ـــــــ، و انواری، محمد جواد، استاد بشر (پژوهش‌هایی در زندگی، روزگار، فلسفه و علم خواجه نصیرالدین طوسی)، تهران، نشر میراث مکتوب، ۱۳۹۱ش.
نصیرالدین طوسی، تحریر المجسطی، نسخهٔ خطی کتابخانهٔ مجلس، شمارهٔ ۳۵.
ـــــــ، التذکرة فی علم الهئیة، بنگرید به (رجب ۱۹۹۳).
Aristotle, *Meteorology*, translated by E. W. Webster, Kevin Neeland, 2006.

www.SID.ir

Archive of SID

Copernicus, *On the Revolution of Heavenly Spheres*, translation and commentary by Edward Rosen, John Jopkins University Press, 1992.

Di Bono, Mario. "Copernicus, Amico, Fracastoro and Tusi's Device: Observations on the Use and Transmission of a Model", *Journal for the History of Astronomy*, No.26, 1995, pp.133-154.

Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, 2nd edition, Dover Publications, 1953.

Galileo, *Dialogues Concerning Two New Sciences*, translated by Stillman Drake, Berkeley and Los Angeles, University of California Press, 1962.

Grant, E., "In Defense of the Earth's Centrality and Immobility: Scholastic Reaction to Copernicanism in the Seventeenth Century", *Transactions of the American Philosophical Society*, Vol. 74, No. 4, 1984, pp. 1-69.

Heidarzadeh, Tofigh, *A History of Physical Theories of Comets, From Aristotle to Whipple*, Springer, 2008.

Koyré, Alexandre, *The Astronomical Revolution: Copernico, Kepler, Borelli*. Hermann, Paris, 1973.

Kren, Claudia. "The Rolling Device of Naṣir al-Dīn al-Ṭūsī in the De spera of Nicole Oresme", *Isis*, No.62, 1971, pp. 490-498

Langermann, Y.T, "Arabic Cosmology", *Early Science and Medicine*, vol. 2, 1997, pp. 185-213.

———, "Transcriptions of Arabic Treasises into Hewbrew", *Tradition, Transmission, Transformation,* edited by Jamil Ragep and Sally Ragep, Brill, 1996, pp. 247-263

Neugebaer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 vols., Springer, 1975.

Pedersen, *A Seurvey of the Almagest*, Springer, 2011.

Pines, Shlomo, "La théorie de la rotation de la terre à l'époque d'al-Bīrūnī", *Journal Asiatique*, No. 244, 1956, pp. 301-306.

Plofker, K., *Mathematics in India.* Princeton, 2008.

Ptolemy, Almagest. Translated and Annotated by G.J. Toomer, Princeton, 1998.

Ragep, F.J., "Shīrāzī", *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, edited by Thomas Hockey, Springer, 2007, p. 1054.

———, "Ṭūsī and Copernicus: the Earth's Motion in Context", *Science in Context*, No. 14, 2001.

———, *Naṣīr al-Dīn al- Ṭūsī's* Memoir on Astronomy, 2 vols., Springer, 1993.

Swerdlow, N., "Astronomy in the Renaissance", *Astronomy before the Telescope*, edited by Christopher Walker, British Museum Press, 1999.

www.SID.ir