تاریخ علم، دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، ص۱۱۵ ـ ۱۳۹

بررسی دلایل حرکت زمین در رسالهٔ قانون ناصری از عبدالغفار نجم‌الدوله

مصطفی یاوری
کارشناس ارشد تاریخ علم، پژوهشکدهٔ تاریخ علم دانشگاه تهران
mostafa.yavari@ut.ac.ir
(دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۲۹، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴)

چکیده

مسألهٔ حرکت زمین (حرکت وضعی و حرکت انتقالی آن) و حل ایرادات طبیعی و تجربی حاصل از پذیرش این حرکت، یکی از مسائل مهم در پذیرش یا رد نجوم خورشیدمرکز بوده است. با این که در آثار هیئت دورهٔ اسلامی، سعی بر آن بود تا دلایلی که برای بر سکون زمین مطرح می‌شوند، بیشتر دلایلی تجربی باشند، اما به نظر می‌آید در نزد متفکران دورهٔ قاجار، این دلایل تجربی نسبت به دلایل طبیعی اهمیت کمتری داشتند. عبدالغفار نجم‌الدوله در کتاب قانون ناصری (۱۲۸۴ق) به تفصیل به مسائل مربوط به نجوم جدید و اکتشافات نجومی روز می‌پردازد. با این که مطالب مطرح شده در این کتاب عموماً از سطح کتاب‌های علم برای عموم فراتر نمی‌رود، اما بررسی آن برای شناخت استدلال‌های نجومی مطرح شده در مورد حرکت زمین در دورهٔ قاجار لازم به نظر می‌رسد. مقالهٔ حاضر به بررسی دلایل نجم‌الدوله در موضوع حرکت زمین در کتاب قانون ناصری می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: تاریخ ورود علم جدید به ایران، حرکت انتقالی زمین، حرکت وضعی زمین، عبدالغفار نجم‌الدوله، علم هیئت جدید، قانون ناصری.

پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

در دورهٔ قاجار پس از آشنایی متفکران ایرانی با مبانی نجوم جدید همواره مسألهٔ حرکت زمین، شامل دو حرکت وضعی و انتقالی آن و حل ایرادات طبیعی و تجربی حاصل از پذیرش این دو حرکت، یکی از مهم‌ترین مسائل در پذیرش یا عدم پذیرش نجوم خورشیدمرکز در بین مخالفان و موافقان آن بود.

این مسأله در نجوم گذشته نیز اهمیت داشته و عرضهٔ برهان بر سکون و حرکت نکردن زمین از جملهٔ باب‌های اصلی کتاب‌های هیئت به‌شمار می‌رفته است (در این باره نکـ : گمینی، ص۴۸-۴۹). به طور کلی استدلال‌های موجود برای این مسأله را می‌توان به دو گروه اصلی استدلال‌های تجربی و استدلال‌های طبیعی تقسیم کرد. در آثار هیئت دورهٔ اسلامی، سعی منجمان مسلمان بر آن بود تا دلایلی که بر رد حرکت زمین مطرح می‌شود، بیشتر دلایلی از جنس تجربی باشند (برای تفصیل بحث، نکـ : گمینی، سراسر مقاله)، اما با بررسی رسائل عالمان دورهٔ قاجار در هنگام مواجهه با ورود نجوم جدید و پیگیری مناظراتی که در آن دوره انجام شده است، به نظر می‌آید که در نزد ایشان، دلایل تجربی نسبت به دلایل طبیعی اهمیت کمتری دارند. در گزارشی که از مناظرات محمدکریم خان کرمانی با دانشمندان دورهٔ قاجار در سال ۱۲۷۵ق در دست است به این موضوع اشاره شده است که عبدالغفار نجم‌الدوله در دوران کودکی[1] در یکی از مناظرات حضور داشته است و مطالبی را در جواب محمدکریم‌خان کرمانی گفته است (اعتضادالسلطنه، برگ۴۸ر). به همین دلیل نجم‌الدوله از کیفیت مباحثی که در مورد نجوم جدید و قدیم در مناظرات دورهٔ قاجار مطرح می‌شود، مطلع است.

در سال ۱۲۸۴ق میرزا عبدالغفار نجم‌الدوله کتابی مفصل در مورد نجوم جدید برای تقدیم به ناصرالدین شاه قاجار می‌نویسد و آن را قانون ناصری نام می‌گذارد. او در این کتاب به تفصیل به مسائل مربوط به نجوم جدید و اکتشافات نجومی روز می‌پردازد. با این که مطالب مطرح شده در این کتاب عموماً از سطح کتاب‌های علم برای عموم فراتر

---

۱. به نظر می‌رسد عبارت «کودک خردسال» که در این رساله در مورد نجم‌الدوله به کار رفته است، چندان دقیق نیست و هدف از بیان آن، تحقیر محمدکریم خان کرمانی است. در صورتی که سن نجم‌الدوله در هنگام این مناظره حداقل ۱۶ سال و حداکثر ۲۰ سال (بنا به روایت‌های مختلف از تاریخ تولد او) بود. ابوالحسن فروغی تاریخ تولد نجم‌الدوله را سال ۱۲۵۹ق می‌داند (فروغی، ص۳۸۷).

نمی‌روند، اما بررسی آن برای شناخت استدلال‌های نجومی مطرح شده در مورد حرکت زمین در دورهٔ قاجار لازم به نظر می‌رسد.

بخش‌های زیادی از این کتاب ترجمه‌ای از کتاب نجوم همگانی[1] نوشتهٔ آراگو[2] است (سادات‌موسوی، ص۴۶)، این ترجمه در بسیاری از قسمت‌های مربوط به حرکت زمین نیز دیده می‌شود، هرچند برخی موارد را خود نجم‌الدوله نوشته است. نجم‌الدوله در دو فصل به طور مجزا در بارهٔ دو حرکت وضعی و انتقالی زمین مسائلی را مطرح می‌کند. او دلایلی را که برای اثبات این حرکات مطرح می‌شود از سه نوع دلایل عقلیه، هندسیه و طبیعیه می‌خواند.[3]

تلاش او برای توضیح حرکات زمین، بر خلاف بسیاری از هم‌عصرانش، در ادامهٔ سنت منجمانی است که اولویت‌شان بررسی دلایل تجربی و تحلیل آنها برای حرکت یا سکون زمین است. با آن که نجم‌الدوله قائل به حرکت زمین است و منجمان قبلی قائل به سکون آن، اما استدلال‌هایی که هردو به کار برده‌اند از یک جنس هستند. البته نجم‌الدوله به مسائل طبیعی حاصل از این حرکات نیز پرداخته و تلاش کرده تا مبانی فیزیک نیوتونی را به عنوان دلایل این حرکت برای مخاطبان کتابش تبیین کند. هرچند که در برخی موارد در این کار موفق نبود.

دلایل نجم‌الدوله برای حرکت وضعی زمین

نجم‌الدوله کلیهٔ مسائلی را که در توضیح حرکت وضعی زمین ارائه می‌شوند، در چهار گروه اصلی دسته‌بندی می‌کند. این چهار گروه عبارتند از:

۱- مسائلی که نشان دهندهٔ هم‌ارز بودن حرکت روزانهٔ افلاک با حرکت وضعی زمین هستند؛

۲- ایراداتی که مخالفان حرکت زمین به حرکت وضعی زمین گرفته‌اند و پاسخ به این ایرادات؛

---

1. *Astronomie Populaire*
2. François Arago
۳. برای توضیحات بیشتر در مورد تفاوت وکاربرد این دلایل، مقالهٔ دکتر کامران امیرارجمند در همین شماره از مجلهٔ تاریخ علم را ببینید.

۳- ایراداتی که به ساکن بودن زمین می‌توان گرفت و تنها با فرض حرکت وضعی زمین می‌توان این ایرادات را توضیح داد؛

۴- برهان‌های عقلیه، هندسیه و طبیعیه‌ای که تاکنون به منظور اثبات حرکت وضعی زمین بیان شده است (این بخش ترجمهٔ ناقصی از کتاب آراگو است؛ نجم‌الدوله، برگ۴۹ر).

هرکدام از دلایلی که نجم‌الدوله از این پس برای توضیح حرکت وضعی زمین بیان می‌کند، به‌منظور تبیین یکی از این مسائل است.

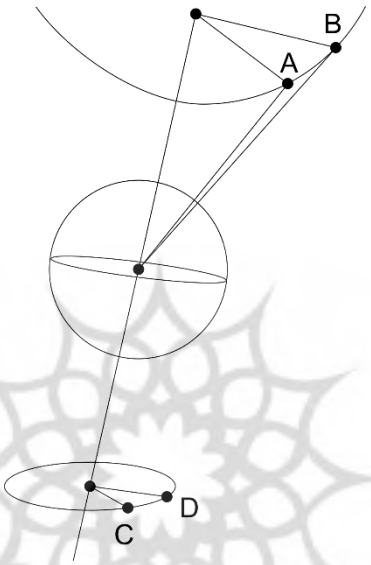
هم‌ارز بودن حرکت روزانهٔ افلاک با حرکت وضعی زمین

نجم‌الدوله در این بخش حرکت روزانهٔ افلاک را با حرکت وضعی زمین از لحاظ تجربی هم‌ارز می‌داند و تلاش می‌کند این هم‌ارزی را به روشی هندسی نشان دهد. به عبارتی می‌خواهد نشان دهد تفاوتی بین آن که حرکت روزانه ستارگان و ماه و خورشید ناشی از حرکت وضعی زمین باشد یا از حرکت افلاک وجود ندارد و در هر دو صورت می‌توان مسائلی مانند به وجود آمدن شب و روز و حرکت شبانه‌روزی ستارگان و سیارات را توضیح داد.

نجم‌الدوله به منظور نشان دادن هم‌ارزی حرکت روزانهٔ افلاک با حرکت وضعی زمین از یک مثال ساده استفاده می‌کند. او فردی را متصور می‌شود که بر روی قطار[1] یا کشتیِ در حال حرکت ایستاده است و در نظر آن فرد، اجسام روی زمین یا ساحل در حال حرکت به سمت مخالف هستند. نجم‌الدوله در عین حال به این تفاوت دقت دارد که این حرکت، حرکتی خطی است، اما حرکت زمین به دور خودش یک حرکت مستدیر است، و ممکن است در صورت فرض حرکت وضعی زمین برای ناظرهایی با عرض‌های جغرافیایی متفاوت، حرکات ستارگان و وقوع شب و روز یکسان به‌نظر نرسد، به همین

۱. در زمان نوشته شدن کتاب قانون ناصری (۱۲۸۴ق)، با آن که ایرانی‌ها با راه آهن آشنایی داشتند و چند قرارداد اجرا نشدهٔ راه آهن توسط دولت ایران با برخی پیمانکاران خارجی منعقد شده بود، اما هیچ کدام از مسیرهای اولیهٔ راه آهن در ایران، یعنی مسیر رشت به پیربازار و انزلی (به عنوان بخشی از پروژهٔ ناتمام راه آهن رشت به تهران توسط فابیوس بواتال فرانسوی در سال ۱۲۹۹ق)، مسیر آمل به محمودآباد (توسط حاج امین‌الضرب در سال ۱۳۰۴ق) و مسیر تهران به شاه عبدالعظیم (توسط فابیوس بواتال در سال ۱۳۰۴ق) احداث نشده بود (تاریخ و اطلاعات خطوط راه آهن برگرفته از جدول طرح‌ها، پیشنهادات و امتیازات احداث خطوط آهن در ایران، اعم از اجرا شده یا اجرا نشده، در دوره قاجار از وب‌سایت شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران).

منظور با یک شکل هندسی ساده (تصویر۱) نشان می‌دهد که حرکت وضعی زمین برای ناظری با هر عرض جغرافیایی برای ستاره‌ای با هر میل دلخواه هم‌ارز با حرکت روزانهٔ افلاک است (نجم‌الدوله،برگ۴۹ر-۵۰پ).



تصویر۱. هم‌ارزی گردش زاویه‌ای ستارگان ثابت و هر نقطه از زمین در حرکت وضعی

در این تصویر، هنگامی که ستاره قوسی را به اندازهٔ AB طی می‌کند، معادل با زمانی است که هر نقطه بر روی زمین قوس CD را طی می‌کند، و تفاوتی ندارد که ستاره در چه میلی قرار گرفته یا ناظر بر روی کدام نقطه از روی زمین ایستاده است.

ایراداتی که به حرکت وضعی زمین گرفته می‌شود

نجم‌الدوله در این بخش، برخی از ایرادهایی را که به حرکت وضعی گرفته می‌شود، همراه با پاسخ‌های خود به آن ایرادات آورده است. در این بخش که احتمالاً تنها بخش تألیفی کتاب در این موضوع است، ایرادات مطرح شده و پاسخ‌های نجم‌الدوله به آنها چندان مهم و اصیل نیستند. در مواردی نجم‌الدوله پاسخ‌هایی کم‌دقت و حتی اشتباه به سؤالات می‌دهد. این ایرادها همراه با پاسخ‌های نجم‌الدوله به شرح زیر هستند:

ایراد اول: در صورتی که زمین را دارای حرکت وضعی بدانیم، سرعت حرکت خطی زمین بر روی سطح آن بسیار زیاد است. چگونه زمین می‌تواند با این سرعت حرکت کند؟

پاسخ نجم‌الدوله: شعاع زمین ۱۰۱۵ فرسنگ[۱] است، و محیط آن بر روی خط استوا ۶۳۹۵ فرسنگ[۲] است. نقاط روی دایرهٔ استوا، در هر ثانیه هفت عُشر عُشر فرسنگ (۰/۰۷ فرسنگ)[۳] حرکت می‌کنند. با این که این سرعت بسیار زیاد است، اما اگر فرض کنیم که افلاک به دور زمین در حال گردش هستند، مقدار سرعت خطی آنها بسیار بیشتر است. سپس او سرعت خطی برخی سیارات را محاسبه می‌کند و می‌گوید که در صورت حرکت افلاک سرعت خطی خورشید بایستی ۳۲۰۰ برابر سرعت هر نقطه از خط استوای زمین، یعنی ۱۶۱۰ فرسنگ بر ثانیه باشد (نجم‌الدوله، برگ۵۱ر). همچنین این مقدار برای مشتری ۸۰۵۰ فرسنگ بر ثانیه و برای زحل ۱۵۴۰۰ فرسنگ بر ثانیه خواهد بود. او این مقدار را برای نزدیک‌ترین ستاره به زمین نیز محاسبه می‌کند و می‌گوید این سرعت برای آلفا- قنطورس کمتر از ۳۴۵ هزار هزار فرسنگ[۴] نخواهد بود (نجم‌الدوله، برگ۵۱پ). در نتیجه در نظر نجم‌الدوله منطقی‌تر این است که زمین به دور خود بچرخد تا آنکه سیارات و ستارگان با جرم‌های بسیار زیاد با این سرعت به دور زمین حرکت کنند.

ایراد دوم: از آن‌جا که زمین در هر ثانیه ۰/۰۷ فرسنگ به سمت شرق حرکت می‌کند و هر فرسنگ را در ۱۴ ثانیه طی می‌کند، اگر شخصی از روی زمین به هوا بپرد و ۱۴ ثانیه در هوا باشد به موضعی در یک فرسنگی غرب موضع اول فرود می‌آید، همچنین چرا پرندگانی که از آشیانهٔ خود بیرون می‌آیند، به سمت غرب جابه‌جا نمی‌شوند، یا این که اگر سنگی به بالا پرتاب شود، چرا در غرب محل پرتاب فرود نمی‌آید و امثال آن.

۱. همان‌طور که (سادات‌موسوی، ص۶۶) نشان داده است، نجم‌الدوله هر فرسنگ را معادل ۶۲۷۰ متر در نظر می‌گیرد. در نتیجه در این‌جا شعاع زمین را ۶۳۶۴۰۵۰ متر درنظر گرفته است. امروزه شعاع متوسط زمین ۶۳۷۱۰۰۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

۲. برابر با ۴۰۰۹۶۶۵۰ متر، امروزه محیط استوایی زمین ۴۰۰۷۵۰۱۷ متر در نظر گرفته می‌شود.

۳ . برابر با ۴۳۸۹ متر، امروزه مقدار سرعت چرخش زمین در خط استوا ۴۶۵۱ متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

۴. برابر با ۲۱۶۳۱۵۰۰۰۰۰۰ متر بر ثانیه، این مقدار تقریباً ۷۲۰ برابر سرعت نور است.

پاسخ نجم‌الدوله: او در توضیح این اشکال می‌گوید که پاسخ به این سؤال بسیار سهل است، و کسانی که این ایراد را می‌گیرند، متوجه این موضوع نمی‌شوند که زمین در حرکت وضعی تمام هوای محیطی را با خود به همراه می‌برد، ذراتی از هوا که در لایه‌های پایین‌تر قرار دارند، همراه با سطح خاک به تبعیت زمین دوران می‌کنند و حرکت آن ذرات به طبقات بالاتر ذرات هوا منتقل می‌شود، و این انتقال همین‌طور ادامه دارد تا به طبقات بالای هوا برسد (نجم‌الدوله، برگ۵۲ر- ۵۲پ). در نتیجه هنگامی که سنگی را در جو رها می‌کنیم، این سنگ به متابعت هوایی که در حرکت زمین مشارکت دارد، در همان موضع اولیه که پرتاب شده است فرود می‌آید (نجم‌الدوله، برگ۵۲ر).

این ایراد که ارسطو در کتاب در آسمان به آن پرداخته (ص۱۲۳) و بیشتر منجمان دورهٔ اسلامی نیز آن را مطرح کرده‌اند (برای نمونه نک : گمینی، ص۶۵)، یکی از استدلال‌های مهم در توضیح سکون زمین بوده‌است. جای تعجب است که نجم‌الدوله در حدود ۲۲۰ سال پس از انتشار کتاب اصول نیوتن، به جای مطرح کردن مفهوم اینرسی و سرعت اولیه، این پاسخ اشتباه را به این ایراد می‌دهد. این درحالی است که همین پاسخ اشتباه در فصل اول کتاب مجسطی از قول مدافعان حرکت وضعی نیز مطرح شده بود و بطلمیوس با اشاره به اشتباه بودن آن، در پاسخ می‌گوید که اگر بنا باشد زمین در حرکت وضعی، هوا را همراه با خود حرکت دهد، مقدار سرعت حرکت هوا به قدری زیاد است که اجسامی که در آن هستند، به جز حرکت همراه با هوا، حرکت دیگری نخواهند داشت. این درحالی است که پرندگان و تیرهایی که پرتاپ می‌شوند، آزادانه در هوا به هر سمتی که می‌خواهند حرکت می‌کنند (بطلمیوس، ص۴۵). علاوه بر بطلمیوس بسیاری از منجمان دورهٔ اسلامی نیز در رد این نظر مواردی را بیان کرده‌اند (برای تفصیل بحث، نک : گمینی، ص۶۵-۶۹)، که به نظر می‌رسد نجم‌الدوله به کلی از آنها بی‌اطلاع است. پاسخ نجم‌الدوله به حدی دور از مبانی فیزیک نیوتنی است که گویی حتی در مورد اینرسی چیزی به گوش او نرسیده است. این درحالی است که در بخش‌های دیگری از همین کتاب در مورد اینرسی مطالبی نوشته یا ترجمه کرده است.

ایراد سوم: اگر خورشید متحرک نیست، پس چگونه یوشع نبی[1] که ۲۲۲۷ سال قبل از هجرت حضرت محمد متولد شده است، در حین جنگ فرمود خورشید برای لحظاتی متوقف شود؟ (نجم‌الدوله، برگ۵۲پ)

پاسخ نجم‌الدوله: نجم‌الدوله می‌گوید که حضرت یوشع برای درک عوام گفته است که خورشید بایستد، وگرنه ایشان به حرکت زمین آگاه بوده‌اند، و این مسأله‌ای اصطلاحی است. در ضمن نجم‌الدوله تأکید می‌کند که کتاب‌های آسمانی، کتاب‌های علمی نیستند که در آنها اصطلاحات علمی آمده باشد، بلکه «اقتضای حکمت است که چنان واضح باشند که عموم خلق از آنها مستفیض و بهره‌یاب گردند» (نجم‌الدوله، برگ۵۲پ-۵۳ر).

مشکلاتی که از فرض سکون زمین پیش می‌آید

نجم‌الدوله این بخش را به صورت «کیفیاتی که مقوی مذهب جدید است و مشکلاتی که از فرض سکون ارض لازم می‌آید» نام گذاشته است. او در این بخش مواردی را مطرح می‌کند که دیگر نمی‌توان در هر دو حالت حرکت وضعی زمین و حرکت افلاک، هم‌ارز دانست و کفهٔ ترازو را به سمت حرکت وضعی زمین مایل می‌کنند. او این موارد را به نام «مقوی» ذکر می‌کند:

مقوی اول: با رصدهای دقیق مشخص شده که همهٔ ستارگان ثابت بر روی یک فلک نیستند. فواصل اندازه‌گیری شده برای این ستارگان نشان می‌دهد که فاصلهٔ آنها از یکدیگر بسیار زیاد است، حال چگونه می‌توان تصور کرد که این حرکات به گونه‌ای تنظیم شده و به هم مرتبط باشند تا در عرض یک شبانه‌روز نجومی دورهٔ همهٔ آنها با هم به انجام برسد (نجم‌الدوله، برگ۵۳ر-۵۳پ).

مقوی دوم: بنا به اصول علم مکانیک، هنگامی که جرمی حرکت مستدیر دارد، بایستی در مرکز دایره‌ای که به دور آن می‌گردد، نیروی ثابتی موجود باشد تا آن را به سمت مرکز جذب کند. تمامی ستاره‌ها دایره‌هایی را به دور مرکزی بر روی محور قطبی زمین طی می‌کنند، در نتیجه نیاز به اجرامی مرکزی دارند تا آنها را به سمت مرکز جذب کند و سبب

---

۱. اشاره به یوشع بن نون، یکی از پیامبران بنی‌اسراییل که در نبردی در منطقهٔ جبعون از خدا خواست خورشید ثابت بماند تا بتواند دشمنان بیشتری را در طول روز به هلاکت برساند، این داستان در بخش دوم از کتاب یوشع (ششمین کتاب از مجموعهٔ عهد عتیق) آمده است.

چرخش ستارگان به دور آن مرکز شوند، «و مقدار چنین قوت بسته است به سرعت جسم و به نصف قطر مداری که می‌پیماید» (نجم‌الدوله، برگ۵۴ر).

با توجه به مقدار نیروی جانب به مرکز که از رابطهٔ

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

محاسبه می‌شود، سرعت گردش و شعاع مداری در رابطه تأثیرگذار هستند، اما عبارت نجم‌الدوله چندان دقیق نیست. نجم‌الدوله با گفتن این که این اجرام مرکزی را در دایره‌های گردش روزانه ستارگان به دور محور زمین رصد نکرده‌ایم، نتیجه می‌گیرد که پس دلیلی برای گردش شبانه‌روزی ستارگان وجود ندارد.

مقوی سوم: اجرام سماوی که به ما نزدیک هستند و می‌توانیم سطح آنها را رصد کنیم، یعنی ماه، خورشید و سیارات همگی بدون استثنا دارای حرکت وضعی هستند و حول محور خود در خلاف جهت حرکت روزانهٔ ظاهری افلاک حرکت می‌کنند،[۱] نجم‌الدوله می‌گوید در جای دیگری نشان خواهد داد که زمین هم یک سیاره است و در نتیجه قیاس اقتضا می‌کند که زمین هم در خلاف سمت حرکت روزانهٔ فلک حول محور خودش بگردد (نجم‌الدوله، برگ۵۴پ).

مقوی چهارم: در این بخش نجم‌الدوله وزیدن بادهای استوایی که در خط استوا و تا عرض ۳۰ درجه در طرفین آن می‌وزند را دلیلی بر حرکت وضعی زمین می‌داند. این بادها بر روی خط استوا بدون انحراف از مشرق به مغرب می‌وزند. در آفاق شمالی انحراف به سمت شمال و در آفاق جنوبی به سمت جنوب دارند[۲] (نجم‌الدوله، برگ۵۵ر).

نجم‌الدوله دلیل وزیدن باد را به طور کلی به این صورت توضیح می‌دهد: هنگامی که گرما از زمین به برخی از لایه‌های پایینی جو زمین منتقل می‌شود، این اجزای جو از اعتدال خارج می‌شوند و افزایش دما باعث انبساط هوا می‌شود. این انبساط باعث

---

۱. حرکت خلاف جهت زهره و اورانوس در زمان نجم‌الدوله کشف نشده بود. او در بخشی از کتاب در شرح مشخصات زهره، حرکت شبانه‌روزی آن را هم‌جهت با حرکت شبانه‌روزی زمین، و مقدار آن را ۲۳ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۱۹ ثانیه ذکر می‌کند و به همین خاطر طول شبانه‌روز زهره را نزدیک به شبانه‌روز زمین می‌داند (نجم‌الدوله، برگ۳۵۷پ). درحالی که حرکت شبانه‌روزی زهره تقریبا برابر با ۲۴۳ روز زمینی است و جهت حرکت آن برخلاف زمین و سایر سیارت منظومه شمسی، به جز اورانوس، است.

۲. امروزه این جریان باد، بادهای تجاری یا بادهای آلیزه نامیده می‌شود.

می‌شود این بخش از هوا به لایه‌های مجاور خود فشار وارد کند و آنها نیز سایر لایه‌های جو را تحت تأثیر قرار می‌دهند و حرکتی در جو اتفاق می‌افتد، باد به این صورت تولید می‌شود (نجم‌الدوله، برگ۵۴پ-۵۵ر)، اما بادهای استوایی، همان‌طور که گفته شد در حوالی خط استوا در جهت شرق به غرب می‌وزند. به گفتهٔ نجم‌الدوله، کریستف کُلُن (=کلمب) در سال ۸۹۸ق این بادها را کشف کرد و دکارت علت وزش این بادها و ارتباط آنها با گردش زمین به دور خودش را شرح داده است. به گزارش نجم‌الدوله، دکارت در مورد علت این بادها چنین گفته است:

> که چون زمین حرکت می‌کند و هوای محیطیه را به سرعت سیر خود نمی‌برد، این هوا در عقب می‌ماند، و تأخیر آن سبب ظهور آن باد است (برگ۵۵ر).

نجم‌الدوله نظر هاله (=ادموند هالی) در مورد این بادها را به این صورت گزارش کرده است:

> تابش شمس، هوا را از مشرق به سمت مغرب گرم کند، و در این جهت او را براند (برگ۵۵پ).

پس از آن از منجمی انگلیسی به نام لانُرژُن هاذله[1] نام می‌برد که نظرش در بارهٔ علت پیدایش بادهای استوایی مورد قبول عموم مردم واقع شده است. نجم‌الدوله نظر او را به طور مغشوش چنین توضیح می‌دهد: اگر شکل زمین را یک کرهٔ ایده‌آل فرض کنیم، از آن‌جایی که هوای بین مدارهای انقلابین (مدارهای راس الجدی و راس السرطان) گرم‌تر از هوایی است که در مناطق معتدل زمین قرار دارد، هوای مناطق بین مدارهای انقلابین صعود می‌کند و هوا از سمت بالای مدارهای انقلابین در جای آن می‌آید. اگر زمین ساکن بود، به علت این پدیده، بادی از قطب‌ها به سمت استوا می‌وزید، و وقتی زمین را متحرک فرض کنیم، آن مناطقی که به قطب نزدیک‌تر هستند، حرکت‌شان آهسته‌تر است، پس زمانی که هوا از سمت قطب به سمت استوا حرکت می‌کند، به هر منطقه‌ای که می‌رسد، آن منطقه از زمین سریع‌تر حرکت می‌کند (منظور سرعت خطی سطح زمین است) و باد از سرعت حرکت آن عقب می‌ماند، در نتیجه بادی در خلاف جهت حرکت زمین شکل می‌گیرد که در نیم‌کرهٔ شمالی به سمت شمال شرقی و در نیم‌کرهٔ جنوبی به

---

۱. متأسفانه نتوانستم نام دقیق این منجم را پیدا کنم، همچنین در برخی توضیحات تاریخی در مورد بادهای تجاری که به آنها دسترسی داشتم نامی شبیه به این نام نیافتم.

سمت جنوب شرقی است. و هنگامی که در استواء به یکدیگر می‌رسند با هم ترکیب شده و بادی ایجاد می‌کنند که از مشرق به مغرب حرکت می‌کند (برگ۵۵پ). سپس تصریح می‌کند از آنجا که زمین کرهٔ کامل نیست و وجود رشته کوه‌های طولانی و سایر پستی و بلندی‌ها باعث اختلال در توضیحات فوق می‌شود، پس نبایستی انتظار داشت که حرکت بادهای تجاری همواره به این صورت منظم باشد، مگر بر روی سطح دریاهای وسیع (برگ۵۵پ-۵۶ر).

توضیحات نجم‌الدوله در مورد پدید آمدن بادها به صورت کلی و توضیحات تاریخی که در مورد نظرات سایرین می‌دهد، نشان دهندهٔ این است که در مورد هواشناسی و جو اطلاعات چندانی ندارد و تنها برخی استدلال‌های اولیه و سطحی را ارائه می‌کند. به نظر می‌رسد این قسمت در کتاب آراگو نیست (یا من نتوانستم آن را پیدا کنم). ترجمهٔ کتاب آراگو از بخش «برهان‌هایی برای اثبات حرکت وضعی زمین» شروع می‌شود. این احتمال وجود دارد که این بخش ها را از سایر منابعی که در اختیار داشته ترجمه کرده باشد.

مشکلاتی که زمین غیرمتحرک دارد

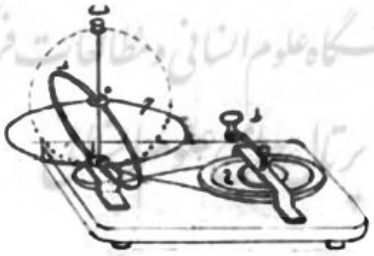
پس از توضیح مواردی که به آن‌ها اشاره شد و می‌توان در آنها حرکت وضعی زمین با حرکت شبانه‌روزی افلاک را هم‌ارز در نظر گرفت، نجم‌الدوله به مسائلی می‌پردازد که تنها با فرض حرکت وضعی زمین می‌توان آنها را پاسخ داد و در صورت فرض سکون زمین، پاسخی برای این موارد نداریم. این موارد به شرح زیر هستند:

الف. شکل شلجمی زمین: در این مورد نجم‌الدوله با ارائهٔ برخی توضیحات تاریخی می‌گوید که تا سال ۱۰۷۷ق زمین را کره‌ای کامل می‌دانستند، اما پس از آن «به قواعد علمیه و به مساحت طول درجات نصف‌النهار، معلوم گشت که حقیقت چنین نیست» (برگ۵۶ر). در سال ۱۱۰۲ق به وسیلهٔ رصد مشخص شد که قطب‌های زمین فرورفتگی دارند و در سال ۱۰۸۳ به طور اتفاقی فهمیدند که نیروی جاذبهٔ زمین در شهرهای مختلف یکسان نیست. بعد از آن نیوطن (=نیوتن) و هوی‌گنس (=هویگنس) با قواعد ریاضی اثبات کردند که سطح زمین در قطب‌ها فرونشسته و پهن شده است. آنها فرض

کردند که زمین در ابتدای خلقت مایع بود و با ترکیب قواعد علم مایعات با نیروی «مایلهٔ از مرکز»[۱] مقدار فرو رفتگی قطب‌ها را مشخص کردند (برگ۵۶پ).

در این بخش نجم‌الدوله توضیحاتی در مورد چگونگی رصدهایی که منجر به این کشف شده، قواعد ریاضی که توانسته‌اند با آنها فرو رفتگی قطب‌های زمین را اثبات کنند و سایر موارد نمی‌دهد و یاد کردن از تاریخ‌ها را برای این موضوع کافی می‌داند. پس از آن می‌گوید لاپلاس با بررسی اختلاف حرکت ماه توانست نشان دهد فرو رفتگی قطب‌ها نسبت به شعاع استوایی زمین ۱/۳۰۴ است، و پس از آن با بررسی مقدار مساحت طول درجات نصف‌النهار مشخص کردند که فرورفتگی قطبی زمین ۱/۱۹۹ است (همان‌جا).

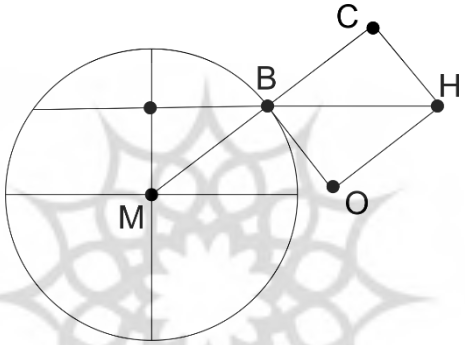
در ادامه نجم‌الدوله می‌گوید دستگاهی به منظور نشان دادن این موضوع که نیروی مایله، چگونه موجب فرورفتگی قطب‌های زمین می‌شود ساخته شده است، این دستگاه متشکل از حلقه‌ای فولادی که بر روی یک محور می‌گردد و سازوکاری برای به گردش در آوردن آن حلقه است (تصویر۲). هنگامی که با گرداندن دستهٔ دستگاه، حلقهٔ فولادی شروع به حرکت دورانی سریع می‌کند، قسمت بالای آن بر روی محور به سمت پایین حرکت می‌کند و تبدیل به یک بیضی می‌شود، هرچه سرعت حرکت دورانی سریع‌تر باشد، مقدار فرورفتگی آن بیشتر است. نجم‌الدوله می‌گوید نمونه‌ای از این دستگاه در دارالفنون موجود است و امکان بازدید از آن برای کسانی که تمایل به بازدید دارند، میسر است (برگ۵۷پ).



تصویر۲. دستگاهی برای نمایش فرورفتگی قطب‌های زمین

۱. تعریف نجم‌الدوله از نیروی مایلهٔ از مرکز را در بخش «برهان‌هایی برای اثبات حرکت وضعی زمین» از همین مقاله ببینید.

ب. اختلاف نیروی جاذبهٔ زمین در قطب و استوا: نجم‌الدوله با استفاده از جمع برداری نشان می‌دهد که مقدار نیروی جاذبه در هر نقطه از روی زمین، برابر است با مقدار جاذبهٔ آن نقطه منهای نیرویی که قوهٔ مایله در آن نقطه دارد. برای این کار از شکل زیر کمک می‌گیرد (تصویر۳)، که در آن B نقطه‌ای بر روی سطح زمین است که می‌خواهیم مقدار جاذبه را در آن پیدا کنیم. BM بردار نیروی جاذبهٔ زمین است و BH بردار نیروی مایله که به دو مؤلفهٔ BC و BO تقسیم می‌شود، از آنجا که BO عمود بر نیروی جاذبه است، تأثیری در آن ندارد و BC که در همان راستا و مخالف جهت آن است، سبب کاهش مقدار جاذبه در نقطهٔ B می‌شود (برگ۵۷پ).



تصویر۳. مؤلفه‌های برداری نیروی مایله

طبق گفتهٔ نجم‌الدوله این مقدار «به نسبت مجذور جیب تمام عرض شهر اضافه و کم می‌شود»، او مقدار اختلاف را به این صورت محاسبه کرده است: «جسمی که در استوا ۵ من تبریز داشته باشد، در قطبین ۶ مثقال زایده وزن دارد» (برگ۵۸ر).

برهان‌هایی برای اثبات حرکت وضعی زمین

بخش چهارم، که آن را «در خصوص براهینی که بر حجت حرکت وضعی ارض اقامه نموده‌اند» نام‌گذاری کرده است، ترجمه‌ای از کتاب آراگو (ص۳۲-۵۵) است. این بخش با برخی توضیحات تاریخی در مورد حرکت وضعی زمین، از پیش‌سقراطیان شروع می‌شود، اشاراتی به آرای فیثاغورس، ارسطو، بطلمیوس، کوپرنیک، گالیله، جوردانو برونو و... می‌شود. در این بین داستان کامل محاکمهٔ گالیله و متن کامل توبه‌نامهٔ او در دادگاه تفتیش عقاید ترجمه شده است. همچنین در مورد محاکمه و زنده سوزانده شدن جوردانو برونو نیز اطلاعات تاریخی به مخاطب ارائه شده است. در این بخش چهار دلیل برای اثبات حرکت وضعی زمین آمده است:

دلیل اول: پیش از ارائهٔ دلیل، نجم‌الدوله مجدداً قوهٔ مایله را چنین تعریف می‌کند:

> چون جسمی در محیط دایره‌ای دوران کند، از حرکت آن جسم قوتی به وجود می‌آید که مایل است جسم مذکور را از محیط دایره خارج نماید، و از این‌جهت آن را قوهٔ مایلهٔ از مرکز نامند و به تقابل قوهٔ جاذبهٔ زمین آن را قوهٔ مایلهٔ به مرکز گویند. و حکمای طبیعی به قواعد علمیه و به تجربیات عملیه معلوم نموده‌اند که مقدار چنین قوتی متناسب است با مجذور سرعت دوران آن جسم و به عکس نسبت طول نصف قطر مدار اوست[۱] (نجم‌الدوله، برگ۶۲ر-۶۲پ).

سپس استنباط می‌کند:

> اگر شاقولی را از بالای مناره‌ای آویزان کنیم، در امتداد برآیند نیروی مایله و نیروی گرانش زمین قرار می‌گیرد. حال اگر شاقول کوتاه دیگری را در فاصلهٔ بیست هزارم زرع در سمت مشرق شاقول اول آویزان کنیم، نیروی جاذبه به اندازهٔ همان شاقول اول به آن وارد می‌شود، اما چون گلولهٔ این شاقول نزدیک به نقطهٔ معلق کردن آن است، و قوهٔ مایله در آن‌جا بیشتر به ظهور می‌رسد، پس این شاقول در امتداد برآیند نیروهایی قرار می‌گیرد که مقدار نیروی مایله در آن بیشتر است. بنابراین شاقول کوتاه‌تر کمی بیشتر به سمت شرق متمایل است، اگر راستای این شاقول را آن قدر امتداد دهیم تا به پایین مناره برسد، یا این که نخ شاقول را بریده تا وزنه بر روی زمین بیافتد و در آن‌جا اختلاف آن با شاقول اول را اندازه بگیریم، بیشتر از بیست هزارم ذرع خواهد بود (برگ۶۳ر-۶۳پ).

سپس مقادیر به دست آمده برای این اختلاف را به این صورت می‌نویسد:

> براساس آزمایش در خط استوا به ازای ۹۶ ذرع ارتفاع، انحراف ۲۲ هزارم ذرع باشد[۲]، بعضی به ازای ۷۵ ذرع ارتفاع ۱۸ هزارم ذرع انحراف[۳] و بعضی به ازای ۸۱ ذرع ارتفاع ۱۱ هزارم ذرع انحراف[۴]، و برخی از روی حساب به ازای ۵۲ ذرع ارتفاع ۲۸ هزارم ذرع انحراف[۵] یافته‌اند (برگ۶۳پ-۶۴ر).

---

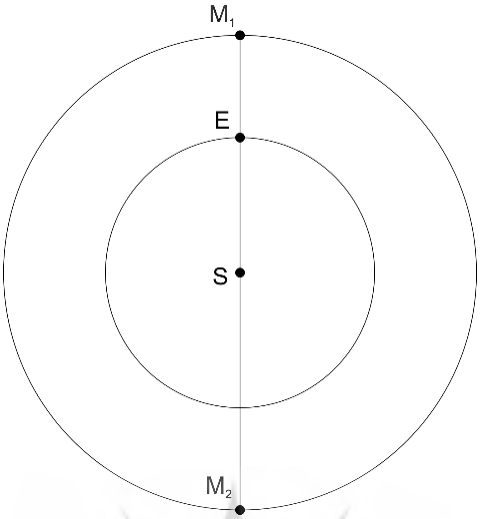
۱. یعنی $\propto \frac{v^2}{r}$.
۲. تقریباً برابر با ۰٫۰۰۰۲۲ / انحراف از خط قائم
۳. تقریباً برابر با ۰٫۰۰۰۲۴ / انحراف از خط قائم
۴. تقریباً برابر با ۰٫۰۰۰۱۳ / انحراف از خط قائم
۵. تقریباً برابر با ۰٫۰۰۰۵۳ / انحراف از خط قائم

او در نهایت می‌گوید، اگر زمین را ساکن در نظر بگیریم، به هیچ وجه نمی‌توان این انحراف شرقی یا شرقی جنوبی جسم درحال سقوط را توضیح داد.

دلیل دوم: از آنجا که سرعت نور محدود است، مدتی طول می‌کشد تا نور از سطح سیارات به زمین برسد، در صورتی که حرکت شبانه روزی را بر اثر گردش فلک‌های سیارات بدانیم، این مدت زمان در رصد پدیده‌هایی مانند طلوع و غروب سیارات در هنگام مقارنه و مقابله و سایر پدیده‌های قرانی، تأثیر خود را نشان خواهد داد. درحالی که در عمل این اختلاف زمانی در رصدها دیده نمی‌شود (نجم‌الدوله، برگ۶۴ر-۶۷پ).

او برای این موضوع دو پدیدهٔ قرانی مریخ را مثال می‌زند، در تصویر۴، مدار داخلی زمین و مدار خارجی مریخ است (خورشید را در مرکز منظومهٔ شمسی فرض گرفته است). اگر فرض کنیم در دو زمان مختلف زمین در جای ثابتی از مدارش قرار گرفته است (E) و مریخ به دو وضعیت مقارنه (M_1) و مقابله (M_2) می‌رسد، هنگامی که مریخ در حالت مقارنه رصد می‌شود، زمان اندازه‌گیری شده برابر است با زمان واقعی مقارنه به علاوهٔ مدت زمانی که نور مسافت EM_1 را طی می‌کند. در هنگام مقابله نیز زمان اندازه‌گیری شده در رصد برابر با زمان واقعی مقابله به علاوهٔ مدت زمانی است که نور مسافت EM_2 را طی می‌کند. از آنجا که مقدار فاصله مریخ در مقابله به اندازهٔ ۲SE بیشتر از فاصلهٔ آن در مقارنه است، در صورتی که زمان طلوع و غروب سیاره با گردش آن به دور زمین مرتبط باشد، بایستی در مقابله‌ها زمان محاسبه شده نسبت به زمان رصد شده به اندازهٔ زمانی که نور ۲SE را طی می‌کند تاخیر داشته باشد. این مدت زمان به گفتهٔ نجم‌الدوله در حدود ۱۶ دقیقه و نیم است (برگ۶۶ر-۶۶پ). در حالی که به هیچ وجه این اختلاف در رصدها مشاهده نشده است.

مسلم است که این دلیل با فرض پذیرش نظریهٔ خورشید مرکزی قابل ارائه است، اما نجم‌الدوله به این موضوع توجه نمی‌کند که مخالفان حرکت وضعی زمین، با مدل خورشیدمرکزی نیز مخالف هستند و بنا بر این پیش از این دلیل باید خورشیدمرکزی را اثبات کرده باشد.



تصویر۴. مریخ در دو وضعیت مقابله و مقارنه نسبت به زمین

دلیل سوم: در این بخش نجم‌الدوله از ابزاری صحبت می‌کند که می‌توان با استفاده از آن در هر مکانی سرعت حرکت وضعی زمین را مشخص کرد. در ابتدا توضیحاتی در مورد ظاهر این ابزار ارائه می‌کند، سپس چگونگی عملکرد آن را در نقاط مختلف کرهٔ زمین (قطب‌ها، استوا، عرض‌های میانی) تشریح می‌کند. این ابزار همان آونگ معروفی است که لئون فوکو در سال ۱۸۵۱م معرفی کرد. با این که این بخش ترجمه‌ای از کتاب آراگو است، و آراگو به انجام این آزمایش در سوم فوریهٔ ۱۸۵۱ توسط فوکو در آکادمی علوم پاریس شاره کرده است (آراگو، ص۴۵)، اما در قانون ناصری اشاره‌ای به نام فوکو نشده است. همچنین در کتاب آراگو توضیحاتی در مورد نحوهٔ ساخت آونگ، اتصالات آن و ایجاد سازوکاری برای امکان حرکت آونگ در تمام جهات و چگونگی ایجاد یک حرکت دائمی در آن آمده است که نجم‌الدوله به این موارد نپرداخته است، تنها در مورد نحوهٔ ایجاد یک حرکت دائمی در این آونگ نوشته است: «لهذا اسباب الکطریسته وضع نموده‌اند که به واسطهٔ تاثیر او شاقول به حالت نوسان مستدام باقی است و تفصیل آن در کتب طبیعی مقرر[1] است» (نجم‌الدوله، برگ۷۱پ).

۱. احتمال دارد به جای مقرر واژهٔ دیگری باشد که نتوانسته باشم آن را درست بخوانم.

تصویری که از آونگ فوکو در کتاب قانون ناصری وجود دارد نیز توسط کاتب از روی یکی از تصاویر این آونگ در کتاب آراگو رسم شده است (تصویر۵).

تصویر۵. طرح آونگ فوکو در کتاب قانون ناصری

دلیل چهارم: دلیل دیگری که نجم‌الدوله از کتاب آراگو (ص۵۰-۵۵) نقل می‌کند، بررسی حرکت وضعی زمین با استفاده از ژیروسکوپ است. او ابتدا مسألهٔ حرکت دورانی اجسام صلب[1] را به عنوان یک حکم از علم از مکانیک به این صورت نقل می‌کند:

> هرگاه جسمی در حول محوری دوران کند، به شرط آنکه هر ذرهٔ آن جسم را نسبت به محور، ذرهٔ دیگر قرینه باشد، یعنی آن جسم اهلیلجی باشد، یا به شکل کره یا بیضیِ مجسم، یا استوانه، یا مخروط و امثال آن، و محور دوران همان

۱. منظور او چیزی است که امروزه آن را یکی از ویژگی‌های اصل بقای تکانهٔ زاویه‌ای، یعنی پایستگی جهت تکانهٔ زاویه‌ای می‌دانیم.

> محور شکل باشد و هیچ قوتی از خارج به آن جسم نرسد تا خصوصیات حرکت او تغییر نپذیرد، در این صورت جسم مذکور بر گردِ آن محور مستدام به حالت حرکت باقی می‌ماند و امتداد محور او به هیچ وجه تغییر نمی‌پذیرد (برگ۷۲ر).

بعد از آن دستگاهی را توصیف می‌کند که آن را ژیرُسکُوپ (=ژیروسکوپ) یعنی «آلت رصد حرکت وضعی» می‌نامد. توضیحات او در مورد نحوهٔ ساخت و استفاده از یک ژیروسکوپ سه محوره است. محور افقی این ژیروسکوپ با محور زمین یا خط نصف‌النهار دارای زاویه‌ای است که مقدار آن با گذشت زمان تغییر می‌کند. نجم‌الدوله این تغییر را نشان دهندهٔ حرکت وضعی زمین می‌داند، بدون آن که توضیحات دقیق‌تری در مورد این که چگونه می‌توان از تغییر این زاویه به گردش زمین به دور خود پی برد، ارائه کند. در نسخهٔ کتابخانهٔ مجلس، فضایی خالی برای تصویر این ژیروسکوپ در نظر گرفته شده است، اما کاتب نتوانسته آن را رسم کند. تصاویر دیگری نیز در کتاب آراگو از پایهٔ انتقال نیرو به محور اصلی ژیروسکوپ وجود دارد (آراگو، ص۵۱-۵۲)، که در کتاب قانون ناصری نیامده‌اند و تنها در متن به این که چنین پایه‌ای برای آماده‌سازی دستگاه احتیاج است، اشاره شده است (نجم‌الدوله، برگ۷۳پ). در انتهای این فصل نجم‌الدوله می‌نویسد:

> و حال می‌گوییم که چون با چنین آلات مختصری که می‌توان در هرجا حمل و نقل نمود، حرکت وضعیهٔ ارض در جمیع انظار محسوس می‌شود، پس اگر شخص انکار بدیهیات و محسوسات نکند، چگونه می‌تواند شبهه نماید در خصوص مطلبی که سابق به ادلهٔ نجومی و طبیعی نیز مبرهن نموده‌ایم؟ (برگ۷۴پ)

دلایل نجم‌الدوله برای حرکت انتقالی زمین

موضوع حرکت انتقالی زمین در فصل دهم از باب سوم کتاب قانون ناصری با عنوان «در اثبات حرکت انتقالیهٔ زمین حول آفتاب» آمده است (نجم‌الدوله، برگ۲۵۹پ-۲۹۴پ). نجم‌الدوله در این بخش علاوه بر پرداختن به مباحث تاریخی، دلایل اصلی را که برای موضوع حرکت انتقالی زمین مطرح شده‌اند، معرفی می‌کند.

نجم‌الدوله در ابتدای این فصل می‌گوید به منظور تسهیل در محاسبات، زمین را نقطهٔ هندسی فرض می‌کنیم و حرکت وضعی آن را در نظر نمی‌گیریم. سپس نشان می‌دهد با فرض حرکت زمین به دور خورشید باز هم دایرةالبروج یا مسیر ظاهری خورشید در

آسمان ساخته می‌شود. در ادامه مسائلی را مطرح می‌کند که در آنها سکون یا حرکت زمین هم‌ارز هستند، مسائلی مانند پدید آمدن روز و شب، تغییرات طول روز در مواقع مختلف سال، تغییر میل خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف، ایجاد فصول و تغییرات میل خورشید در فصل‌های مختلف سال. هدف نجم‌الدوله در این بخش نشان دادن این موضوع است که تمامی مواردی که با فرض سکون زمین توضیح داده می‌شوند، با فرض حرکت آن به دور خورشید هم قابل توضیح هستند. پس از این مقدمهٔ نسبتاً طولانی هندسی که تمامی حالات ممکن را بررسی می‌کند، نجم‌الدوله با مقدمه‌ای تاریخی به سراغ نظریهٔ خورشیدمرکزی می‌رود، این قسمت نیز ترجمه‌ای از کتاب آراگو است (آراگو، ص۲۴-۳۲). در این بخش توضیحاتی در مورد ترتیب سیارات و شکل منظومهٔ شمسی در نجوم بطلمیوسی و سپس نجوم کوپرنیکی آمده است. مدل منظومهٔ تیکوبراهه به عنوان یک مدل تاریخی در این قسمت توضیح داده شده است. نجم‌الدوله در مورد این که چرا تیکوبراهه مدل کوپرنیک را نپذیرفت و مدل جدیدی ارائه کرد، چنین می‌نویسد:

> بعد از آن تیکُ براهه منجم از بابت تقیه یا به جهت شهرت و باقی نهادن نام خود، هیئت کوپرنیک را اعتبار نکرد و فرض نمود که زمین در مرکز عالم ساکن باشد و جمیع سیارات قدیم جز قمر در حول آفتاب دوران کنند و آفتاب با آن کوکبه حول زمین سیر کند و قمر هم جداگانه به دور همین مرکز متحرک باشد و به مثل هیئت قدیم آفتاب با توابعش و قمر و ثوابت به اجتماع هر شبانه‌روز دوره بگرد محور عالم تمام کنند (برگ۲۷۱ر-۲۷۱پ).

در ادامه قوانین سه‌گانهٔ کپلر در همین بخش تاریخی معرفی می‌شوند. نکتهٔ جالب آن است که کپلر را شخصی می‌داند که وجود افلاک در آسمان‌ها را رد می‌کند، بدون آن که اشاره‌ای به مبانی نجومی یا طبیعی رد افلاک در آسمان توسط کپلر داشته باشد. این درحالی است که معمولاً رصد دنباله‌دارها توسط تیکوبراهه و یافتن فاصلهٔ آنها در ابعاد بین سیاره‌ای، دلیلی برای تضعیف باور به افلاک بلورین در نظر گرفته می‌شود (برای نمونه نک : هولتون، رادرفورد، واتسن، ص۵۰-۵۴). اما دلایلی که برای حرکت انتقالی زمین به دور خورشید می‌آورد:

دلیل اول: در مورد تمامی اجرامی که تاکنون در آسمان رصد کرده‌ایم، همواره مشاهده شده است که جرم کوچک‌تر به دور جرم بزرگ‌تر می‌گردد، مانند گردش قمرها به دور

سیارات. پس چگونه می‌توانیم انتظار داشته باشیم خورشید که قطر آن ۱۱۲ برابر قطر زمین، حجم آن ۱۴۰۵۰۰۰ برابر و جرم آن ۳۵۵۰۰۰ برابر جرم زمین است به دور زمین بگردد. اگر باید یکی از این دو کره در حول دیگری بگردد، عقل حرکت کرهٔ کوچک‌تر را زودتر می‌پذیرد تا حرکت کره‌ای که چند هزار برابر بزرگتر باشد و «حکمت باری تعالی اقتضا کند که تعلق مشیتش به امر اسهل مقدم باشد بر امر اصعب» (برگ۲۷۲پ).

دلیل دوم: نجم‌الدوله در این بخش به حرکت سیارات طبق مدل حامل و تدویر بطلمیوسی اشاره می‌کند و می‌گوید با آن ساختار، امکان توضیح اهلهٔ زهره و عطارد وجود ندارد. همچنین مسألهٔ بیشترین کشیدگی سیارات داخلی، اقامت و رجعت سیارات خارجی و مسائل دیگر از حرکت آن‌ها را بیان می‌کند و با مدل خورشید مرکزی و مدارهای بیضی آنها را توضیح می‌دهد.

در این بخش از علم مکانیک کمک می‌گیرد و نشان می‌دهد که حرکت سیاره بر روی مداری به شکل فلک تدویر مخالف با قوانین مکانیک است:

> به‌خصوص با رعایت این حکم جراثقالی که ممکن نیست که جسمی در حول نقطهٔ موهومه خالیه از جرم به حرکت مستدیره متحرک باشد و حال آن که خود آن نقطه نیز حرکت کند (برگ۲۷۴پ).

او در این استدلال فلک تدویر را نه به عنوان یک جسم کروی مشخص که طبق نجوم بطلمیوسی سیاره را می‌چرخاند، بلکه تنها به عنوان یک مدار در نظر گرفته است. در نتیجه می‌گوید که طبق اصول مکانیک، سیاره بر روی مداری مانند تدویر که مرکز آن فضای خالی است امکان حرکت ندارد. این استدلال در اصل توسط کپلر مطرح شده است، کپلر فلک تدویر را یک طرح غیرفیزیکی می‌دانست، استدلال کپلر این بود که مرکز فلک تدویر تهی است و فضای تهی نمی‌تواند بر سیاره نیرویی اعمال کند (هولتون، رادرفورد، واتسن، ص۶۳). نجم‌الدوله در این بخش به ارائهٔ این استدلال توسط کپلر اشاره نمی‌کند. در ادامهٔ توضیحات این بخش، لازم به ذکر است که نجم‌الدوله در جای دیگری در هنگام توضیح خصوصیات سیارهٔ زهره در مورد اهلهٔ آن چنین آورده است:

> تا مدتی بعد از اختراع دوربین گالیله را به خیال نرسیده بود که دوربین به سمت زهره اندازد و معلوم کند که این سیاره را هلالی هست یا نه و عاقبت [در] اواسط رجب سال ۱۰۱۹ در شهر فلورانس در آن ضمن که با دوربین جدیدی آسمان را

تفحص می‌کرد بر حسب اتفاق نظرش به زهره افتاد و دریافت که او را مانند قمر اهله است (برگ۳۵۶پ).

هرچند به نظر می‌رسد اتفاقی بودن کشف اهلهٔ زهره توسط گالیله، افزودهٔ نجم‌الدوله باشد، اما موضوع اهلهٔ زهره و ارتباط آن با گردش زهره به دور خورشید را در این بخش نیز توضیح می‌دهد.

دلیل سوم: قوانین کپلر در مورد تمامی سیارات، قمرها و دنباله‌دارها صدق می‌کنند، پس چگونه عقل می‌تواند باور کند قوانینی که در مورد حرکت تمامی اجرام آسمانی صحیح عمل می‌کند، تنها در مورد زمین اعمال نشود؟ (برگ۲۷۵ر). نجم‌الدوله قوانین کپلر را در جای دیگری از کتاب قانون ناصری (برگ۳۴۱پ-۳۴۲پ) به تفصیل توضیح می‌دهد. مشخص است که اساس استدلال نجم‌الدوله در این دلایل استقراء خام است، که چندان مورد پسند حکمای فلسفه‌دان دورهٔ قاجار نیست. توسل به استقراء در بسیاری از استدلال‌های نجم‌الدوله دیده می‌شود.

دلیل چهارم: قوانین سه‌گانهٔ نیوتون که در مورد تمامی سیارات و اقمار راستی‌آزمایی شده‌اند، با استفاده از آنها سیارهٔ نپتون و حتی قمر ستارهٔ شعرای یمانی[1] کشف شده است، در مورد توضیح جزر و مد نیز کارا هستند و کاربردهای بسیار دیگر آنها را به چشم دیده‌ایم، به ما می‌گویند که زمین به دور خورشید (به خاطر جرم بیشتر خورشید) می‌گردد. چگونه ممکن است که این قوانین تنها در مورد زمین صدق نکنند؟ (نجم‌الدوله، برگ۲۷۵پ). قوانین نیوتون نیز در جای دیگری از کتاب (برگ۳۴۲پ-۳۴۶پ) به تفصیل توضیح داده شده‌اند. همچنین امکان رسیدن به قوانین کپلر از قوانین گرانش نیوتون در صفحات (برگ۳۴۶پ-۳۵۲ر) شرح داده شده است.

دلیل پنجم: نجم‌الدوله با یک استدلال سادهٔ هندسی نشان می‌دهد در صورتی که زمین به دور خورشید بگردد، بایستی جایگاه ظاهری ستارگان نسبت به یکدیگر حرکت داشته باشند. اما در صورتی که نسبت فاصلهٔ ستارگان به قطر مدار زمین بسیار زیاد باشد، این

---

۱. در ۱۸۴۴م (۱۲۶۰ق) بسل تغییرات مدار شعرای یمانی را کشف کرد. در ۱۸۶۲م آلوان گراهام کلارک ستارهٔ همدم آن را رصد کرد.

حرکت محسوس نیست و آن‌چه رصد می‌شود تفاوتی با حالت سکون زمین ندارد (نجم‌الدوله، برگ۲۷۶ر). در ادامه با آوردن یک گزارش تاریخی از فعالیت‌های برآدِله (= جیمز برادلی[1]) که به دنبال یافتن اختلاف منظر ستارگان موفق به کشف رقص محوری زمین و عدول کواکب (ابیراهی سالیانه[2]) شد، مسألهٔ ابیراهی نور ستارگان را شرح می‌دهد. این بخش از مقدمات هندسی برای توضیح چگونگی رسیدن نور ستارگان به زمین متحرک در مدار بیضی شروع می‌شود و با توضیح نتایج رصدها از روی زمین، نظریهٔ ابیراهی نور ستارگان را مدل‌سازی می‌کند. همچنین در تمام این بخش، توضیحات تاریخی، نتایج رصدها، نحوهٔ به دست آوردن مقادیر پارامترها و مقادیر فعلی برای هر پارامتر با جزئیات آمده است (برگ۲۷۴پ-۲۸۹ر). به طور مشخص سطح بحث در این قسمت بسیار بالاتر از سایر بخش‌های کتاب در موضوع حرکت وضعی و انتقالی زمین است. حتی روش‌هایی که برای استفاده از ابزارها برای اندازه‌گیری ابیراهی ارائه می‌کند تا حدی کاربردی است که می‌توان این قسمت را معادل با یک کتاب نجوم دانشگاهی دانست که پس از مطالعهٔ آن، (در صورت در دسترس بودن ابزارهای لازم) مخاطب می‌تواند شخصاً ابیراهی را اندازه‌گیری کند و مقادیر به دست آمده را با مقادیر قبلی مقایسه کند.

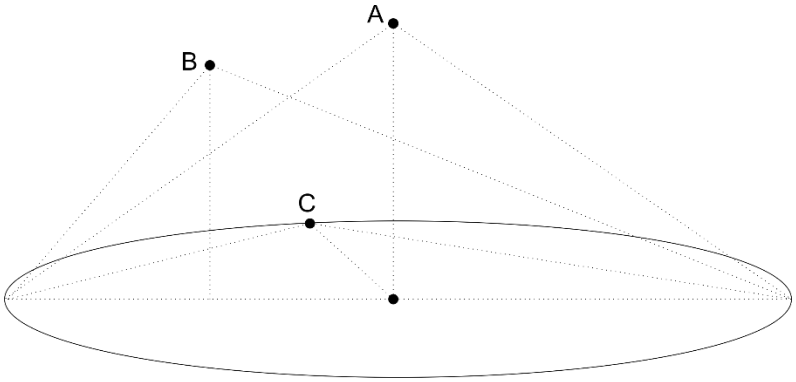
دلیل ششم: این بار نجم‌الدوله به اختلاف منظر ستارگان که حاصل از قطر مدار زمین است می‌پردازد. او سه حالت مختلف (مطابق تصویر۶) برای موضع یک سیاره نسبت به مدار زمین در نظر می‌گیرد و امکان رصد اختلاف منظر را برای این سه حالت توضیح می‌دهد:

A) ستاره در قطبِ مدار زمین قرار گرفته باشد.

B) ستاره در جایی مابین قطبِ مدار و دایرةالبروج قرار گرفته باشد.

C) ستاره بر روی صفحهٔ گردش زمین به دور خورشید، یعنی در راستای دایرةالبروج قرار گرفته باشد (نجم‌الدوله، برگ۲۸۹ر-۲۹۰پ).

1. James Bradley
2. annual aberration



تصویر۶. سه موضع مختلف قرارگیری ستارگان نسبت به مدار زمین

سپس با توضیحات تاریخی در ادامهٔ دلیل قبلی، بیان می‌کند که برادلی نتوانست اختلاف منظر ستارگان را رصد کند و اولین رصد این اختلاف منظر در سال ۱۲۵۴ شمسی توسط بسل اتفاق افتاد. بسل توانست اختلاف منظر ستارهٔ فی (قی؟) دجاجه[1] را رصد کند و فاصلهٔ آن را تا زمین محاسبه کند. به گزارش نجم‌الدوله مقداری که بسل به عنوان اختلاف منظر این ستاره به دست آورده است ۰٫۳۸ ثانیهٔ قوس است (نجم‌الدوله، برگ۲۹۴ ر). پس از آن مقدار اختلاف منظر سایر ستارگان که تا آن زمان به دست آمده است به شرح زیر گزارش شده‌اند:

ا-قنطورس، ۰٫۹۱ ثانیهٔ قوس؛ شعرای یمانی، ۰٫۱۵ ثانیهٔ قوس؛ ا-شلیاق، ۰٫۲۶ ثانیهٔ قوس؛ عیوق، ۰٫۰۴۶ ثانیهٔ قوس؛ ط-دب‌اکبر، ۰٫۱۳۳ ثانیهٔ قوس؛ ا-عوا، ۰٫۱۲۷ ثانیهٔ قوس؛ ا-شلیاق، ۰٫۲۰۷ ثانیهٔ قوس؛ جُدَی، ۰٫۱۰۶ ثانیهٔ قوس.

پس از ارائهٔ این مقادیر، نحوهٔ به دست آوردن فاصلهٔ این ستارگان تا زمین را به روش هندسی به صورت ساده توضیح داده است. اختلاف منظر ستارگان آخرین دلیلی است که در کتاب قانون ناصری برای گردش زمین به دور خورشید آمده است.

---

۱. مشخص نیست چرا نجم‌الدوله از فی دجاجه استفاده می‌کند. ستارهٔ مورد بحث در فهرست‌های ستاره‌ای، ۶۱-دجاجه نامیده می‌شود و با ستارهٔ φ-دجاجه تفاوت دارد، همچنین با توجه به این که کاتب، بر روی فی به مانند ارقام ابجد یک خط کشیده است، احتمال این که منظور رقم‌های ۹۰ یا ۱۱۰ باشد نیز وجود دارد. البته در این صورت فی از نظر نوشتن ارقام به ابجد خلاف قاعده است و احتمال قی بودن افزایش می‌یابد. اما به هرحال هیچ کدام از این دو رقم صحیح نیستند. این احتمال هم دور از ذهن نیست که نجم‌الدوله ۶۱ را به صورتی نوشته باشد که کاتب آن را با حرف φ یونانی اشتباه گرفته و در نهایت به صورت فی در متن کتاب نوشته باشد.

نتیجه

نجم‌الدوله در بخش‌هایی از کتاب قانون ناصری به مسألهٔ حرکت زمین می‌پردازد، او تلاش می‌کند برای این حرکت توضیحاتی منطقی و نجومی ارائه کند. طبیعی است که بخش زیادی از توضیحات او نه توضیحاتی ایجابی، بلکه در پاسخ به مخالفان حرکت زمین باشد. عمدهٔ نوشته‌های او در این زمینه ترجمه‌ای آزاد از کتاب نجوم همگانی اثر آراگو است و بخش‌هایی افزودهٔ خود او هستند. با این که نجم‌الدوله در مقدمهٔ کتاب می‌نویسد: «اکنون از روی انصاف می‌توان ادعا نمود که چنین کتاب جامعی در علم هیئت هنوز تألیف نشده، حتی در مملکت اروپا که غالب علوم به درجهٔ کمال رسیده، و نکته‌اش این است که حقیر در اکثر کتب معتبره که در این علم به لغت فرانسوی و انگلیسی نوشته شده، تتبع دارد» (نجم‌الدوله، برگ۴پ)، اما همان طور که در متن این مقاله دیدیم، در برخی موارد حتی با اصول اولیهٔ فیزیک جدید نیز آشنایی ندارد و گاهی اوقات توضیحاتی کاملاً اشتباه در مورد حرکت زمین و سایر مسائل فیزیکی و نجومی ارائه می‌کند. با این حال باید دانست که این کتاب در زمان خود، مفصل‌ترین کتاب آموزش نجوم به زبان فارسی بود (برای نمونه، نکـ : سادات موسوی، ص۴۴-۴۷). با بررسی این فصول از قانون ناصری، به نظر می‌رسد کتاب سطح مخاطب مشخصی ندارد، حتی از نظر میزان اطلاعات پیش‌نیاز برای درک فصول مختلف آن، آشفتگی بسیاری حس می‌شود، در برخی موارد موضوعات بسیار ساده و حتی عوامانه توضیح داده شده است، به گونه‌ای که به نظر می‌رسد برای توضیح حرکت زمین به مردم کوچه و بازار نوشته شده است. در مواردی دیگر مانند توضیحاتش در مورد ابیراهی نور ستارگان، سطح ریاضیات به‌کار رفته به گونه‌ای است که می‌توان حدس زد تنها افراد بسیار کمی از تحصیل‌کردگان ریاضی دارالفنون امکان به‌کار بردن آن را دارند.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع

ارسطو. (۱۳۷۹ش). در آسمان. ترجمهٔ اسماعیل سعادت. تهران: نشر هرمس.

اعتضادالسلطنه، علیقلی میرزا. (۱۲۷۵ق). مناظره کریم‌خان کرمانی با دانشمندان. نسخهٔ خطی شمارهٔ ۳۳۲۵ دانشگاه تهران.

سادات‌موسوی، سیدامیر. (۱۳۹۴ش). تصحیح و شرح باب پنجم و ششم کتاب قانون ناصری (در خصوص سیارات و دنباله‌دارها) و جایگاه این کتاب در نجوم قرن ۱۳. پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد تاریخ علم (گرایش نجوم در جهان اسلام). پژوهشکدهٔ تاریخ علم دانشگاه تهران.

فروغی، ابوالحسن. (۱۳۵۳ش). «ترجمهٔ حال غفران مآب مرحوم حاجی نجم‌الدوله.» فرهنگ ایران زمین. شمارهٔ ۲۰

گمینی، امیرمحمد. (۱۳۹۱ش). «بررسی دلایل مرکزیت و سکون زمین در آثار هیئت دورهٔ اسلامی.» تاریخ علم. دورهٔ ۹، شمارهٔ ۲، ص۵۱-۹۰.

نجم‌الدوله، عبدالغفار. (۱۲۸۴ق). قانون ناصری. نسخهٔ خطی شمارهٔ ۸۹۹۸ کتابخانهٔ مجلس شورای اسلامی. (شمارهٔ صفحات در این مقاله بر اساس شمارهٔ تصویر فایل PDF آمده است)

هولتون، رادرفورد، و واتسون. (۱۳۸۰ش). طرح فیزیک هاروارد (واحد ۲، حرکت در آسمان). ترجمهٔ احمد خواجه نصیر طوسی و هوشنگ شریف‌زاده. تهران: نشر فاطمی.

وب‌سایت راه آهن جمهوری اسلامی ایران. (دسترسی ۲۰ مرداد ۹۸). «تاریخچهٔ راه آهن در ایران». http://www.rai.ir

Arago, François. (1827). *Astronomie populaire*. Paris: Legrand: Pomey et Crouzet.

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی