
دایره‌های مینایی

پژوهشی در تاریخ کیهان‌شناسی در تمدن اسلامی

امیر محمد گمینی

فهرست مطالب

مقدمه	..... ط
پیشگفتار	..... ۱
فصل اول: کیهان‌شناسی علمی در یونان و تمدن اسلامی	..... ۷
ریشه‌های یونانی علم هیئت	..... ۱۱
کتابهای هیئت تا قبل از ابن هیثم	..... ۲۲
علم هیئت و فلسفه طبیعی	..... ۲۶
فلک چیست؟	..... ۲۹
تفاوت روش‌شناختی علوم ریاضی و طبیعت	..... ۳۱
افلاک در فلسفه ارسطوی	..... ۳۲
حرکت افلاک	..... ۳۴
انواع حرکت در فلسفه ارسطوی	..... ۳۵
مقدمات طبیعی علم هیئت	..... ۳۶
ترتیب سیارات نسبت به زمین در نجوم تمدن اسلامی	..... ۴۰
گذر زهره و ترتیب رسمی سیارات	..... ۴۴
مدلهای سیارات بطلمیوسی و تعبیر فیزیکی آنها در آثار هیئت	..... ۴۹
پی‌نوشت‌ها	..... ۷۴
فصل دوم: کیهان‌شناسی سازگار با طبیعت نزد منجمان مرااغه	..... ۸۷
مرکزیت و سکون زمین: بطلمیوس، بیرونی، عرضی، طوسی و شیرازی	..... ۹۳
ترتیب سیارات: بطلمیوس، ابن سینا، عرضی و شیرازی	..... ۱۱۶

ح دایره‌های مینایی

۱۲۴	فرایند مدل‌سازی از بطلمیوس تا منجمان مراغه.....
۱۳۲	مدل افلاک خورشید.....
۱۳۸	مدل‌های افلاک ماه: بطلمیوس، عُرضی، طوسی و شیرازی.....
۱۷۵	مدل‌های افلاک سیارات خارجی: بطلمیوس، عُرضی، طوسی و شیرازی.....
۲۲۱	مدل‌های افلاک سیارات داخلی: بطلمیوس، عُرضی و شیرازی.....
۲۵۴	دستاوردهای علمی منجمان مراغه.....
۲۵۹	پی‌نوشت‌ها

۲۸۹	فصل سوم: میراث علمی منجمان مراغه
۲۸۹	وارثان سنت نجومی مراغه.....
۳۰۳	جایگاه سنت علمی مراغه در تاریخ نجوم.....
۳۰۹	جایگاه معرفتی علم و فلسفه طبیعی در تمدن اسلامی
۳۲۱	پی‌نوشت‌ها

۳۲۷	فرهنگنامه اصطلاحات نجومی در هیئت تمدن اسلامی.....
۳۳۹	منابع
۳۵۷	اعلام

مقدمه

حسین معصومی همدانی

۱ وقتی به آسمان نگاه می‌کنیم چه می‌بینیم؟ تاریخ نظریه‌های نجومی تاریخ پاسخ‌های گوناگونی است که آدمی از دیرباز به این پرسش داده است و به ویژه از آن زمان که آدمیان کوشیدند از حد مشاهدات ساده فراتر بروند و رفتار موجودات آسمانی را توصیف و پیشگویی کنند، پاسخ‌های ایشان به این پرسش هم پیچیده‌تر شد. این پیچیدگی به دو سبب است. یکی پیچیدگی پدیده‌هایی است که با آن سروکار داریم، یعنی حرکات ستارگان ثابت و سیار که هرچند، دست کم به این دلیل که تکرارشونده است، از پدیده‌هایی که در روی زمین می‌بینیم منظم‌تر است اما به خودی خود باز هم پیچیده است. دیگر این که این پدیده‌ها از روزگار باستان با اعتقاداتی در حق موجودات آسمانی همراه بوده که نزدیک شدن به آنها را دشوار می‌کرد. از زمانی که درست نمی‌دانیم، بسیاری از اقوام ستارگان را خدا می‌دانستند و همین‌راه پرسش در باب ماهیّت آنها را بر ایشان می‌بست. این اعتقاد البته یک وجه مثبت هم داشت و آن این بود که به کنجکاوی همیشگی آدمیان در باره جهان انگیزه دیگری می‌داد. از روزگار باستان برخی از اقوام در برابر یک مشکل قرار داشتند. از یک سو، چون ستارگان را جزو خدایان می‌دانستند نمی‌توانستند در باره چیستی آنها چون و چرا کنند، و از سوی دیگر چون همین اعتقاد به خدایی موجودات آسمانی ایجاب می‌کرد که آنها را در زندگی و سرنوشت خود مؤثر بدانند، بسیار علاقه داشتند که رفتار موجودات آسمانی را نه تنها توصیف بلکه

پیش‌بینی کنند تا شاید از نتایج نامطلوب آن در امان بمانند. از یک سو مثلاً ماه‌گرفتگی و خورشید گرفتگی را نتیجه قهر خدایان می‌دانستند و از سوی دیگر می‌دیدند که، بر خلاف بسیاری از بلاهای زمینی چون سیل و طوفان و زلزله، در وقوع این دو پدیده نظمی هست که پیش‌بینی آن را ممکن می‌کند.

علم نجوم در دل این دوگانگی پدید آمد و تا مدت‌ها همچنان در بند آن ماند. البته اعتقاد صریح به خدایی ستارگان به تدریج با ظهور دین‌های توحیدی از میان رفت، اما اجزایی از آن باقی ماند، بهویژه که این اعتقاد، اگرچه در گذشته‌های دور به صورت یک اعتقاد دینی ظاهر می‌شد، در واقع بر چیزی استوار بود که ظاهراً همه مشاهدات آدمی بر آن گواهی می‌داد و جای انکار نداشت: بر خلاف جهان خاکی ما که همه چیز در آن دستخوش تغییر است و کمتر چیزی بر یک حال و روال می‌ماند، جهان ستارگان همیشه بر یک صورت است. خورشید همیشه در شرق طلوع می‌کند و در غرب غروب، و به نظر می‌آید که در طول قرن‌ها شکل آن و مسیر حرکت ظاهری آن تغییر نمی‌کند و نیز چیزی از روشنی و گرمای آن کاسته نمی‌شود. ستارگان ثابت نیز همواره یک مسیر را می‌پیمایند و سیارات هم هرچند حرکتشان به آن سادگی نیست اما هر چند گاه یک بار حرکت خود را تکرار می‌کنند. در میان پدیده‌های زمینی هم آن پدیده‌هایی به صورت منظم و متناسب رخ می‌دهند که به نحوی با پدیده‌های آسمانی ارتباط داشته باشند. گردش فصل‌ها نمونه آنهاست. این یکی از علی است که اعتقاد به این که جهان آسمان‌ها تافتهٔ جدابافته‌ای است، مدت‌ها پس از آنکه دین‌های توحیدی ستارگان را از خدایی خلع کردند و ماه و خورشید را که برجسته‌ترین و درخشانترین ستارگان‌اند، به تعبیر تورات به دو چراغ و به تعبیر قرآن به نشانه‌هایی که از روی آنها می‌توان شمار سال‌ها و حساب را دانست فروکاستند، به صورتی دیگر، و این بار در لوای یک نظریهٔ فلسفی، زنده ماند.

۲ تغییرناپذیری آسمان دست کم یکی از دلایلی است که ارسطو نظر خود را در باره تقاویت میان جهان خاکی و جهان افلاکی بر آن استوار کرده است. بر اساس این نظر، که در عصر جدید گاهی «ثنویت کیهان‌شناختی» خوانده شده است، جهان مادی به دو بخش متمایز تقسیم می‌شود. در بالا آسمان است و در پایین

زمین و پیرامون آن. آسمان و زمین از عناصرهای متفاوتی ساخته شده‌اند و تابع قانون‌های فیزیکی جداگانه‌ای هستند. بخشی از جهان که زمین و پیرامون آن است و به‌اصطلاح به فلك قمر ختم می‌شود، «جهان زیر فلك قمر»، جهانی است که همه چیز در آن دستخوش کون و فساد است: از صورتی به صورت دیگر درمی‌آید بی‌آنکه این دیگر شدن تابع نظمی آشکار باشد. البته نظمی هست، اما این نظم دست کم به‌آسانی تن به حساب و کتاب ریاضی نمی‌دهد. جهان زیر فلك قمر از چهار عنصر امپدوکلسوی ساخته شده است: خاک و آب و هوا و آتش. از این چهار عنصر، آب و خاک اگر به حال خود رها شوند و نیرویی خارجی راه حرکتشان را نبندد، به سمت «پایین»، به سمت مرکز جهان، که همان مرکز زمین است، می‌روند و هوا و آتش به سمت محیط، به سمت «بالا». اما آسمان از این چهار عنصر ساخته نشده است، از عنصر پنجمی ساخته شده است که حواس، جز حس بینایی، مستقیماً به آن راه ندارند و بنا بر این هر چه از آن می‌دانیم صفات سلبی است: بر خلاف عناصرهای زمینی، این عنصر پنجم نه سنگین است و نه سبک، نه گرم است و نه سرد، نه رو به مرکز می‌رود و نه از مرکز می‌گریزد. تنها چیزی که از آن می‌دانیم این است که چرخ می‌زند، تنها یک حرکت دارد و آن هم حرکت دورانی یکنواخت است.

۳ این آموزه‌ها، که البته بسیاری‌شان مقدم بر ارسطو هستند، و عناصری از آنها در آثار فیلسوفان یونانی دیگر دیده می‌شود، در آثار او به صورت یک نظریه کم و بیش منظم درآمدند، وقتی با دوره‌یاد تاریخی دیگر مقارن شدند امکان شکوفا شدن نجوم را فراهم آوردند. ارسطو می‌گفت که همهٔ حرکات آسمانی دایره‌ای و یکنواخت‌اند. اما هندسه دایره چیزی بود که یونانیان در همان زمان به‌خوبی می‌شناختند. معلوم نیست که اگر هندسه نبود، آیا علم نجوم یونانی به این درجه از پیچیدگی و کارایی می‌رسید. کاربرد هندسه در نجوم مهم‌ترین وجه تمایز نجوم یونانی از نجوم اقوام دیگر است. رویداد دیگری هم هست که اهمیتش از این هم کمتر نیست، و آن دست یافتن منجمان یونانی به نتایج رصدهای منجمان بابلی بود که از قرن‌ها پیش باقی مانده بود. بنا بر این از دورکن نجوم یونانی، رصدگری و

مدل‌سازی هندسی، یکی میراث بابلیان بود و دیگری ساخته خود یونانیان. از طرف دیگر، فیزیک ارسطویی هم چارچوبی برای صورت‌بندی مدل‌های هندسی فراهم آورد. چنان‌که گفتیم، فیزیک سلبی ارسطو جای چندانی برای پرسش در باره چیستی و سرشت موجودات آسمانی باقی نمی‌گذاشت، اگر زیاد با او سر هم‌دلی نداشته باشیم می‌توانیم بگوییم که او با چنین پاسخ‌هایی به پرسش در باره چیستی موجودات آسمانی، پاسخ‌هایی از این دست که این موجودات نه سبک‌اند و نه سنگین، نه گرم‌اند و نه سرد، در واقع پرسنده را دست به سر می‌کرد. اما اگر هم‌دلانه‌تر نگاه کنیم، می‌بینیم که در آن زمان راهی برای پاسخ مکفی به این پرسش‌ها وجود نداشت. آسمان چنان دور از دسترس بود که تا قرن‌ها امید نمی‌رفت که راهی به آن باشد. در این وضع نظریه ارسطویی دو حسن داشت. در وجه سلبی، مردم را از طرح پرسش‌های دیگر در باره چیستی موجودات آسمانی باز می‌داشت و در وجه ایجابی، با قائل شدن به دورانی بودن حرکات آسمانی امکان یک سینماتیک آسمانی را فراهم می‌آورد. البته ارسطو‌سازوکاری مادی برای گردش موجودات آسمانی پیشنهاد کرده است که، چنان‌که در این کتاب خواهیم دید، بسیار در سرنوشت دانش نجوم مؤثر بود. اما منجمان حرفه‌ای، دست کم وقتی در پی توصیف و پیش‌بینی حرکات ستارگان بودند کاری با این سازوکار نداشتند. کار اصلی منجمان، به تعبیر امروزی، مدل‌سازی برای حرکات ستارگان بود. پرسش این بود که چگونه حرکات دورانی یکنواخت را با هم ترکیب کنیم تا حرکتی که در آسمان می‌بینیم تولید شود.

۴ اوج این کوشش‌ها در دوران یونانی کتاب مجسطی بطلمیوس است که در قرن دوم میلادی، بر اساس نتایج رصد‌هایی که بطلمیوس در دست داشت و رصد‌هایی که خود او کرد تدوین شده است. مجسطی یکی از شاهکارهای تاریخ علم است و ظرافت مدل‌های آن هنوز هم اعجاب‌انگیز است. مشکل اصلی نجوم قدیم که توضیح و پیشگویی حرکات سیارات و پدیده‌های وابسته به حرکات است، در این کتاب با عرضه کردن مدل‌های جداگانه‌ای برای هر سیاره حل می‌شود. دورانی بودن حرکات سیارات در این کتاب بیش از آنکه یک قانه؛ طمعت تلق. شده بک اصا،

راهنماست که بطلمیوس در همه موارد هم به آن پاییند نمی‌ماند. اما در مجموع کسانی که دید فلسفی داشتند تا مدت‌ها از این بابت دغدغه‌ای به خود راه نمی‌دادند. همین که عمدۀ حرکات دورانی بود و بیشتر مدل‌ها از ترکیب حرکات دورانی یکنواخت ساخته می‌شد برای ایشان کافی بود. البته وجه فیزیکی نجوم در محسنه کاملاً از نظر دور نمانده است و گواه آن فصول نخستین مقاله اول این کتاب است که از مرکزیت زمین، بی‌حرکتی آن و کوچک بودن ابعاد آن نسبت به ابعاد جهان و این گونه مسائل سخن می‌گوید. با این حال، بطلمیوس در این کتاب نه کاری با این دارد که مدل‌های سیارات مختلف چه نسبتی با هم دارند و نه به مسائل دینامیکی مربوط به حرکت سیارات می‌پردازد. این امر برخی از موزخان علم را به این اعتقاد راهبر شده است که از نظر بطلمیوس، و حتی همه منجمان یونانی، وظیفه اصلی نجوم توصیف حرکات سیارات به روش هندسی است. به عبارت دیگر نجوم، به عنوان یک علم ریاضی، با پدیدارها، با آنچه از راه حواس و به ویژه چشم بر ما آشکار می‌شود، سروکار دارد و نه با واقعیت فیزیکی. واقعیت فیزیکی حوزه کار فیزیکدانان است، که در آن روزگار فلاسفه‌ای بودند که به حکمت طبیعی می‌پرداختند. بنا بر این، بر اساس این تعبیر از نجوم یونانی، نه تنها مسائلی چون چیستی ستارگان بلکه سازوکار مادی حرکات آنها، و نیز علت حرکتشان، در بیرون از قلمرو نجوم ریاضی قرار می‌گرفت، بلکه در آن گونه از مسائل فیزیکی هم که بطلمیوس در محسنه به آنها پرداخته بود – شکل زمین، جای آن در جهان، و نسبت ابعاد آن با ابعاد جهان – شیوه استدلال منجمان، که جزو ریاضی‌دانان محسوب می‌شدند، از شیوه استدلال فیزیکدانان متمایز بود. منجمان احکام خود را برابر پایه پدیدارهای مشهود اثبات می‌کردند در حالی که فیزیکدانان با شروع از آنچه مقتضای ذات اجسام زمینی و آسمانی بود به این احکام می‌رسیدند. در این کتاب نمونه‌هایی از این دو شیوه استدلال و تفاوت میان آنها خواهد دید.

۵ با این حال، این تقسیم کار میان نجوم، که یک علم ریاضی بود، و طبیعت، که علمی بود که با ماهیت چیزها سروکار داشت سبب نمی‌شد که این دو علم در درون مرزهای خود همیشه باقی بمانند و به قلمرو یکدیگر دست‌درازی نکنند.

وجود مسائل مشترک میان این دو علم باعث می‌شد که گاهی طبیعی‌دانان در استدلال‌های خود به مبانی ریاضی متولّ شوند و منجمان نیز، هرچند به شیوه خاص خود استدلال می‌کردند و سعی داشتند که تنها از پدیده‌های مشهود حرکت کنند و به ماهیت چیزها کاری نداشته باشند، گاهی به نتایجی می‌رسیدند که با نتایج طبیعی‌دانان تعارض داشت. ما چند نمونه را ذکر می‌کنیم که نشان می‌دهد که روابط میان ریاضی‌دانان و طبیعی‌دانان در عصر باستان و سده‌های میانه و دوران اسلامی هیچ گاه از تنش عاری نبوده است.

در جهان دوبخشی ارسطویی، که میان آسمان و زمین تقسیم شده بود و هر یک از این دو نیز ساختمان فیزیکی و قوانین حرکت خود را داشت، بخش سومی هم وجود داشت که تکلیفس کاملاً روشن نبود و آن پدیده‌هایی است که بر سر تعلق آنها به جهان آسمانی یا جهان زمینی اختلاف نظر وجود داشت. جز پدیده‌های جوئی مانند باد و باران، که معلوم بود جزو پدیده‌های زمینی‌اند، چیزهای دیگری هم بود که پاسخ‌هایی که حکمای طبیعی در باره چیستی‌شان می‌دادند به نظر برخی از ریاضی‌دانان، که منجمان هم جزو ایشان بودند، قانع‌کننده نمی‌آمد. من یک نمونه از این پدیده‌ها را ذکر می‌کنم. بیشتر حکمای طبیعی معتقد بودند که راه شیری، به دلیل شکل غیر کرویش، به عالم افلائی تعلق ندارد و یا دست کم آنچه به صورت این شکل کشیده و کمرنگ در آسمان به چشم می‌آید ترکیبی است از یک پدیده جوئی و یک پدیده آسمانی، اما دست کم در قرن چهارم هجری دو ریاضیدان بزرگ، بیرونی و ابن هیثم، استدلال می‌کردند که این پدیده صرفاً آسمانی است و حاصل کنار هم قرار گرفتن انبوھی از ستارگان ثابت است که تک‌تک آنها به چشم مانمی‌آیند و آنچه ما می‌بینیم نور مجموع آنهاست. حکمای طبیعی نمی‌توانستند این استدلال را نادیده بگیرند و کوشش آنها، که بهترین نمونه‌اش در کار ابن رشد دیده می‌شود، بر این بود که به نحوی این نظر را با نظر حکمای طبیعی آشتی دهند. در عین حال، همین ابن رشد، که به خوبی کار ابن هیثم را می‌شناخت، همچنان اصرار داشت که باید قلمرو کار طبیعی‌دانان و ریاضی‌دانان را از هم جدا نگاه داشت و

هشدار می‌داد که نباید، مانند ابن هیثم، نحوه پژوهش طبیعی (النظر الطبیعی) و ریاضی (النظر التعليمی) را با هم آمیخت.

۷ از این دو بزرگ که نام بردم، بیرونی باکی نداشت که تردید عمیق خود را در مبادی فیزیک آسمانی مشائیان و آنچه راجع به موجودات آسمانی می‌گفتند اظهار کند و این نکته از مکاتبات او با ابن سینا به خوبی آشکار است، اما ابن هیثم هیچ گاه مستقیماً این مبادی را انکار نکرده است و حتی در مواردی به زبان ایشان سخن می‌گوید. با این حال، شیوه برخورد این دو با مسائل مشترک میان حکمت طبیعی و ریاضیات یکسان نبود. بیرونی ترجیح می‌داد که همچنان ریاضیدان بماند و اگر ایرادی بر حکمت طبیعی زمان خود دارد آن را در کار ریاضی و نجومی خود دخالت ندهد، در حالی که ابن هیثم می‌کوشید تا با کاربرد علوم ریاضی، به‌ویژه دانش نورشناسی که به دست خود او تحولی بنیادی یافته بود، به مسائلی که قاعده‌تا در حوزه کار طبیعی دانان قرار می‌گرفت پردازد. به عبارت دیگر، بیرونی در مبادی انقلابی بود و در روش محافظه‌کار در حالی که ابن هیثم در مبادی محافظه‌کار بود و در روش انقلابی. این دوگانگی از منطق کار ایشان برمی‌خاست. اگر بیرونی می‌خواست برخی از ایرادهایی را که به کیهان‌شناسی ارسطویی داشت کاملاً جدی بگیرد، ناگزیر باید نجوم ریاضی جدیدی تأسیس می‌کرد که بر پایه چیزی جز هندسه دایره و کره استوار باشد و این کار دست کم در زمان او ناممکن بود. امکان ناپذیر بودن تأسیس چنین نجومی یک حکم پیشینی نیست، بلکه نتیجه‌ای است که از تحولات بعدی نجوم، که برخی از آنها در این کتاب بررسی شده است، برمی‌آید. اما ابن هیثم، با سلاح برایی چون نورشناسی، می‌توانست در همان چهارچوب فیزیک آسمانی ارسطویی به جنگ مسائلی برود که تا آن زمان یا پاسخ قانع‌کننده‌ای نگرفته بودند، یا به کلی بر زمین مانده بودند و کسی، چه از ریاضی دانان و چه از طبیعی دانان، به سراغشان نرفته بود.

۸ به این شیوه است که ابن هیثم در یکی از نوشته‌هایش ثابت می‌کند که حتی اگر اصول فیزیک آسمانی ارسطویی را پذیریم باز باید قبول کنیم که ماه، بر خلاف آنچه تا آن زمان گفته بودند، و بسیاری پس از او هم تکرار کرده‌اند، جسمی صیقلی