

## اخترشناسی و کیهانشناسی در میانرودان (بین النهرین) و ایران<sup>۱</sup> به مناسبت نوروز



### توفیق حیدرزاده، دانشگاه کالیفرنیا، ریورساید

قدیمی ترین ریشه‌های آنچه بعدها به عنوان علم غربی شناخته شد، در میانرودان باستان جوانه زد. یافته‌های اساسی آن‌ها در اخترشناسی و ریاضیات همچنان در زندگی روزمره‌ی ما به کار گرفته می‌شود. تقویمی با دوازده ماه، دایره‌البروج، تقسیم روز به دوازده بخش، و تقسیم دایره به ۳۶۰ درجه تنها چند نمونه از این میراث هستند.

اخترشناسی و طالع بینی جایگاه ویژه‌ای در زندگی مردم میانرودان داشت. قدیمی ترین گزارش طالع بینی میانرودان، به نام **آنوما آنو انلیل**، که بین حدود ۱۶۰۰ تا ۱۱۰۰ پیش از میلاد گردآوری شده، ریشه در دوره‌ی بابل کهن (حدود ۲۰۰۰ تا ۱۶۰۰ پیش از میلاد) دارد. زمانی که **حمورابی** (حکومت حدود ۱۷۹۲-۱۷۵۰ پیش از میلاد) بیشتر نواحی میانرودان را زیر سلطه‌ی بابلیان متحد ساخت قدرت سیاسی نیرومندی در جنوب میانرودان شکل گرفت. شهر **بابل**، در حدود ۸۵ کیلومتری جنوب بغداد امروزی، به پایتخت این پادشاهی و مرکزی برای فعالیت‌های فرهنگی و نوآوری در نجوم، ریاضیات و معماری تبدیل شد. بخش بزرگی از دانسته‌های ما درباره‌ی نجوم بابلی به دوره‌ی پس از این عصر مربوط می‌شود.

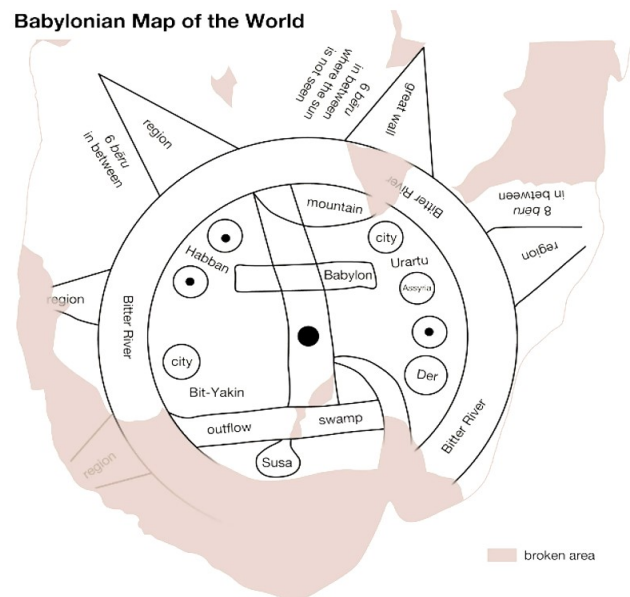
<sup>۱</sup> این مقاله ترجمه و بازنویسی مقاله زیر است:

- Heidarzadeh, Tofiq, "Middle Eastern Astronomy and Cosmology," *Orientalism*, Nov.-Dec. 2024, pp. 55-62.

کیهان در نظر مردمان میانرودان آسمانی بود نیم کره‌ای بر فراز زمینی مسطح. آسمان سه لایه داشت و زمین تخت زیر آن نیز سه لایه. **بابل** در مرکز زمین قرار داشت و با آب احاطه شده بود (شکل ۱). ستارگان و سیارات در لایه پایینی آسمان جای داشتند و حرکت آن‌ها رویدادهای زمینی را کنترل و تنظیم می‌کرد. بنابراین، آگاهی از طلوع و غروب، حرکت و مکان این اجرام برای درک رفتارشان، و پیش‌بینی وقایع زمینی و انسانی ضروری بود. هرچند ابزارهای رصدی آن‌ها ناشناخته است، اما می‌دانیم که مشاهده گران دقیقی بودند. هزاران لوح گلی کشف شده در منطقه که در اوایل قرن نوزدهم رمزگشایی شدند، نشان می‌دهند که اخترشناسان میانرودی خورشید، ماه و سیارات را به صورت نظام‌مند رصد می‌کردند و اطلاعات مربوط به حرکت و مکانشان را می‌نوشتند. این گزارش‌ها به خط میخی نوشته شده‌اند و این شیوه‌ی نگارش تا سده‌ی اول میلادی در میانرودان و ایران رایج بود.

جوامع میانرودان از نخستین تمدن‌های کشاورزی جهان بودند و به همین دلیل، از اولین جوامعی بودند که گاهشماری و تقویم را نه تنها برای کشاورزی، بلکه برای امور مدنی و آیین‌های مذهبی توسعه دادند. منشأ تقویم دوازده‌ماهه‌ی بابلی مشخص نیست، اما تا پایان دوران بابل کهن، یک نوع گاهشماری **قمری-خورشیدی** به وجود آمد که بر اساس آن، تقریباً هر سه سال یک ماه کیسه به سال اضافه می‌شد تا سال قمری با فصل‌ها هماهنگ بماند. دوازده ماه قمری حدود یازده روز از سال خورشیدی کوتاه‌تر است، و در نتیجه پس از سه سال، اختلافی به اندازه‌ی یک ماه بین سال خورشیدی و قمری ایجاد می‌شود.

تصویر ۱- راست: نقشه‌ای حک شده بر روی لوح گلی، حدود ۶۰۰ ق.م، چپ: نقشه‌ی جهان بابلی



با آنکه قرن‌ها بود که بابلیان سیاره‌ها به ویژه سیاره **زهره**، خورشید گرفتگی، ماه گرفتگی و دیگر پدیده‌های آسمانی را رصد می‌کردند اما الواح کشف شده نشان می‌دهند که بعد از حدود ۶۵۰ پیش از میلاد، ثبت این مشاهدات بسیار نظام مند شد. در مجموعه‌ای از این گزارش‌ها، که **دفترها یا روزنوشت های نجومی** خوانده می‌شوند، هر شب و روز مکان، پیدایی و ناپیدایی پنج سیاره، عبور ماه از کنار ستارگان مرجع، وضعیت هلالهای ماه، خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی، رصد و ثبت شده است. از طریق تجزیه و تحلیل این ثبت‌های دقیق، اخترشناسان بابلی به ماهیت **دوره‌ای** برخی از پدیده‌های نجومی پی بردند، از جمله **دوره‌ی ۱۸ ساله‌ی گرفت‌ها (کسوف و خسوف)** که بعدها به **دوره‌ی ساروس** مشهور شد. آن‌ها همچنین روابط عددی یا مضرب‌های مشخصی در حرکت سیارات کشف کردند، مانند اینکه سیاره **عطارد** تقریباً هر ۴۷ سال یا دقیقاً هر ۱۲۵ سال از یک نقطه‌ی مشخص عبور می‌کند. بابلیان ریاضیدانان ماهری بودند و می‌توانستند یافته‌های خود را به دوره‌های طولانی‌تری تعمیم دهند.

**کوروش بزرگ در سال ۵۳۹ پیش از میلاد** بابل را فتح کرد و تمام هلال حاصلخیز (منطقه‌ای هلالی شکل که سرزمین‌های جدید کویت، عراق، سوریه، اردن، فلسطین و اسرائیل را در برمی‌گیرد) جزو امپراتوری هخامنشی قرار گرفت. این آغاز دوره‌ای بود که در آن با تعریف برجهای مساوی در دایره البروج و اصلاح تقویم، **نجوم بابلی** پیچیده‌تر و دقیق‌تر شد. تنظیم تقویم و محاسبه کبیسه‌ها (اضافه کردن ماه سیزدهم به سال) تا حدود سال ۴۵۰ پیش از میلاد دقیق‌تر از قبل شد. نسبت‌ها یا مضرب‌های عددی که برای ساماندهی این کبیسه‌گذاری‌ها استفاده می‌شد، از کشف این واقعیت ناشی می‌شد که ۲۳۵ ماه قمری معادل با نوزده سال خورشیدی است. کشف این نسبت اجازه می‌داد که در طول چرخه‌ی نوزده ساله، هفت ماه کبیسه در فواصل مشخص به سال اضافه شود تا آغاز سال نزدیک به اعتدال بهاری باقی بماند. این روش محاسبه‌ی تقویم پس از ۴۰۰ پیش از میلاد به یک رویه‌ی منظم در گاهشماری بابلی تبدیل شد.

**اسکندر در سال ۳۳۱ پیش از میلاد** به ایران حمله کرد و هشت سال بعد در **بابل** درگذشت. قلمرو گسترده‌ی او میان سرداران سپاهش تقسیم شد و **بابل و ایران تحت حاکمیت سلوکوس اول** قرار گرفت که سلسله‌ی **سلوکیان** (۳۱۲-۶۴ پیش از میلاد) را بنیان نهاد. با این حال، این تحولات سیاسی **تأثیر چندانی بر پیشرفت نجوم بابلی نداشت**. در دوره سلوکی هم همان میراث علمی دوره هخامنشی ادامه یافت و **نجوم ریاضی بابلی به اوج خود رسید**. بارزترین پیشرفت در این دوره **ابداع** روش‌های ریاضی دقیقی برای پیش‌بینی پدیده‌های سیاره‌ای و حرکات خورشید و ماه بود.

نجوم بابلی تأثیر عمیقی بر **نجوم رصدی و ریاضی** بسیاری از تمدن‌های باستان، از **مصر و یونان گرفته تا ایران و هند**، داشت. گرچه **یونانیان** بیشتر بر **نجوم هندسی** تأکید داشتند، اما **رصد‌های بابلیان** تأثیر بسزایی بر توسعه‌ی مدل‌های آن‌ها گذاشت. آنان چندین روش بابلی را پذیرفتند، از جمله **واحد اندازه‌گیری درجه، تقسیم مساوی صورت‌های فلکی دایره‌البروج، روش‌های حسابی برای محاسبه‌ی پدیده‌های قمری و سیاره‌ای، و طالع‌بینی نجومی**.

تاریخ خاورمیانه از دوران سلوکیان تا قرن هفتم میلادی داستان رقابت‌ها، ظهور و سقوط سلسله‌ها، جنگ‌ها و تغییرات سرزمینی است. آخرین لوح‌های میخی شناخته شده از بین‌النهرین در اواخر قرن اول میلادی نوشته شده‌اند. در این زمان، اخترشناسی یونانی به کمال خود رسیده بود و حاصل این پیشرفت، کتاب ماندگار *Mathēmatikē Syntaxis* است که بطلمیوس در حدود سال ۱۵۰ میلادی نوشت. این کتاب بعدتر به عربی ترجمه و *مَجسطی* نامیده شد. در قرن دوازدهم میلادی این کتاب از عربی به لاتین ترجمه شد با عنوان *Almagest* و هنوز هم در زبانهای اروپایی خوانده می‌شود.

در ایران دوره ساسانی (۲۲۴ تا ۶۵۱ میلادی)، میانرودان دوباره جزو امپراتوری ایران قرار گرفت. در این دوره سه سنت اخترشناسی شناخته شده بود: یونانی، بابلی و هندی. از منابع بعدی می‌دانیم که در دوره ساسانی حداقل دو مجموعه از جداول اخترشناسی یا زیج تولید شده بود که یکی از آنها بر اساس سنت‌های اخترشناسی هندی بود. زیج (عربی شده واژه فارسی میانه زیگ یا زه، به معنی ریسمان یا تاروپود) مجموعه‌ای از جدول‌های عددی است که اطلاعات اساسی در مورد حرکت و مکان خورشید، ماه و سیارات در آنها ثبت شده است. در زیجها معمولاً روش استفاده از این داده‌ها نیز توضیح داده می‌شود.

### بعد از حمله اعراب

در نیمه دوم قرن هفتم میلادی، پادشاهی ساسانی با حمله اعراب نومسلمان فروپاشید و میانرودان و ایران زیر حاکمیت آنان قرار گرفتند. این اعراب، با اینکه با مراکز تمدنی همسایه - ایران و بیزانس - آشنایی داشتند ولی بهره‌ای از علوم و فلسفه و فعالیت‌های عقلی نداشتند. بعد از تصرف این مراکز تمدنی بود که با انبوه کتابها و نوشته‌های به جا مانده از تمدن یونانی و ایرانی و هندی آشنا شدند و در صدد ترجمه آنها برآمدند. خلیفه منصور در سال ۷۶۲ میلادی در شهر تازه تاسیس بغداد، مرکزی به نام بیت الحکمه تاسیس کرد که در آن اندیشمندان دوزبانه، که عمدتاً مسیحی

و یهودی و زرتشتی بودند، بسیاری از کتابهای علمی را به عربی ترجمه کردند. بیت الحکمه در زمان هارون و مامون به اوج فعالیت خود رسید.

پیش از گسترش اسلام به شرق، ایرانیان پیرو آیین زرتشتی بودند که یکی از قدیمی ترین ادیان منطقه محسوب می شود. کیهان شناسی زرتشتی تا حدودی متأثر از اخترشناسی بابلی بود ولی ویژگیهای منحصر به فرد خود را داشت. یکی از جشن های نجومی که از ایران باستان تا امروز ادامه یافته است، نوروز، یا آغاز نجومی فصل بهار است. شروع سال نو خورشیدی و آغاز جشن نوروز دقیقاً هم زمان است با عبور مرکز خورشید از استوای آسمانی به سمت شمال. این رویداد در آخرین روز فصل زمستان در نیمکره ی شمالی (در فاصله بین ۲۰ تا ۲۱ مارس) روی می دهد و زمان ثابتی ندارد، بلکه لحظه دقیق آن هر سال اندکی تغییر می کند. ایرانیان و فارسی زبانان، سال نو خود را دقیقاً از همین لحظه آغاز می کنند، فارغ از اینکه این رخداد در نیمه شب باشد یا هر ساعت دیگر از شبانه روز.

بعد از سیطره اعراب و رواج اسلام در ایران، خاورمیانه و شمال آفریقا، و بعد از آنکه آثار نجومی یونانی - به ویژه کتاب مجسطی بطلمیوس - به عربی ترجمه شد، اخترشناسی زمین-مرکزی بطلمیوسی به عنوان مقبول ترین مدل نجومی از جنوب اسپانیا تا مرزهای چین پذیرفته شد. مسلمانان به خاطر تعیین اوقات نمازهای پنجگانه، جهت قبله، و تنظیم تقویمشان (که کاملاً قمری بود) نیازمند دانستن نجوم، ریاضیات، جغرافیا و مثلثات کروی بودند و به همین جهت وقت و سرمایه زیادی صرف این رشته ها کردند.

اروپا بعد از افول رومیها دوران تاریکی را می گذراند. در اواخر دوره رومی اندیشمندان و فرهیختگان زیادی از غرب به طرف ایران کوچ کردند و برخی حتی به دربار ساسانی راه یافتند. بعد از افول ساسانیان، مراکز علمی در میانرودان و ایران (به ویژه مدرسه گندی شاپور) دچار بی ثباتی شدند یا در معرض انحلال قرار گرفتند. وقتی که کتاب مجسطی به عربی ترجمه شد قرنهای اخیرین رصدهای نجومی بطلمیوس می گذشت. از آنجا که برخی از پارامترهای نجومی در طول زمان تغییر می کنند، ستاره شناسان جدیدی که با مجسطی آشنا می شدند ناچار بودند که با رصدهای جدید این پارامترها را به روز کنند و در نتیجه، طیف وسیعی از داده های رصدی مرتبط با حرکت سیارات، خورشید و ماه را بازبینی نمایند.

در این رصدها نقش اخترشناسان ایرانی بسیار پررنگ است. بیراهه نیست اگر بگوییم که قسمت بزرگی از تاریخ علم قرون میانه در خاورمیانه، تاریخ علم در ایران بزرگ است. به خاطر اینکه زبان عربی زبان استاندارد آکادمیک آن دوران بود، دانشمندانی با زبان مادری متفاوت و حتی دانشمندانی غیر مسلمان عمده آثار خود را به عربی می نوشتند.

به همین سبب، مثلاً محمد بن موسی خوارزمی که از شمال خراسان بود کتاب جبر و مقابله را به عربی نگاشت، یا ابن سینا که از بخارا بود، کتاب مجسطی را که به عربی بود دوباره به عربی تلخیص کرد. علاوه بر دهها کتاب و رساله مهم ریاضی و نجومی که در دو سه قرن بعد از نهضت ترجمه نوشته شد، ترسیم نقشه ای جدید از آسمان هم لازم آمد. عبدالرحمان صوفی که اهل ری بود (در گذشته ۹۸۶ میلادی) نقشه ای نو از آسمان فراهم آورد و چهل و هشت صورت فلکی کلاسیک مجسطی را بر اساس مشاهدات جدیدش توصیف کرد و برای نخستین بار، سحابی امراه المسلسله (آندرومدا) را به صورت «تکه‌ای از ابر» مشاهده و گزارش کرد. کتاب صوفی با عنوان صورالکواکب الثابتة، بعدتر توسط خواجه نصیر توسی به فارسی ترجمه شد.

تصویر ۲- صورت فلکی آندرومدا از کتاب صورالکواکب نوشته‌ی عبدالرحمان صوفی (در گذشته‌ی ۹۸۶ میلادی)؛ نقاط در دهان ماهی، سحابی آندرومدا را نشان می‌دهد



### رصد خانه های بزرگ

در خاورمیانه‌ی قرون وسطی، ایران محل بزرگ‌ترین رصدخانه‌های پیشا-تلسکوپی در جهان بود. بعد از آشنایی مسلمانان با نجوم بطلمیوسی، در سده‌های نهم و دهم میلادی، چند رصدخانه‌ی موقت در بغداد و دمشق تأسیس شده بود تا اندازه‌گیری‌هایی خاص (مثلاً زاویه بین استوای سماوی و دایره البروج یا مکان دقیق نقطه‌ی اعتدال بهاری) انجام شود. ولی در ربع آخر قرن یازدهم، عمر خیام (۱۰۴۸-۱۱۳۱)، ریاضی‌دان و ستاره‌شناس ایرانی، که بیشتر به عنوان

شاعر شهرت دارد، رصدخانه‌هایی در ری و اصفهان برپا کرد و خود و همکارانش پس از حدود پنج سال رصد، برنامه اصلاح تقویم شمسی را به پایان رساندند و با مقایسه‌ی مشاهدات قدیمی با ثبت‌های جدید خود، طول یک سال خورشیدی را با دقتی بسیار بالا محاسبه کردند که بسیار به مقدار امروزی آن نزدیک است (مقاله‌ای در این زمینه در فصلنامه آرمان شماره ۱۸ چاپ شده است).

با این حال، رصدخانه به‌عنوان یک مؤسسه‌ی علمی - و نه یک مرکز موقت برای یک پروژه‌ی رصدی خاص - تا قرن سیزدهم پدیدار نشد. هلاکو خان (نوه‌ی چنگیز خان، حکومت حدود ۱۲۵۶-۱۲۶۵ میلادی)، پس از لشکرکشی خود که در سال ۱۲۵۷ به پایان خلافت اسلامی انجامید، نصیرالدین توسی (۱۲۰۱-۱۲۷۴)، دانشمند بزرگ ایرانی را مأمور کرد تا رصدخانه‌ای تأسیس کند. با درایت توسی، اخترشناسان و ابزارسازان و ریاضیدانان برجسته از شهرهای مختلف گرد هم آمدند و رصدخانه‌ی مراغه در شمال غرب ایران از اوایل دهه‌ی ۱۲۶۰ میلادی فعالیت خود را آغاز کرد.

این رصدخانه بر فراز تپه‌ای هموار، در زمینی به مساحت حدود چهار هکتار بنا شد. ساختمان مرکزی (برج) شامل ابزار اصلی مشاهده، یعنی ربع جداری با شعاعی حدود ۳.۴ متر بود. بیرون از برج، پنج محل برای ابزارهای رصدی دیگر در نظر گرفته شده بود. این رصدخانه همچنین دارای اتاق‌های کار برای منجمان، کتابخانه‌ای بزرگ، محل اقامت کارکنان و کارگاهی برای ساخت ابزارهای نجومی بود. رصدخانه‌ی مراغه برای حدود نیم قرن فعال بود و در طی دوازده سال نخست فعالیت خود، نخستین مجموعه‌ی جداول نجومی یا همان زیج ایلخانی را تهیه کرد.

قوبلای خان (۱۲۱۵-۱۲۹۴)، برادر بزرگ‌تر هلاکو خان، دودمان یوان را در چین بنیان نهاد و بدین ترتیب حکومت مغول‌ها از پکن تا بغداد شبکه‌ی عظیم ارتباطی و حتی تبادل علمی میان شرق و غرب ایجاد کرد. در سال ۱۲۶۱، در دوران حکومت قوبلای، دفتر نجوم غربی (که به نجوم سرزمین‌های اسلامی اشاره داشت) در چین تأسیس شد و برای ساخت یک رصدخانه در قره قروم، جمال‌الدین محمد نامی - احتمالاً از مناطق شرقی ایران - مأمور گشت. همچنین معلوم شده است که یک منجم چینی به نام "فو منگ‌چی" یا "فو موژهای" در رصدخانه‌ی مراغه فعالیت می‌کرده است.

تا قرن شانزدهم، رصدخانه‌ی مراغه به‌عنوان یک نهاد علمی در اخترشناسی، به الگویی برای تأسیس رصدخانه‌ها تبدیل شد. تا پایان قرن سیزدهم، یک رصدخانه‌ی دیگر به تاسی از رصدخانه مراغه در شهر تبریز ساخته شد. با این حال، بزرگ‌ترین رصدخانه‌ی پیشا-تلسکوپی در سال ۱۴۲۰ میلادی در سمرقند، در ازبکستان امروزی، تأسیس شد. بنیان‌گذار این رصدخانه، نوه تیمور بود به نام الغریگ (۱۳۹۴-۱۴۴۹) که ریاضی‌دان و ستاره‌شناس بود و در نوجوانی رصدخانه‌ی مراغه را دیده بود. رصدخانه‌ی سمرقند ابزارهای بسیار بزرگی داشت، از جمله سدس (یا سکستان که ابزاری است برای اندازه‌گیری زوایا) با شعاعی حدود چهار متر. این رصدخانه یکی از دقیق‌ترین زیجهای قرون وسطی



را تهیه کرد که با عنوان زیج سلطانی یا زیج الغیگک شناخته می‌شود. فهرست ستارگان این زیج توسط توماس هاید (۱۶۳۶-۱۷۰۳) به لاتین ترجمه و در سال ۱۶۶۵ در آکسفورد منتشر شد.

تصویر ۳- . نصیرالدین توسی (۱۲۰۱-۱۲۷۴ میلادی) در رصدخانه‌ی مراغه



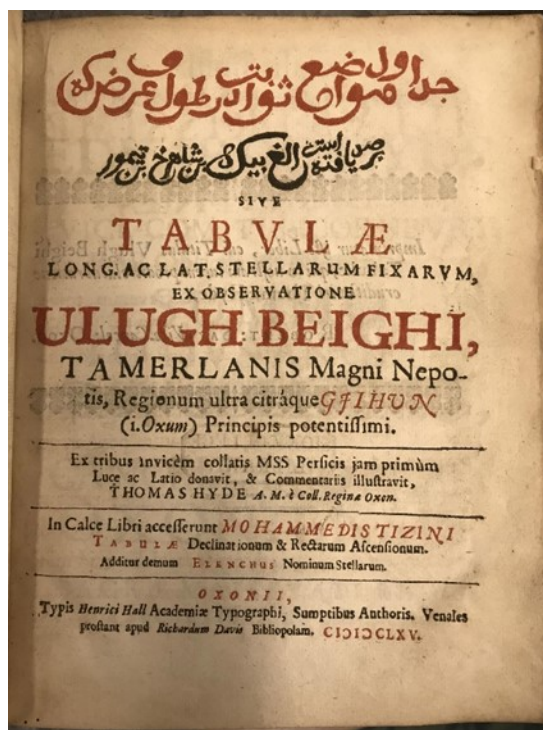
پس از مرگ الغیگک، رصدخانه‌ی سمرقند حمایت دربار را از دست داد و برخی از دانشمندان و منجمان آن برای یافتن حامی جدید به مناطق دیگر، از جمله قسطنطنیه (که بعدها استانبول نامیده شد) مهاجرت کردند. این شهر در سال ۱۴۵۳ میلادی توسط سلطان عثمانی، محمد دوم که به فلسفه، جغرافیا و نجوم علاقه داشت، فتح شد. او در استانبول مدرسه‌ای تأسیس کرد که ریاضیات و نجوم بخشی از برنامه‌ی درسی آن بود و تدریس علوم ریاضی به سنتی در مدارس عثمانی تبدیل شد.

در سال ۱۵۷۷ میلادی، تقی‌الدین راصد (۱۵۲۶-۱۵۸۵)، منجم عثمانی، با کمک بیش از دوازده منجم دیگر، تحت حمایت سلطان مراد سوم رصدخانه‌ی استانبول را تأسیس کرد. در این نخستین رصدخانه‌ی عثمانی، ابزارهای نجومی بزرگ، وسایل آموزشی، و حتی ساعت‌های مکانیکی مورد استفاده قرار گرفتند. همان سال، دنباله‌دار بزرگ ۱۵۷۷



ظاهر شد و تقی‌الدین بررسی آن را در رصدخانه آغاز کرد. این دنباله‌دار، که سر آن به درخشندگی زهره و دُمی چهل بار بزرگ‌تر از اندازه‌ی ماه کامل داشت، حدود پنجاه شب دیده شد.

تصویر ۴- روی جلد ترجمه‌ی توماس هاید از فهرست ستارگان زیج الغیبیگ، منتشر شده در ۱۶۶۵



دنباله‌دارها معمولاً نشانه‌ی بدشانسی تلقی می‌شدند، اما تقی‌الدین پیش‌بینی کرد که این دنباله‌دار نشانه‌ی پیروزی در جنگ با ایرانیان خواهد بود؛ با این حال، این پیش‌بینی درست از آب درنیامد. طاعونی مرگبار در منطقه شیوع یافت و موجب مرگ گسترده، از جمله در گذشت چندین مقام بلندپایه عثمانی شد. این امر باعث شد سلطان اعتماد خود را به رصدخانه و رئیس آن از دست دهد و دستور ویرانی رصدخانه را صادر کند. این آخرین رصدخانه‌ی خاورمیانه در دوران پیشامدرن بود و درست همان زمان تخریب شد که تیکو براهه در دانمارک، با مطالعه همان دنباله‌دار در رصدخانه خود، انقلابی در شناخت دنباله‌دارها ایجاد کرد.

اگرچه برخی اجرام آسمانی در متون مقدس ادیان ابراهیمی و دیگر ادیان منطقه ذکر شده‌اند، اما توصیفی روشن از ساختار کیهان - از ماه تا ستارگان ثابت - در این منابع اولیه یافت نمی‌شود. با این حال، با ورود کیهان‌شناسی یونانی، سلسله‌مراتب کیهانی ارسطویی به بخشی از دانش عمومی تبدیل شد و مورد پذیرش علمای دینی قرار گرفت. در این

کیهان‌شناسی پذیرفته‌شده، مفاهیمی دینی مانند فرشتگان و در برخی موارد بهشت و جهنم نیز افزوده شدند، هر چند که در کیهان‌شناسی اصلی ارسطویی و بطلمیوسی چنین مفاهیمی وجود نداشت.

تصویر ۵ - تقی‌الدین محمد بن معروف در رصدخانه‌ی خود در استانبول، برگه‌ی مصور از شاهنامه‌ی علاء‌الدین منصور شیرازی



### کیهان‌شناسی و چالش‌های مدل‌های نجومی

در مدل زمین‌مرکزی ارسطویی، تمامی حرکات آسمانی یکنواخت و دایره‌ای در نظر گرفته می‌شدند، اما حرکت پنج سیاره، و ماه و خورشید چنین نبود. علت واقعی این مسئله آن است که سیارات در مدارهای بیضی‌شکل به دور خورشید حرکت می‌کنند و فاصله و سرعت آن‌ها به‌طور مداوم تغییر می‌کند. اما اخترشناسان یونانی که از این حقیقت آگاه نبودند، مدل‌های پیچیده‌ای ساختند تا حرکات غیرمنتظم مشاهده‌شده را با ترکیب حرکات دایره‌ای یکنواخت توجیه کنند. بطلمیوس فراتر رفت (equant) و مفهومی به نام معدل‌المسیر یا

را معرفی کرد که سیاره‌ها حرکت دایره‌ای یکنواخت خود را حول آن انجام می‌دادند. اما این نقطه با مرکز جهان، که زمین فرض می‌شد، منطبق نبود. با این نوآوری، اگرچه مدل‌های ریاضی با مشاهدات همخوانی داشتند، اما ساختار کیهان پیچیده‌تر شد: مرکز واقعی جهان کجا بود و هیات واقعی آن چگونه بود؟

تصویر ۶- نقشه‌ی سماوی، نگاره‌ای از کتاب *زبده‌التواریخ* که در سال ۱۵۸۳ میلادی به سلطان مراد سوم اهدا شد. هرچند در متون اصلی اسلامی به ساختار عالم اشاره صریحی نشده است، اما پس از پذیرش نظام بطلمیوسی، مسلمانان جهان را به شیوه‌ی بطلمیوسی، ولی با عناصر دینی، به تصویر کشیدند

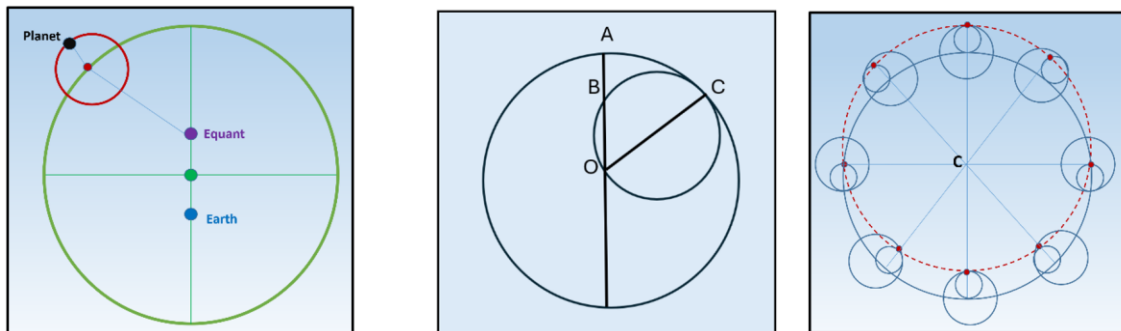


این پرسش‌ها از مهم‌ترین مسائل برای فیلسوفان و اخترشناسان قرون وسطی بودند. بعد از ترجمه مجسطی بطلمیوس به عربی، دانشمندان زیادی - از ابن سینا در ایران گرفته تا ابن باجه در اسپانیا - تلاش کردند تا راه‌حلی بیابند و مدل‌هایی طراحی کنند که در آن، تمامی اجرام آسمانی حرکات دایره‌ای یکنواخت به دور مرکز عالم، یعنی زمین، انجام دهند.

بین قرن دهم تا سیزدهم میلادی، منجمان بسیاری در تلاش برای حل این معما بودند. اما ابن نصیرالدین توسی، بنیان‌گذار رصدخانه‌ی مراغه، بود که ایده‌ای نوآورانه‌ای برای حذف معدل المسیر بطلمیوسی ارائه داد. در مدل او، از ترکیب حرکت یکنواخت دو دایره، حرکتی خطی ایجاد می‌شد که می‌توانست فاصله سیاره را از زمین تغییر دهد، در حالیکه سیاره همچنان حرکت دایروی یکنواخت داشت. این سیستم متشکل از دو دایره درون هم، که از دهه

۱۹۵۰ جفت توسی خوانده می شود، توسط منجمان قرن سیزدهم و چهاردهم میلادی پذیرفته شد و مدل های هندسی جدیدی برای حرکت سیارات بدون استفاده از معدل المسیر بطلمیوسی ارایه شد.

تصویر ۷- جفت توسی: دو دایره/کره که در یک نقطه به طور داخلی مماس هستند. اندازه ی کره ی کوچک تر نصف کره ی بزرگ تر است. اگر کره ی کوچک تر با دو برابر سرعت ولی در جهت مخالف کره ی بزرگ تر به طور یکنواخت حرکت کند، نقطه ی تماس به صورت خطی در جهت AO حرکت خواهد کرد.



زمانی که نیکلاس کوپرنیک (۱۴۷۳-۱۵۴۳) مدل خورشیدمرکزی خود را ارائه کرد، او با چالشی مشابه مدل زمین مرکزی روبه رو شد: کوپرنیک هم مثل ارسطو به حرکت دایروی یکنواخت اجرام آسمانی اعتقاد داشت ولی حرکت واقعی سیارات بر مدارهای بیضی شکل انجام می گرفت. بنابراین، او هم نیازمند سازوکاری بود که تغییرات مشاهده شده در فاصله سیارات را ایجاد کند.

اینجاست که می بینیم کوپرنیک از چند مدل ریاضی برای حل این مسئله استفاده کرده، که ایده اصلی در آن ها همان "جفت توسی" است. اگرچه بعید است که کوپرنیک دقیقاً همان مدل ها را مستقلاً ابداع کرده باشد، به احتمال زیاد او از طریق تبادلات فرهنگی میان اروپاییان و کشورهای اسلامی با این مدل های غیر بطلمیوسی آشنا شده بوده است.

در سال های اخیر، پژوهشگران در جستجوی مسیرهای انتقال این دانش هستند. اگرچه هنوز کاملاً مشخص نشده است، چند گزینه های احتمالی انتقال مطرح هستند: یک احتمال این است که **موسی گالیانو، دانشمند یهودی** که در دوران حضور **کوپرنیک** در ایتالیا، دانش نجوم دوره اسلامی را به آنجا آورد، کاربرد جفت توسی را نشر داده است. احتمال دیگر، مبادلات سیاسی و فرهنگی وسیع میان ایران و جمهوری ونیز در زمان اوزون حسن آق قویونلو (نیمه ی دوم قرن پانزدهم میلادی) است: زمانی که علی قوشچی، آخرین منجم رصدخانه سمرقند در دربار اوزون حسن بود و دربار هم محل رفت و آمد نمایندگان ونیزی که غالبشان افراد فرهیخته ای بودند.



تصویر ۸- جفت توسی " از کتاب تذکره نوشته‌ی خواجه نصیر و همان از کتاب درباره گردش افلاک نوشته کپرنیک

