آموزشی

تاریخ علم نجوم پس از رنسانس

بهروز صاحب‌زاده
مدرس دانشگاه فرهنگیان، زاهدان

اشاره

در کتاب‌های درسی زمین‌شناسی دورهٔ متوسطه و علوم تجربی دورهٔ ابتدایی مطالبی دربارهٔ شناخت کلی کرهٔ زمین، همسایگان زمین و دیگر سیارات برای ارائه و آموزش به مخاطبان تدوین و چاپ شده است. به نظر می‌رسد گسترش دادن دایرهٔ دانایی و شناخت معلمان از این موضوعات، بر جذابیت آموزش‌های آن‌ها به دانش‌آموزان بیافزاید. این مقاله با طراحی و ارائهٔ فعالیت‌های عملی - تحقیقی، به کنکاشی در تاریخ توسعه و علم نجوم پس از رنسانس می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: کنجکاوی، جهان آفرینش، تاریخچهٔ علم، علم نجوم، رنسانس، اجرام سماوی ۰

مقدمه

با سپری شدن جنگ‌های صلیبی، با ترجمهٔ آثار مکتوب علمی مسلمانان، به‌ویژه ایرانیان توسط اروپائیان، در پایان قرون وسطا، در حوزه‌های مختلف علمی، نهضت‌های علمی در اروپا شکل گرفتند و با بهره‌مندی اندیشمندان اروپایی از دانش شرقی، رنسانس علمی در جهان علم آغاز شد. بخش بسیار مهمی از این تلاش‌ها در حیطهٔ علوم اخترشناسی بود.

تاریخ توسعه و تعالی علم، به‌ویژه علم شناخت زمین و همسایگان آن در آسمان و سایر اجرام سماوی، داستان جذاب کنجکاوی، مطالعه و تلاش‌های خستگی‌ناپذیر مردان و زنانی است که در جهان کنکاش کرده، فراتر از زمان خود اندیشیده‌اند و به دانش دست یافته‌اند.

کپرنیک

از نخستین پیشگامان نجوم جدید در جهان غرب، نیکلاس کپرنیک (۱۴۷۳- ۱۵۴۳ م) اهل لهستان است. کپرنیک ابتدا مانند اخترشناسان یونانی تصور می‌کرد ستاره‌ها بر کره‌ای ثابت و بدون حرکت قرار دارند و به‌نظر می‌رسد که به دور زمین می‌گردند. او با ادامهٔ مطالعات خود و تفسیر ریاضی جهان، در سال ۱۵۱۴ میلادی، مدل جدیدی از سیمای جهان ارائه کرد.

کپرنیک در کتاب گردش افلاک آسمانی (چاپ ۱۵۴۳ م)، نادرست بودن نظریهٔ زمین مرکزی بطلمیوس را ثابت نکرد، چون در آن زمان، شواهدی برای رد آن شناخته نشده‌بود.

صفحهٔ نخست کتاب گردش افلاک آسمانی

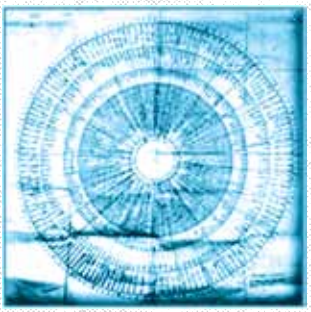
کپرنیک، برخلاف بطلمیوس، که کرهٔ زمین را در مرکز منظومه شمسی تصور می‌کرد، جای خورشید را در مرکز منظومه می‌دانست و عقیده داشت که سیارات در مدارهایی به دور آن می‌گردند. در آن زمان، برتری نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک نسبت به نظریهٔ باستانی زمین مرکزی بطلمیوس، فقط صورت ساده‌تر آن بود. با این همه، گرچه نارسایی‌های فراوانی در نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک وجود داشت، اما بسیار نزدیک به واقعیت منظومهٔ شمسی بود و عرضهٔ آن به جامعهٔ علمی اروپا در آن روزگاران، پیشرفت بزرگی به حساب می‌آمد.

برونو

جوردانو برونو (۱۵۴۸- ۱۶۰۰ م)، کشیش ایتالیایی، نخستین اندیشمندی است که با مطالعه در آثار علمی و کنجکاوی در ادیان مصر باستان و اطلاع از نظریات کپرنیک، نظریهٔ خورشید مرکزی را دربارهٔ زمین زنده‌ای که به دور خورشید می‌گردد و دربارهٔ عالمی بی‌کران، متشکل از جهان‌های بی‌شمار که مانند جانورانی بزرگ در فضا می‌چرخند، بیان کرد. وی با اعتقاد زمین مرکزی کلیسای رم مبنی بر تئوری زمین مرکزی در حجم وسیعی از کتاب‌ها و نوشته‌های علمی و مستند و مستدلّ خود، به شدت به مخالفت برخاست.

برونو در سال ۱۵۸۴ میلادی در کتاب «شام چهارشنبهٔ خاکستری» به ارائه و دفاع از نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک پرداخت. در همین سال با چاپ کتابی دیگر به اعتراض‌های وارد شده به نظریهٔ خورشید مرکزی پاسخ داد. او در همین سال پا را فراتر نهاد و کتابی با عنوان «بی‌پایان، کل و جهان‌ها» دربارهٔ ساختار جهان‌های دیگر به چاپ رساند. وی با ارائهٔ نظریات جدید به بسیاری از اصول پذیرفته شدهٔ کلیسای رم حمله کرد. به گفتهٔ برونو، ستارگان، خورشیدهایی هستند که در کیهان بیکران پراکنده‌اند و به گمان وی، گرداگرد آن‌ها

سیاره‌هایی مانند زمین در گردش‌اند. شاید موجودات زنده و باهوشی در بسیاری از ستارگان زندگی می‌کنند.



نمونه‌ای از نقاشی‌های نجومی برونو

برونو به دنبال انتشار نظریات مخالف مصوبات کلیسای رم و گرفتن لقب فیلسوف سرگردان، با حکم دادگاه تفتیش عقاید کلیسای واتیکان، در شهر رم در آتش سوزانده شد تا عبرت دیگران شود. به همین دلیل برخی مورخان تاریخ علوم، او را نخستین شهید علم در جهان غرب معرفی می‌کنند.

براهه

تیکو براهه (۱۵۴۶- ۱۶۰۱ م)، منجم دانمارکی، با تأسیس رصدخانهٔ مجهز به دستگاه‌های نجومی متعدد، در مدت‌زمانی طولانی، با دقت زیاد به مشاهده و رصد اجرام آسمانی پرداخت. دقت رصدهای تیکو براهه تا ده‌بار، دقیق‌تر از رصدهای منجمان پیشین توصیف شده است. او با محاسبه و تعیین فاصلهٔ کرهٔ ماه تا کرهٔ زمین، به زودی پی برد که موقعیت‌های واقعی سیارات با موقعیت‌های تعیین‌شدهٔ آن‌ها در جدول‌های نجومی رایج در آن روزگاران که عموماً از یونان باستان به ارث مانده بودند، بسیار متفاوت است و برای شناخت و نظریه‌پردازی دربارهٔ حرکات سیارات، به رصدهای طولانی‌تر و دقیق‌تر نیاز است.

تیکوبراهه، آخرین فرد از نسل منجمان بدون تلسکوپ است. او در سال ۱۵۷۷ میلادی یک ستارهٔ دنباله‌دار را با چشم غیرمسلح رصد کرد و فهمید که آن سنگ در جو زمین نیست، بلکه در فضاست. براهه همچنین با روشی ویژه به اندازه‌گیری و تعیین فاصلهٔ کرهٔ ماه از کره زمین پرداخت.

نمایش قانون دوم کپلر

تیکو براهه، عقیدهٔ بطلمیوس دربارهٔ نظم منظومه را، مبنی بر اینکه اجرام آسمانی به دور زمین می‌گردند، به‌طور کامل قبول نداشت. وی همچنین از پذیرفتن پیشنهاد کپرنیک دربارهٔ مرکزیت منظومه‌ای که زمین به دور خورشید می‌گردد، نیز امتناع می‌کرد و عقیده داشت که سیارات به دور خورشید می‌گردند، اما خورشید به همراه سیارات و ماه، همگی به دور زمین می‌گردند. البته محاسبات موقعیت سیارات در روش براهه و کپرنیک شبیه به هم است. بعدها، این تحقیقات تیکوبراهه بود که درستی نظریات کپرنیک را ثابت کرد.

نمایش قانون سوم کپلر

کپلر

در همین زمان، نوبت به ظهور یوهانس کپلر (۱۵۷۱- ۱۶۳۰ م)، اخترشناس و ریاضی‌دان عالی‌رتبهٔ آلمانی رسید. کپلر حدود ده سال شاگرد و دستیار تیکوبراهه بود. تیکو، رصدگری بسیار دقیق بود. پس از مرگ تیکو در سال ۱۶۰۱، کپلر جانشین تیکو شد و در طول ۲۵ سال بعد، مشاهدات تیکو را پیگیری و نتایج کار و یافته‌های خود و تیکوبراهه را تحلیل کرد. کپلر در سال ۱۵۵۹، تقویمی از پیش‌بینی‌های نجومی و در سال ۱۵۹۶ کتاب رموز جهان را منتشر کرد. در سال ۱۶۰۲، او یک ابرنواختر رصد می‌کند که به افتخار نام او، آن را کپلر نامیدند. کپلر، نخستین کسی است که اصول واقعی روش کار با تلسکوپ را بیان کرد.

در سال ۱۶۲۸، جدول‌های نجومی که نتیجهٔ رصدهای تیکو و تحلیل‌های بعدی کپلر بود، منتشر شدند. این جدول‌ها را به احترام امپراتور رادولف، جدول‌های رادولفی نامیدند. جدول‌های رادولفی بر مبنای نظریهٔ خورشید مرکزی کپرنیک و طرح مدارهای سیاره‌ای بیضی‌شکل کپلر تهیه شدند. کپلر با استفاده از این جدول‌ها، توانست عبور سیارات عطارد و زهره از مقابل قرص خورشید را در سال ۱۶۳۱ میلادی به درستی پیش‌بینی کند.

مهم‌ترین تألیف کپلر، کتاب نجوم جدید است. وی کتاب‌های علمی ستاره‌شناسی نوین، خلاصه‌ای از ستاره‌شناسی کپرنیک و کتاب هماهنگی جهان را که محصول مطالعات نجومی او بودند نیز، منتشر ساخته است. یک سال پس از مرگ کپلر، در سال ۱۶۳۱، «سولمنیوم»، که داستان یک سفر خیالی به کرهٔ ماه است و کپلر بیست سال قبل آن را نوشته بود، منتشر شد.

گالیله

گالیلئو گالیله (۱۵۶۴- ۱۶۴۲)، منجم و مکتشف ایتالیایی، نخستین فردی است که به‌طور رسمی در ستاره‌شناسی از تلسکوپ استفاده کرد. در ابتدا دوربین او تنها سه برابر بزرگ‌نمایی داشت. اما بعداز مدتی او یک دوربین نجومی ساخت که سی برابر بزرگ‌نمایی داشت. او با ترمیم و بهسازی این دوربین، به مشاهدهٔ آسمان و اجرام آسمانی شناور در آن پرداخت. در سال ۱۶۱۱ میلادی، گالیله این دوربین نجومی را تلسکوپ نامید. مشاهدات و کشفیات گالیله با تلسکوپ، مسیر دانش اخترشناسی را تغییر داد. او با استفاده از تلسکوپ اختراعی خود به سیاره‌ها و ماه نگاه کرد.

تلسکوپ ساخت گالیله

گالیله لکه‌های خورشیدی را نیز رصد کرد و متوجه شد که آن‌ها در سطح خورشید پدیدار و ناپدید می‌شوند. او با این کشف، نظریهٔ ارسطویی را مبنی بر اینکه اجرام آسمانی ثابت (ستارگان) بی‌تغییرند، باطل کرد. آنچه او در آسمان می‌دید، با آموزه‌های یونانیان باستان سازگار نبود. برای مثال او مشاهده کرد که ماه به هیچ‌وجه کره‌ای کامل و مسطح نیست و مانند زمین، پستی و بلندی دارد. او حتی ارتفاع کوه‌های ماه را از روی اندازهٔ سایهٔ آن‌ها اندازه گرفت. گالیله در رصدهای متوالی سیارهٔ زهره، کشف کرد که تماشای کرهٔ زهره از روی زمین برای ناظر زمینی، مانند ماه، صورت‌های مختلف (اهله) دارد.

گالیله، نخستین کسی بود که قمرهای مشتری را رصد کرد و متوجه شد که آن‌ها به‌دور مشتری می‌گردند. این کشف اهمیت زیادی داشت، چون برخی از مخالفان نظریهٔ کپرنیک اعتقاد داشتند که اگر زمین به دور خورشید بگردد، ماه از زمین جا می‌ماند!

نمایش اهلهٔ زهره از دید ناظر زمینی

این کشف نشان داد که در حین حرکت جسم، ممکن است اجرامی نیز به دور آن بگردند. او حلقه‌های زحل را نیز با تلسکوپ ارتقاء یافتهٔ خود تماشا کرد و آن‌ها را به گوشواره‌هایی برگرد زحل زیبا که شوم خوانده می‌شدند، تشبیه کرد. گالیله کهکشان راه شیری را رصد کرد و دید که این کهکشان از تعداد بسیار زیادی ستاره تشکیل شده است. او متوجه شد که شمار ستارگان بیشتر از آن است که چشم غیرمسلح دیده شود.

کپرنیک، برخلاف بطلمیوس، که کرهٔ زمین را در مرکز منظومه شمسی تصور می‌کرد، جای خورشید را در مرکز منظومه شمسی می‌دانست و عقیده داشت که سیارات در مدارهایی به دور آن می‌گردند

نیوتن

اسحاق نیوتن (۱۶۴۳- ۱۷۲۷)، محقق، ریاضی‌دان و فیزیک‌دان پرتلاش انگلیسی، نقش مهمی در توسعه و تعالی ریاضی نجوم دارد. تحقیقات نیوتن در موضوع نور، آینه‌ها و عدسی‌ها به ساخت تلسکوپ‌هایی انجامید که در آن‌ها به‌جای عدسی در تلسکوپ‌های گالیله‌ای، از آینهٔ مقعر برای جمع‌آوری نور استفاده می‌شود. امروزه این نوع تلسکوپ‌ها به تلسکوپ‌های نیوتنی معروف‌اند و در بین منجمان آماتور از پرطرفدارترین تلسکوپ‌های مطالعاتی هستند. او با ساختن تلسکوپ بازتابی و اهدای آن به انجمن سلطنتی انگلستان به عضویت این انجمن درآمد. ارزشمندترین کار نیوتن در حوزهٔ علم نجوم، ارائهٔ قانون گرانش عمومی در عالم فیزیک بود. او در سال ۱۶۸۴ که مطالعات خود را دربارهٔ گرانش و چگونگی حرکت سیارات کامل کرده بود، کتابی به نام اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی منتشر کرد. وی در این کتاب سه قانون دربارهٔ حرکت اجسام مطرح کرد و نشان داد که برخی از قوانین اساسی حرکت، جهانی هستند و در مورد کلیهٔ اجرام زمینی و آسمانی صادق‌اند.

کپلر در سال ۱۶۰۹ در کتاب خود به نام هیئت جدید با استفاده از نتایج رصدهای تیکو براهه و مشاهدات خود، ثابت کرد که مدار چرخش سیارات بر گرد ستارگان، برخلاف تصور رایج، دایره‌ای نیست، بلکه بیضوی است. با این همه، کپلر نتوانسته بود توضیح دهد که چرا مدار سیاره‌ها به شکل بیضی است و چه نیرویی آن‌ها را به حرکت درمی‌آورد. همچنین مشخص نبود که به چه علت،

کاسینی کلاهک قطبی درخشان و سفیدرنگ مریخ را کشف و طول یک شبانه‌روز در کرهٔ مریخ را ۲۴ ساعت و ۴۰ دقیقه محاسبه کرد

سرعت‌مداری سیارات وقتی به خورشید نزدیک‌تر می‌شوند، افزایش می‌یابد.

نیوتن در کتاب اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی برای این پرسش‌ها، پاسخ ریاضی ارائه داد. او ثابت کرد که نیروی کشش میان اجسام آسمانی، طبق قانون عکس مربع عمل می‌کند، یعنی مقدار نیروی گرانش میان خورشید و یک سیاره برابر است با عکس مجذور فاصلهٔ میان آن دو. نیوتن با تحلیل ریاضی نشان داد که قانون عکس مربع به ناگزیر مسیر حرکت سیاره‌ها را بیضی می‌سازد.

در قانون گرانش عمومی نیوتن گفته می‌شود «هر جسمی به هر جسم دیگر، نیروی کششی وارد می‌کند و مقدار این نیرو محاسبه شدنی است.» او توانست نشان دهد که با یگانه قانون گرانش و استفاده از حساب دیفرانسیل و انتگرال، می‌توان سه قانون تجربی کپلر در مورد حرکت سیارات را به‌صورت کلی‌تر اثبات کرد. در واقع علاقهٔ نیوتن به چنین محاسباتی بود که او را به ابداع دانش حساب دیفرانسیل سوق داد.

نیوتن بیان داشت که تمام اجسام و به‌ویژه اختران فلکی، یکدیگر را به نسبت معکوس مجذور فاصله و نسبت مستقیم جرمشان جذب می‌کنند. وی به این وسیله موفق شد قوانین حرکت سیارات را که کپلر به طریق تجربی به‌دست آورده بود از طریق محاسبات ریاضی، فرمول‌ها و روابط فیزیکی نتیجه بگیرد و جرم خورشید و زمین و بعضی از سیارات را حساب کند.

تا حدود یک قرن قبل از اینکه نیوتن قانون جاذبهٔ عمومی را به جامعهٔ بشری ارائه دهد، تصور مردم بر این بود که سیاره‌ها به کمک سپرهای نامرئی نگه داشته شده‌اند. نیوتن ثابت کرد که آن‌ها با جاذبهٔ خورشید بدون طناب و سپر نگه داشته شده‌اند. همچنین نشان داد که نیروی جاذبه به فاصله و جرم دو جسم بستگی دارد. او نیرویی را که لازم بود تا ماه به دور زمین بگردد، محاسبه کرد. بعد از پذیرفتن این واقعیت که ماه بسیار از زمین دور است و جرم بسیار بیشتری دارد، متوجه شد که نیروها مساوی هستند. ماه به کمک نیروی جاذبهٔ زمین به دور مدار زمین نگه داشته شده است. او اولین کسی نبود که فهمید مدار سیارات حلقوی نیست، بلکه بیشتر بیضوی شکل است و این یافته را با حل ریاضی معادلات جاذبهٔ عمومی نشان داد.

در سال ۱۶۸۷ اسحاق نیوتن با انتشار کتاب «اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی» معروف به «پرینسیپیا» نشان داد که نیروی جاذبهٔ ثقل، عامل حرکت سقوطی اجسام به طرف زمین، و حرکت مداری کرهٔ ماه برگرد زمین، هر دو یکی هستند و همین نیروی جاذبه است که اجرام آسمانی را در مدارهای معینی به حرکت در می‌آورد و اشیا را بر سطح کره نگه می‌دارد. یکی از دستاوردهای قانون جاذبهٔ عمومی اختراع ماهواره‌ها بوده است.

پدیدهٔ «کشند» (جزر و مد) زاییدهٔ نیروی جاذبهٔ کرهٔ ماه است. بدیهی است دریاها در مقایسه با خشکی‌های زمین از قابلیت انعطاف و نرمی بیشتری برخوردارند و در برابر نیروی کشش ماه، کمتر ایستادگی می‌کنند. به همین دلیل، توده‌های آب در زیر پای ماه انباشته می‌شوند و پدیده‌ای به نام «برکشند» را ایجاد می‌کنند. همزمان با برکشند رو به ماه، برکشند دیگری در آن سوی کرهٔ زمین ایجاد می‌شود، بدین‌سان که آب‌های آن سوی کرهٔ زمین که از ماه دورند، کمتر متأثر می‌شوند و به اصطلاح عقب می‌مانند و آب، تودهٔ عظیمی را به سمت خارج ایجاد می‌کند. لذا روزانه هر نقطه از سطح دریا دوبار دستخوش برکشند (مد) و دو بار هم دستخوش فروکشند (جزر) می‌شود.

صفحه‌ای از کتاب پرینسیپا دربارهٔ کشند ماه

نیوتن با به‌کار بردن قوانین حرکت و قانون جاذبهٔ عمومی، فرورفتگی زمین را در دو قطب آن که نتیجهٔ دوران روزانهٔ زمین به دور محور چرخشی خود است، محاسبه کرد و به کمک این محاسبه درصدد برآمد سیر تکامل تدریجی سیاره را مورد مطالعه قرار دهد. او همچنین تغییرات وزن اجسام بر حسب تغییر عرض جغرافیایی را حساب کرد.

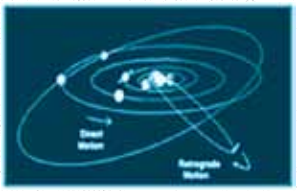
کاوندیش

هنری کاوندیش (۱۷۳۱- ۱۸۱۰) اولین کسی بود که عدد ثابت جاذبه‌ای نیوتن را تعیین کرد و جرم کرهٔ زمین ($۶/۷۴\times۱۰^{-۱۱}m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$) را محاسبه و تعیین کرد که با مقادیر دقیق‌تر اندازه‌گیری‌های امروزی ($۶/۶۷۲۵۹\times۱۰^{-۱۱}m^{۳}kg^{-۱}s^{-۲}$) تفاوت چندانی ندارد.

هالی

ادموندهالی (۱۶۵۶- ۱۷۴۲)، اخترشناس و ریاضی‌دان انگلیسی، از بیست سالگی در سنت هلن، جزیره‌ای در جنوب اقیانوس اطلس به رصد ستارگان آسمان در نیمکرهٔ جنوبی پرداخت. وی معتقد بود که دنباله‌دارها مانند سیارات، مدار بیضوی دارند. این بدان معنا بود که دنباله‌دارها را می‌توان ردیابی و بازگشت آن‌ها را محاسبه کرد. هالی پیش‌بینی کرد که دنباله‌داری که در سال‌های ۱۶۰۷ و ۱۶۸۲ از کنار زمین گذشت، در سال ۱۷۵۸ باز خواهد گشت. آن دنباله‌دار، یک‌سال دیرتر در سال ۱۷۵۹ میلادی بازگشت. زیرا این ستارهٔ دنباله‌دار در مدار چرخش خود برگرد خورشید از کنار سیارهٔ غول‌پیکر مشتری رد شده بود و جاذبهٔ نیرومند

مشتری از سرعت آن کاسته بود. این دنباله‌دار، به افتخار او، دنباله‌دار هالی نامیده شد.



مدار حرکت ستارهٔ دنباله‌دار هالی

لاسیل و هرشل

کاربست نتایج تحقیقات و کشفیات جدید در علم فیزیک، به‌ویژه مباحث نور ومکانیک، سبب شد که ابعاد و کیفیت تلسکوپ بهبود یابد. با استفاده از مشاهدات تلسکوپی با عدسی‌های دقیق‌تر و طول بزرگ، نیکلاس لوئیس لاسیل (۱۷۱۳- ۱۷۶۲) تعداد ده‌هزار ستاره و ۴۲ سحابی را در نیمکرهٔ جنوبی رصد کرد و نقشه‌های بیشتری از موقعیت ستارگان در فضا را ارائه داد.

ویلیام هرشل (۱۷۳۸- ۱۸۲۲) با استفاده از تلسکوپ دوازده متری ساختهٔ خود، در سال ۱۷۷۸ دو قمر بزرگ برگرد اورانوس و در سال ۱۷۸۱ سیارهٔ اورانوس را کشف کرد. هرشل در سال ۱۷۸۴، انحراف محور چرخش مریخ را محاسبه کرد و این به آن معناست که مریخ هم مانند زمین، فصل‌های گرم و سرد دارد.

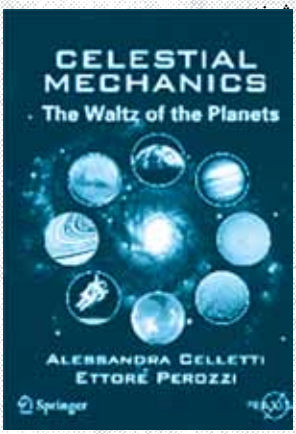
تلسکوپ ساخت هرشل

کاسینی

جیووانی دومینیکو کاسینی (۱۶۲۵- ۱۷۱۲ میلادی)، اخترشناس فرانسوی- ایتالیایی، مدت زمان حرکت وضعی مریخ و مشتری را محاسبه و چهار قمر زحل از جمله تیتان را کشف کرد. کاسینی در سال ۱۶۷۱، قمر یاپتوس را که با نمایی عجیب برگرد سیارهٔ عجیب زحل می‌گردد، کشف و مشاهده کرد که بخشی از سطح این قمر درخشان است، در حالی که بخش دیگر آن بسیار تیره به‌نظر می‌رسد. نواحی تیره در این قمر، به افتخار او، ناحیهٔ کاسینی نام گرفته‌اند. با ارزش‌ترین کار علمی کاسینی، تعیین اختلاف منظر مریخ و تعیین فاصلهٔ سیارهٔ مریخ از کرهٔ زمین با این روش بود. او با همین روش توانست فاصلهٔ خورشید از کرهٔ زمین را به دست آورد. در سال ۱۶۶۶ کاسینی کلاهک قطبی درخشان و سفیدرنگ مریخ را کشف و طول یک شبانه‌روز در کرهٔ مریخ را ۲۴ ساعت و ۴۰ دقیقه محاسبه کرد.

لاپلاس

پیرسیمون لاپلاس (۱۷۴۹- ۱۸۲۸)، اخترشناس و ریاضی‌دان فرانسوی، مسئلهٔ بی‌نظمی مدار سیارات را که دانشمندان از مدت‌ها قبل به آن پی برده بودند، با معادله‌های ریاضیات، موشکافی کرد و نظریات خود دربارهٔ تشکیل منظومهٔ شمسی با عنوان نظریهٔ سحابی را در کتاب «مکانیک سماوی» که تألیف و چاپ آن حدود ۲۶ سال (۱۷۹۹- ۱۸۲۵) طول کشید، شرح داد. چون مطالب این کتاب برای همگان قابل فهم نبود، او کتاب ساده‌تری با عنوان «شرح دستگاه‌های جهانی» منتشر کرد تا افراد غیرمتخصص نیز از یافته‌ها و نظریات او دربارهٔ منشأ و چگونگی تشکیل منظومهٔ شمسی و اجزای آن بهره‌مند



جلد کتاب مکانیک سماوی

فرانهوفر وکیرشهف

با اختراع طیف‌نگار وعکاسی، افق‌های جدیدی به روی اخترشناسی بازشد. در سال‌های ۱۸۱۴ و ۱۸۱۵، ژوزف وان فرانهوفر (۱۷۸۷- ۱۸۲۶) در طیف نور خورشید، حدود شش‌صد نوار را مشاهده کرد و در سال ۱۸۵۹، گوستاوکیرشهف (۱۸۲۴- ۱۸۸۷) این نوارها را به حضور عناصر مختلف در جو خورشید نسبت داد. به‌تدریج با ثبت طیف نورانی سایر ستارگان و تجزیه و تحلیل طیف‌ها معلوم شد که بقیهٔ ستارگان به ستارهٔ منظومهٔ شمسی (خورشید) شباهت زیادی دارند، اما در ابعاد مختلف و با دماها و عناصر درونی متفاوتی دیده می‌شوند.

هاگینز

ویلیام هاگینز (۱۸۲۴- ۱۹۱۰)، اخترشناس آماتور انگلیسی در سال ۱۸۶۵ به ساختن رصدخانه‌ای در نزدیکی لندن اقدام و نخستین تصویر از اشکال سطح مریخ را رسم کرد. او به کمک ویلیام میلر (۱۸۱۷- ۱۸۷۰)، استاد شیمی در دانشگاه لندن، یک طیف‌نما ساخت و آن را به تلسکوپ

خود متصل کرد و نور دریافتی از خورشید، ماه، سیارات و بسیاری از ستارگان درخشان دیگر را دریافت و به تجزیهٔ آن پرداخت. سپس خطوط طیفی دریافتی از اجرام آسمانی را که عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها را نشان می‌داد با خطوط طیفی مصنوعی که در آزمایشگاه از گداخت عناصر مختلف تهیه کرده بود، مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که بعضی عناصر شیمیایی در سایر اجرام آسمانی به‌طور مشترک وجود دارند. سپس از این شیوه برای تفکیک ستاره‌های دور دست از سحابی‌ها استفاده کرد.

▲ تجزیهٔ طیف دریافتی از اجرام آسمانی

هاگینز در سال ۱۸۶۳با جمع‌بندی نتایج تحقیقاتی که دربارهٔ خطوط طیفی دریافتی از ستارگان، اعلام داشت همان عناصری که در زمین وجود دارند، در ستارگان مختلف در منظومه‌ها و کهکشان‌های مختلف و در تمام جهان نیز دریافت می‌شوند.

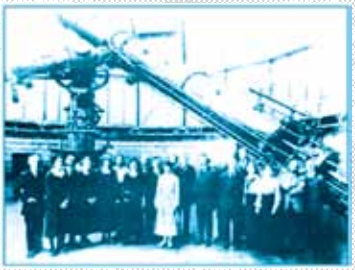
هاگینز با استفاده از تحقیقات فیزو (۱۸۴۹)، محقق عالی‌رتبهٔ فرانسوی (۱۸۱۹- ۱۸۹۶) دربارهٔ طول موج‌های طیف چشمهٔ نورانی که به ناظر نزدیک یا از ناظر دور می‌شود، در مورد تعمیم اصل دوپلر دربارهٔ رابطهٔ طول موج‌های دریافتی از اجسام و فاصله تا ناظر، که فیزیک‌دان اتریشی، کریستیان یوهان دوپلر (۱۸۰۳- ۱۸۵۳) در سال ۱۸۴۳ میلادی آن را ارائه داده بود، دریافت که اگر فاصلهٔ ستاره‌ای تا زمین کم شود، جابه‌جایی به طرف طیف با طول موج بنفش در خطوط طیفی دریافتی از آن ستاره روی می‌دهد.

▲ جابه‌جایی در طیف ستاره با تغییر فاصله تا ناظر

هاگینز توانست با اندازه‌گیری مقدار جابه‌جایی طیف ستارگان، سرعت حرکت برخی از ستارگان را از دید ناظر زمینی تعیین کند.

اینشتین

در اواخر قرن نوزدهم، دانشمندان می‌پنداشتند که در حال رسیدن به درک کاملی از جهان آفرینش هستند. اما با آزمایش‌هایی همچون آزمایش مایکلسون- مورلی (۱۸۸۷) تناقضات آشکاری در دریافت‌ها و نظریات آن‌ها پدید آمد که نظریات هیچ فیزیک‌دانی قادر به توضیح آن‌ها نبود. آلبرت اینشتین (۱۸۷۹- ۱۹۵۵) فیزیک‌دان عالی‌رتبهٔ آلمانی در طی سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۵ به بررسی رفتار عالم هستی پرداخت و مقالاتی در این باره منتشر کرد.



▲ اینشتین و لویت در کنار تلسکوپ بزرگ گینگریچ/ سال ۱۹۲۱

در سال ۱۹۳۳ هابل (۱۸۸۹- ۱۹۵۳) و هومنسون (۱۸۹۱- ۱۹۲۲) با تحقیقات که در زمینهٔ کهکشان‌های مختلف انجام دادند بر نظریه‌های اینشتین دربارهٔ جهان هستی صحه گذاردند.

نظریهٔ اینشتین با عنوان کلی «نظریهٔ نسبیت»، به‌خوبی پدیده‌های غیرقابل توضیحی را که تا آن زمان مشاهده شده بود، توضیح می‌داد، اینشتین نشان داد که فضا و مادهٔ موجود در آن، محدود اما نامحصور است. یک جهان دو بعدی به شکل سطح یک کره را تصور کنید.. این جهان محدود خواهد بود، اما هیچ لبه یا حصاری نخواهد داشت. جهان محدود اما نامحصور اینشتین ساکن است، اما به آسانی می‌تواند منبسط یا منقبض شود. نظریه‌های فیزیکی اینشتین، آشفتگی‌های مدار مشتری را تشریح کرد و درک ما را از زمان، ماده و به‌طور کلی جهان، دگرگون ساخت.

هابل

در سال ۱۹۲۴، ادوین هابل (۱۸۸۹- ۱۹۵۳)، ستاره‌شناس مشهور ایالات متحدهیی، نقش بسیار مؤثری در نجوم جدید داشت. او از سال ۱۹۱۹ رصدخانهٔ مانت ویلسون با بزرگ‌ترین تلسکوپ آن زمان (تلسکوپ صد اینچی) به مطالعه در آسمان لایتناهی پرداخت و ستارگان درون سحابی آندرومدا را رصد کرد. وی با استفاده از قانون دورهٔ تناوب درخشندگی، فاصلهٔ سحابی آندرومدا تا زمین را به‌دست آورد و به این ترتیب، مطالعه دربارهٔ جهان ماورای کهکشان را بنیان نهاد و برای نخستین‌بار وجود اجرام آسمانی برون‌کهکشانی را اعلام داشت.

وی درصدد برآمد تا کهکشان‌ها را از روی شکل و از نظر تحول احتمالی طبقه‌بندی کند. بزرگ‌ترین نتیجه‌ای که از این کار به‌دست آورد، تحلیلی بود که در سال ۱۹۲۹ میلادی دربارهٔ سرعت‌های دور شدن یا نزدیک شدن آن‌ها و

گالیلئوگالیله (۱۵۶۴-۱۶۴۲)، منجم و مکتشف ایتالیایی، نخستین فردی است که به‌طور رسمی در ستاره‌شناسی از تلسکوپ استفاده کرد

انبساط جهان به‌عمل آورد. او نشان داد که سایر کهکشان‌ها (در کنار کهکشان راه شیری) نیز وجود دارند و مشاهده کرد که هستی در حال انبساط است، زیرا نور اغلب کهکشان‌های دیگر تغییر قرمزرنگی به سمت دور شدن دارند.

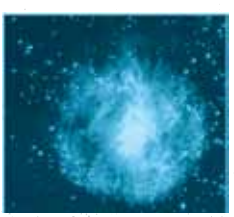
قرار داشتن زمین در کهکشان راه شیری به‌عنوان مجموعه‌ای از ستاره‌ها و سیاره‌ها، در طی قرن بیستم کشف شد و هم‌زمان، وجود دیگر کهکشان‌های خارجی در فضا تأیید شد و پدیدهٔ انبساط عالم، عامل اصلی وجود فاصلهٔ زیاد بین زمین و دیگر کهکشان‌ها اعلام شد.

در سال ۱۹۲۳ میلادی، هابل از ستاره‌های متغیر قیفاووسی به‌عنوان ملاک اندازه‌گیری فاصله استفاده و فاصلهٔ سحابی امرأة المسلسلة را (که امروزه کهکشان امرأة السلسلة نامیده می‌شود) تعیین کرد. او نشان داد که سحابی مذکور خارج از کهکشان راه شیری قرار دارد. وی در سال ۱۹۲۴ میلادی، سحابی‌های زیادی را کشف کرد و نشان داد که تعدادی از این سحابی‌ها کهکشان اند.

از سال ۱۹۲۵ میلادی، هابل به ساختار کهکشان‌ها توجه بسیار نشان داد و آن‌ها را طبق شکلشان طبقه‌بندی کرد. او چندی بعد، فاصلهٔ آن‌ها از کهکشان راه شیری و همچنین سرعت آن‌ها را در فضا مطالعه کرد. در سال ۱۹۲۹، او نشان داد که کهکشان‌ها با سرعت خیلی زیاد از ما و کهکشان ما دورتر می‌شوند. ارتباط بین سرعت یک کهکشان و فاصلهٔ کهکشان از زمین، «قانون هابل» نامیده می‌شود. او متوجه شد که این پراکندگی در تمام جهات یکسان و جهان به‌سرعت در حال گسترش است. از سال ۱۹۴۸ با تکمیل تلسکوپ ۵۰۸ سانتی‌متری (۳۰۰ اینچی) هابل در رصدخانهٔ مانت پالامار، تا پایان عمر، برای مطالعهٔ جرم‌های دوردست از آن استفاده کرد.

لومتر

ژرژ لومتر (۱۸۹۴- ۱۹۶۶)، اخترشناس پیشگام بلژیکی، با جمع‌بندی مجموعهٔ مطالعات فراوان انجام شده در حوزهٔ نجوم در حوالی قرن بیستم، بیان داشت که همهٔ کهکشان‌ها در ابتدا چنان به هم نزدیک بوده‌اند که به صورت تودهٔ واحدی بودند. وی این تودهٔ واحد را که تمام جهان را شامل می‌شده، تخمک کیهانی می‌نامید. به نظر وی، این تخمک کیهانی بر اثر یک انفجار عظیم منفجر شده و انبساط عالم نیز باقی‌ماندهٔ آن انفجاری است که میلیاردها سال پیش، روی داده است. لومتر نظریات خود دربارهٔ کیهان‌زایی را با عنوان انفجار بزرگ، در سال ۱۹۲۷ میلادی منتشر کرد.



کهکشان‌های در حال گسترش

کیهان‌شناسی فیزیکی در طی قرن بیستم میلادی پیشرفت‌های زیادی را تجربه کرد و استفاده از نظریهٔ مهبانگ (انفجار بزرگ) براساس شواهد کشف شده در علوم اخترشناسی و فیزیک مانند تشعشعات پس‌زمینه‌ای مایکروویو کیهانی، قانون هابل و تشکیل هستهٔ مهبانگ، قوت یافت.

آسیموف

اسحاق آسیموف (۱۹۲۰- ۱۹۹۲)، محقق و نویسندهٔ روسی الاصل ایالات متحدهیی است که بیشتر منجمان آماتور، مطالعهٔ نجوم را با کتاب‌های وی شروع کرده و با خواندن آن‌ها به این علم علاقه‌مند شده‌اند. پایان ابدیت، انسان در فضا، مشتری، زهره، کیهان، سیاه‌چاله‌ها، دنباله‌دارها، شکل زمین، زمین و... عناوین تعدادی از پانصد عنوان کتاب تألیفی این محقق پرکار است. بزرگ‌ترین افتخار او شاید نام‌گذاری یک سیارک به نام سیارک آسیموف ۵۰۲۰ باشد.

کلارک

آرتور چارلز کلارک (۱۹۱۷- ۲۰۰۸)، نویسندهٔ داستان‌های علمی- تخیلی است که در اغلب کشورها او را برای رؤیاهای بلندپروازانه‌اش دربارهٔ فضا و سفرهای فضایی می‌شناسند، به‌ویژه برای اینکه بسیاری از رؤیاهای او در زمان زندگی‌اش رنگ واقعیت به خود گرفتند. وی تألیفات بسیاری در زمینهٔ علوم و کاربردهای فنّاوری فضایی دارد که بسیاری از آن‌ها الهام‌بخش هم عصرانش در بهره‌مندی از موهبت فضا بوده‌اند.

در سال ۱۹۴۵ میلادی، مجلهٔ علمی وایرلس ورلد (دنیای بی‌سیم) مطلبی از کلارک با عنوان رله‌های فرازمینی؛ آیا ایستگاه‌های راکتی می‌توانند جهان را تحت پوشش رادیویی قرار دهند؟ به چاپ رساند. امروزه ایستگاه‌های راکتی مورد نظر کلارک، همان ماهواره‌ها هستند.

کلارک در این مقاله، استفاده از سه ماهوارهٔ مخابراتی در مدار استوایی را توصیف کرده بود که برقرارکنندهٔ ارتباط در سراسر دنیا بودند. کلارک در این نوشتار، مداری با ارتفاع ۳۵۷۸۶ کیلومتر را برگزیده بود، زیرا در این ارتفاع سرعت چرخش زمین با سرعت گردش ماهواره به دور آن یکسان است. در نتیجه، ماهواره در نقطهٔ ثابتی از فضا در بالای زمین قرار می‌گیرد.

دوازده سال پس از آن، بشر اولین ماهوارهٔ دست‌ساز خود، یعنی **اسپوتنیک-۱** را به مدار زمین فرستاد. با ارسال این ماهواره، عصر فضا آغاز شد. هفت سال بعد، در سال ۱۹۶۴ میلادی، ماهوارهٔ **سینکام-۳**، نخستین ماهواره‌ای بود که به مدار پیش‌بینی‌شدهٔ کلارک فرستاده شد.

به‌دلیل تلاش‌های کلارک در این زمینه، اتحادیهٔ بین‌المللی ستاره‌شناسی، مدار زمین ثابت را مدار کلارک نامید.

در بخش‌هایی از آسمان لایتناهی، اجرام آسمانی فوق‌العاده متراکم وجود دارند که به علت قدرت جاذبهٔ بسیار قوی، حتی نور امکان جدایی از سطح آن‌ها را ندارد. از این‌رو به آن‌ها سیاه‌چاله می‌گویند

کلارک از سال ۱۹۵۴ به نوشتن مقاله دربارهٔ کاربردهای ماهواره‌ها در پیش‌بینی آب‌وهوا پرداخت و با توصیفات او، شاخهٔ جدیدی از علم هواشناسی متولد شد. سرانجام روشنگری‌های او باعث توسعهٔ استفاده از راکت‌ها و ماهواره‌ها برای تحقیقات هواشناسی شدند. کلارک چندین کتاب علمی- تخیلی نوشت که به‌صورت فیلم‌های سینمایی و سریال‌های تلویزیونی در سراسر جهان به نمایش درآمدند. او تعدادی کتاب غیرتخیلی نیز نوشته است که در آن‌ها به شرح جزئیات فنی و استنباط‌های اجتماعی پرتاب موشک و پروازهای فضایی پرداخته است. در بین این کتاب‌ها، کاوش در فضا (۱۹۵۱) و پیمان فضا (۱۹۶۸) از بقیه چشمگیرترند. در بین تألیف غیرتخیلی که کلارک نوشته است، کتاب نمایی از آینده (۱۹۶۲) به چهرهٔ احتمالی آینده در جهان هستی و کرهٔ زمین نظر دارد.

جوردانو برونو (۱۵۴۸- ۱۶۰۰ م)، کشیش ایتالیایی، نخستین اندیشمندی است که با مطالعه در آثار علمی و کنجکاوی در ادیان مصر باستان و اطلاع از نظریات کپرنیک، نظریهٔ خورشید مرکزی را دربارهٔ زمین زنده‌ای که به دور خورشید می‌گردد و دربارهٔ عالمی بی‌کران، متشکل از جهان‌های بی‌شمار که مانند جانورانی بزرگ در فضا می‌چرخند، بیان کرد

کلارک در حال خواندن کتاب‌هایی دربارهٔ ایران

هاوکینگ

استیفن هاوکینگ، سرآمد محققان، دانشمندان و اندیشمندان قرن بیستم میلادی، در سال ۱۹۴۲ میلادی در شهر آکسفورد انگلستان به‌دنیا آمد. در ۲۱ سالگی به‌دلیل بیماری خاص، به‌تدریج تمامی ماهیچه‌های حرکتی اندام‌های خارجی بدن او فلج شدند. اینک ابزار ارتباطی او با جهان خارج، رایانهٔ مخصوص سخن‌گوست که سه‌هزار کلمه دارد.

تمرکز کاری هاوکینگ بر فیزیک گودال‌های سیاه و خصوصیات زمان- فضاست. او در سال ۱۹۷۱ پیشنهاد کرد که زمان کوتاهی بعد از انفجار بزرگ، گودال‌های سیاه کوچک وجود داشتند که به‌دلیل اندازهٔ نیمه اتمی خود از قوانین مکانیک کوانتومی تبعیت می‌کردند. در سال ۱۹۴۷، او فرضیه‌ای ارائه داد مبنی بر اینکه گودال‌های سیاه تا هنگامی که منفجر شوند، ذرات نیمه‌اتمی از خود پخش می‌کنند.

در بخش‌هایی از آسمان لایتناهی، اجرام آسمانی فوق‌العاده متراکم وجود دارند که به علت قدرت جاذبهٔ بسیار قوی، حتی نور امکان جدایی از سطح آن‌ها را ندارد. از این‌رو به آن‌ها سیاه‌چاله می‌گویند. ردیابی و رؤیت این سیاه‌چاله‌ها با قوی‌ترین تلسکوپ‌ها یا هر وسیلهٔ دیگر تاکنون ممکن نبوده است. با وجود این، هاوکینگ با قدرت اندیشه و محاسبات ریاضی، نه فقط وجود سیاه‌چاله‌ها را به اثبات رساند و چگونگی شکل‌گیری و تحول آن‌ها را نشان داده، بلکه به نتایج جالبی در ارتباط این پدیده‌های کیهانی با چگونگی وقوع انفجار بزرگ (Big Bang) در آغاز پیدایش کیهان دست یافته است که در دانش فیزیک اختری و کیهان‌شناسی اهمیت ویژه‌ای دارد و به عقیدهٔ صاحب‌نظران، بنای این علوم را در قرن آینده تشکیل خواهد داد.

کتاب‌های «جهان در پوست گردو»، «تاریخچهٔ زمان»، «دریچه‌ای به سوی کیهان» و «گنجینهٔ کیهانی» از هاوکینگ به زبان فارسی ترجمه و چاپ شده‌اند.

چاپ کتاب جدید هاوکینگ با عنوان «سیاه‌چاله‌ها و جهان‌های نوزاد»، دربارهٔ زایش دگربارهٔ جهان و زایش مداوم و پیوسته و پایان‌ناپذیر جهان هستی، در محافل علمی جهان، شگفتی فراوان برانگیخته است.

جلد کتاب تاریخچهٔ زمان

پی‌نوشت‌ها

1. The Law of Orbits: The orbits of the planets are ellipses, with the sun at one focus.
2. Law of Areas: The Line between a planet and the sun sweeps out equal areas in the plane of the Planet's orbit over
3. The Law of Periods: The time required for a planet to orbit the sun, called its period, is proportional to half the long axis of the ellipse raised to the 3/2 power. The constant of proportionality is the same for all the planets.

منابع

۱. حسینی، سیدباقر (۱۳۸۰)؛ علما و دانشمندان سیستان؛ زابل: انتشارات دانشگاه زابل.
۲. دگانی، مایر (۱۳۸۶)؛ نجوم به زبان ساده؛ ترجمهٔ توفیق حیدرزاده، تهران: مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
۳. روسو، پی‌یر (۱۳۸۶)؛ تاریخ علوم؛ ترجمهٔ حسن صفاری، تهران: انتشارات امیرکبیر.
۴. رونان، کالین (۱۳۸۲)؛ تاریخ علم کمبریج؛ ترجمهٔ حسن افشار، چاپ سوم، تهران: نشر مرکز.
۵. ویکتوری، ابراهیم (۱۳۸۶)؛ اسرار کائنات (۲جلد)؛ انتشارات به نگار.
۶. ویلیامز، آی. پی. (۱۳۷۸)؛ منشأ سیارات؛ ترجمهٔ تاج‌الدین بنی‌هاشم و ایرج ملک‌پور، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
۷. هاج، پاول (۱۳۷۸)؛ ساختار ستارگان و کهکشان‌ها؛ ترجمهٔ توفیق حیدرزاده، تهران: انتشارات مؤسسهٔ جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی.
۸. هاوکینگ، استیفن (۱۳۷۲)؛ تاریخچهٔ زمان؛ ترجمهٔ محمودرضا محجوب؛ چاپ هشتم، تهران: انتشارات شرکت سهامی انتشار.
۹. هارت، میشل (۱۳۸۲)؛ تأثیرگذارترین‌های تاریخ (شرح احوال و آثار یک صد نفر از مؤثرترین شخصیت‌های تاریخ جهان)؛ ترجمهٔ محمدحسین آهویی، چاپ سوم، تهران: نشر مرکز.
۱۰. انجمن نجوم ایران www.asiac.ir