

۳۰۰

پایه‌های نجومی



www.ketab.ir

نویسنده: جیمی ویلکینز / رابرت دان
مترجم: محمدرضا افضلی

۱۴۵۲۳۹۰

۶۶/۳/۴



- نویسنده: جیمی ویلکینز / رابرت دان
- مترجم: محمدرضا افضل‌ی
- ویراستار: مهناز عسگری
- مدیر هنری: بهزاد غریب‌پور
- طراح جلد: بهزاد غریب‌پور
- صفحه‌آرا: مریم حافظیه
- نوبت چاپ: اول ۱۳۹۶
- تیراژ: ۲۲۰۰ نسخه
- لیتوگرافی: صاحب
- چاپ: هدف‌نوین
- صحافی: محمد
- شابک: ۰۰-۱۸۱-۴۱۳-۶۰۰-۹۷۸

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری
وضعیت فهرست نویسی
عنوان گسترده
موضوع
موضوع
شناسه افزوده
رده بندی کنگره
رده بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

ویلکینز، جیمی، ۱۹۸۱ - م. Wilkins, Jamie
۳۰۰ پدیده‌ی نجومی: راهنمای تصویری عالم
جیمی ویلکینز، رابرت دان؛ ترجمه‌ی محمدرضا افضل‌ی
تهران: مخرب قلم، کتاب‌های مهتاب، ۱۳۹۶.
۲۶۴ص: ۲۲×۲۹ س. م.
فیبا
سیصد پدیده‌ی نجومی: راهنمای تصویری عالم.
نجوم -- دستنامه‌های رصدکنندگان
Astronomy -- Observers' manuals
افضل‌ی، محمدرضا، ۱۳۳۱ -، مترجم
۱۳۹۵ س. ۹ و ۶۴ QB
۵۲۲:
۴۲۹۳۶۵۵:

آخرین رویدادهای محراب‌قلم را از طریق شبکه‌های

اجتماعی دنبال کنید.

mehrabeghalampub

mehrabeGhalam

یا ما را در ارتباط داشته‌اید

www.mehrab-e-ghalam.ir

• تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، خیابان شهدای ژاندارمری، شماره‌ی ۱۰۴
تلفن: ۰۸۰-۸۷۹۰۸۷۹۰۶۶۴ تلفکس: ۶۶۴۱۸۱۹۰ سامانه پیام‌رسان: ۰۲۱۶۶۶۶۵۲۰۱ صندوق‌پستی: ۱۳۱۴۵-۵۲۸



۹۶	مدارگرد مشتری - گالیله
۹۸	مدارگرد زُحل - کاسینی
۱۰۰	پایونیر ۱۰ و پایونیر ۱۱
۱۰۰	ویجر ۱ و ویجر ۲
	
	راه شیری ۱۰۲-۱۷۱
۱۰۶	سحابی ها
۱۰۶	کشف سحابی
۱۰۸	ابر مولکولی
۱۰۸	غبار بین ستاره ای
۱۱۰	زُمش ابر
۱۱۰	سحابی های نشر
۱۱۲	سحابی حَمَل - سوراخ کلید
۱۱۲	سحابی حَمَل - تشکیل ستاره
۱۱۲	سحابی عقاب - ستون های آفرینش
۱۱۲	سحابی عقاب - ستاره های پنهان
۱۱۴	سحابی مرداب
۱۱۶	N۴۴F
۱۱۸	سحابی سه شاخه
۱۱۸	سحابی سر شبح
۱۲۰	سحابی های بازتابی
۱۲۰	تک شاخ
۱۲۲	سحابی متغیر هابل
۱۲۲	سحابی مروپ بارنارد
۱۲۴	سحابی های تاریک
۱۲۴	سحابی سراسب
۱۲۶	گویچه های تَکری
۱۲۶	بارنارد ۶۸
۱۲۸	سحابی خرطوم فیل
	منظومه های پیش ستاره ای و
۱۲۸	سیاره ای
۱۳۰	تشکیل ستاره
۱۳۰	تشکیل منظومه ی سیاره ای
۱۳۲	قَم الحوت
۱۳۲	سیاره های برون خورشیدی
۱۳۴	ستاره ها
۱۳۶	طبقه بندی ستاره ها
۱۳۸	کوتوله های سرخ
۱۳۸	غول ها

۵۴	حلقه های زُحل
۵۴	قمرهای زُحل
۵۶	قمرهای شبان
۵۶	ایپیمتئوس و ژانوس
۵۸	میماس
۵۸	إنکلادوس
۶۰	تیتیس
۶۰	تیتان
۶۱	دیون
۶۲	هیپریون
۶۲	اورانوس
۶۳	لایتوس
۶۴	حلقه های اورانوس
۶۴	مرانوس و قمرهای دیگر
۶۶	آیسل و تیتانیا
۶۶	اوبیرون و ایریسل
۶۸	نپتون
۶۸	جُو نپتون
۷۰	تریتون
۷۰	پلوتو و خارون
۷۲	دنباله دارها و کمریندهای بیضی
۷۲	دنباله دار هالی
۷۴	هیل - بوپ
۷۶	تِمپل ۱ و دیپ ایمپکت
۷۶	دنباله دارهای دیگر
۷۶	تلسکوپ های فضایی
۷۸	تلسکوپ فضایی هابل
۸۰	تلسکوپ فضایی اسپیتزر
۸۰	رصدخانه ی چَندرا
۸۲	ایستگاه فضایی بین المللی
۸۲	کاوشگرهای بدون سرنشین
۸۶	مریخ نشین وایکینگ
۸۶	مریخ نشین - پَث فایندر
	مریخ نشین ها - اسپیریت و
۸۸	آپورچونیتی
۸۸	زهره نشین ها
۹۰	تیتان نشین - هویگنس
۹۰	مدارگرد خورشید - سوهو
۹۲	مدارگرد عَطاژد - مارینر ۱۰
۹۲	مدارگرد زهره - ماژلان
۹۴	مدارگرد مریخ - گلوبال سورویپر
۹۴	مدارگرد مریخ - آدیسه
۹۶	مدارگرد مریخ - مارس اکسپرس

۱۶	خورشید
۱۶	نیروی خورشید
۱۸	لکه های خورشیدی
۱۸	شاره های خورشیدی
۲۰	عَطاژد
۲۰	مدار عَطاژد
۲۲	سطح عَطاژد
۲۲	زهره
۲۴	ابرهای زهره
۲۴	سطح زهره
۲۶	زمین
۲۶	داخل زمین
۲۸	سطح زمین
۲۸	اقیانوس ها و جُو زمین
۳۰	ماه
۳۰	سطح ماه
۳۲	ماه و زمین
۳۲	انسان روی سطح ماه
۳۴	مریخ
۳۴	جُو مریخ
۳۶	سطح مریخ
۳۶	دیموس و فوبوس
۳۸	کمریند سیارکی
۳۸	اروس
۴۰	ایدا و داکتیل
۴۰	مشتری
۴۱	ماتیلده
۴۲	جُو مشتری
۴۲	لکه ی سرخ بزرگ
۴۴	مرکز مشتری و شفق های قطبی آن
۴۴	برخورد دنباله دار شومیکرلوی ۹
۴۴	
۴۶	قمرهای مشتری
	حلقه ها و قمرهای داخلی مشتری
۴۶	
۴۸	یو
۴۸	اروپا
۵۰	کالیستو
۵۰	گانیمد
۵۱	قمرهای کوچک مشتری
۵۲	زُحل
۵۲	حرکت وضعی زُحل

۲۲۴	Arp ۲۲۰
۲۲۴	NGC ۴۶۵۰ A
۲۲۶	کهکشان‌های آنتن
۲۲۶	جسم هوگ
۲۲۸	NGC ۶۷۴۵
۲۲۸	کهکشان نوزاد قورباغه
۲۳۰	کهکشان چرخ‌گاری
۲۳۰	IC ۲۱۶۳ و NGC ۲۲۰۷
۲۳۲	پنج‌تایی استفا
۲۳۲	HCG ۶۲
۲۳۴	شش‌تایی زایفرت
۲۳۴	HCG ۸۷
۲۳۶	آبل ۲۰۲۹
۲۳۶	آبل ۲۲۱۸
۲۳۸	خوشه‌ی قنطوروس
۲۳۸	IE ۰۶۵۷-۵۶
۲۴۰	CL ۰۰۲۴ + ۱۶۵۴
۲۴۰	خوشه‌ی ترساوش
۲۴۲	آبل ۳۶۲۷
۲۴۲	MS ۰۷۳۵/۶+۷۴۲۱
۲۴۴	خوشه‌های دیگر
۲۴۴	کیهان‌شناسی و نقشه‌های کل آسمان
۲۴۶	نخستین ستاره‌ها از دید اسپیتزر
۲۴۶	نقشه‌ی EGRET از کل آسمان
۲۴۸	۲MASS
۲۴۸	WMAP
۲۵۰	میدان فراژرف هابل
۲۵۰	تصویر میدان ژرف چندرا از شمال
۲۵۲	صلیب انشتین-عدسی هاجرا
۲۵۲	BATSE
۲۵۴	فرهنگ اصطلاحات
۲۵۹	مایه
۲۶۳	منابع

۱۸۲	NGC ۲۷۸۷
۱۸۴	NGC ۱۳۱۶
۱۸۴	کهکشان مارپیچی
۱۸۴	MY ۴
۱۸۶	NGC ۸۹۱
۱۸۶	NGC ۳۳۱۴a و NGC ۳۳۱۴b
۱۸۸	MA ۱
۱۸۸	کهکشان گردونه‌ای M۱۰۱
۱۹۰	ESO ۵۱۰-G ۱۳
۱۹۰	NGC ۴۷۳۶M۹۴
۱۹۲	کهکشان زومبرو- M۱۰۴
۱۹۲	NGC ۴۰۱۳
۱۹۴	NGC ۴۶۲۲
۱۹۴	NGC ۷۳۳۱
	کهکشان چشم سیاه/ زیبای خفته/
۱۹۶	چشم شیطان M۶۴
۱۹۶	کهکشان گرداب- M۵۱
۱۹۸	M ۶۶
۲۰۰	سایر کهکشان‌های مارپیچی
۲۰۰	کهکشان مارپیچی میله‌ای
۲۰۰	NGC ۱۲
۲۰۲	NGC ۲۰۰۳
۲۰۲	NGC ۱۳۶۵
۲۰۴	NGC ۴۳۳۹
۲۰۴	کهکشان‌های دیگر
	کهکشان‌های فعال، کهکشان‌های
۲۰۶	برهم‌کنشی، و خوشه‌ها
۲۰۸	کهکشان ستاره‌فشان
۲۰۸	MA ۲
۲۰۸	NGC ۷۷۴۲
۲۱۰	NGC ۴۳۱۴
۲۱۰	NGC ۳۰۷۹
۲۱۲	NGC ۳۳۱۰
۲۱۲	سیاه‌چاله
۲۱۲	MA ۴
۲۱۳	NGC ۷۰۵۲
۲۱۴	NGC ۴۴۳۸
۲۱۴	کهکشان فعال
۲۱۴	MA ۷
۲۱۵	NGC ۴۲۶۱
۲۱۶	۳C ۳۱
۲۱۶	کوره‌ی کیمیاگری A
۲۱۸	قنطوروس A
۲۱۸	NGC ۶۲۴۰
۲۲۰	دجاجه‌ی A
۲۲۲	NGC ۱۲۷۵
۲۲۲	AM ۰۶۴۴-۷۴۱

۱۳۹	کوتوله‌های قهوه‌ای
۱۴۰	اتای حقال
۱۴۰	ستاره‌های وولف- رایه
۱۴۱	غول‌های سرخ
۱۴۲	کوتوله‌های سفید
۱۴۴	شعرای یمانی A و B
۱۴۴	ستاره‌های دوتایی
۱۴۶	دوتایی‌های طیف‌نمایی
	دوتایی‌های گرفتی و دوتایی‌های نجومی
۱۴۶	
۱۴۸	تشکیل ستاره‌ی دوتایی
۱۴۸	دوتایی‌های نزدیک
۱۵۰	خوشه‌های باز
۱۵۰	خوشه‌های پروین
۱۵۲	خوشه‌های دوزنقه
۱۵۲	خوشه‌های گویچه‌ای
۱۵۲	آمگای قنطوروس
۱۵۲	NGC ۶۳۹۷
۱۵۶	سحابی‌های سیاره‌ای
۱۵۶	سحابی شبکه
۱۶۰	سحابی حلقه‌ی جنوبی
۱۶۰	سحابی حلزونی
۱۶۲	سحابی چشم‌گربه
۱۶۲	سحابی حلقه
۱۶۴	بازمانده‌های آبرنواختر
۱۶۴	بازمانده‌های آبرنواختر نوع Ia
۱۶۶	بازمانده‌های آبرنواختر نوع ۲
۱۶۶	ذات‌الکرسی A
۱۶۸	سحابی خرچنگ
۱۶۸	ستاره‌های نوترونی و تپ اخترها
۱۷۰	سیاه‌چاله‌ها و آبرنواخترها
۱۷۰	سیاه‌چاله‌های دیگر



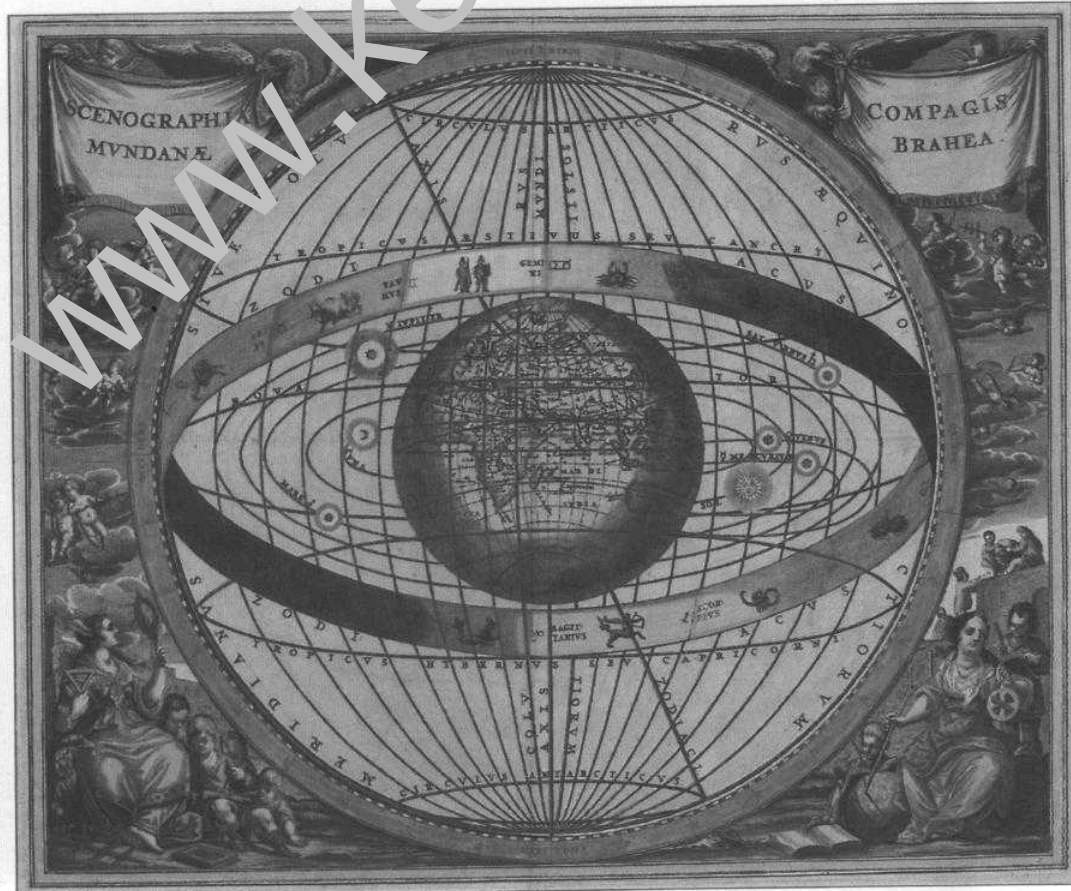
کهکشان‌ها و فراتر از آن‌ها
۱۷۲-۲۵۳

۱۷۴	گروه محلی
۱۷۴	ابر ماژلانی بزرگ
۱۷۶	ابر ماژلانی کوچک
۱۷۶	کهکشان امراه‌المسلسله M۳۱-
۱۷۸	کهکشان مثلث M۳۳
۱۸۰	کهکشان‌ها
۱۸۰	کهکشان کوتوله
۱۸۰	NGC ۱۷۰۵
۱۸۲	آی تسویکی ۱۸
۱۸۲	کهکشان عدسی گون

یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های انسان در فهم عالم، کنار آمدن با مقیاس‌های بسیار عظیم آن است. ذهن ما طوری پرورش یافته که با جغرافیای محلی، مانند رودها و تپه‌های اطراف آبادی‌ها خو گرفته است. وقتی از مقیاس قبیله‌ای به مقیاس جهانی گذر کردیم، به بررسی کره‌ی زمین پرداختیم. حدود ۳۰۰۰ سال قبل، در عصر هومر شاعر یونانی، نقشه‌های زمین فقط از دریای مدیترانه و خشکی‌های اطراف آن تشکیل می‌شد. مردم تصور می‌کردند کره‌ی زمین جسمی با سطح تخت است که دریاها را شناخته آن را فرا گرفته‌اند.

پیشرفت‌های علمی مرزهای جغرافیایی را به عقب راند. اراتوستنس، فیلسوف یونانی (حدود ۲۷۶ تا حدود ۱۹۴ قبل از میلاد)، با بررسی سایه‌های دو میله‌ی چوبی در ظهر روز انقلاب تابستانی، در دو نقطه به فاصله‌ی ۸۰۰ کیلومتر از یکدیگر، به این نتیجه رسید که سطح زمین باید خمیده باشد. روی زمینی که سطح آن تخت باشد، چوب‌ها باید سایه‌های مساوی هم داشته باشند، اما در آزمایش اراتوستنس، چنین نبود. به علاوه او توانست محیط کره‌ی زمین را حدود ۴۰۰۰۰ کیلومتر تخمین بزند. این درک جدید از جهان دریانوردان و کاشفان را تشویق کرد که به فکر کرانه‌نوردی بیفتند.

البته انسان فقط به شمال، جنوب، شرق و غرب نمی‌نگریست، بلکه نگاهی هم به آسمان داشت. مدت‌ها قبل از این که انسان شروع به ثبت وقایع کند، نظم عبور خورشید، ماه، و ستاره‌ها بر او آشکار شده بود. همین نکته به درک مفهوم زمان و گذر فصل‌ها منتهی شد. یادمان‌های باستانی، مانند استون‌هنج در انگلستان، لهری آرایش یافته‌اند که می‌توان فکر کرد برای محاسبه‌ی تقویم سالانه از آن‌ها استفاده می‌کرده‌اند. حرکت آسمان‌ها در بقای جوامع اولیه نقش حیاتی داشته و آن جوامع مفاهیم مهمی برای این حرکت‌ها قائل می‌شده‌اند. تغییراتی را که در آسمان رخ می‌داد، نشانه می‌پنداشتند که آن‌ها تفرق می‌زدند. تفسیر این نشانه‌ها و تفرق به آن‌ها را علم احکام نجوم یا اختربینی می‌نامیدند. امپراتوران چین، در بخش عمده‌ای از تاریخ مدعی خود، اختربینان دربار توجه بسیار نشان می‌دادند. تلاش فراوانی برای رصد کردن آسمان و ثبت پدیده‌های مختلف به عمل می‌آمد و چین قدیمی‌ترین سوابق ثبت‌شده را در مورد رویدادهایی مانند خورشیدگرفتگی و دنباله‌دارها دارد. نوشته‌هایی که، طی ۲۰۰۰ سال، هر بار برگشت دنباله‌دار را توصیف می‌کنند، به اخترشناسان عصر جدید کمک کرده‌اند تا به درک دقیق‌تری از مدار حرکت این دنباله‌دار برسند. اشارات مختلف به لکه‌ها و خورشیدی اطلاعاتی درباره‌ی تغییرات بلندمدت بالقوه در انرژی تابشی خورشید در اختیار ما قرار می‌دهد. سحابی معروف خرچنگ از بقایای انفجار ابرنویسی است که اخترشناسان دربار چین در سال ۱۰۵۴ آن را ثبت کردند.



تصویری مربوط به سال ۱۷۰۸ که نظام زمین مرکزی عالم را نشان می‌دهد. این نظام که بطلمیوس در قرن دوم میلادی آن را مطرح کرد، تقریباً به مدت ۱۷۰۰ سال مدل قابل قبول عالم شمرده می‌شد.

عالم زمین مرکزی

اخترینان مسلمان

کار فیلسوفان یونانی در همین نقطه به پایان رسید و اروپا وارد دوره‌ای موسوم به عصر ظلمت (دوران تاریک قرون وسطی) شد. کتابخانه‌ی بزرگ اسکندریه، مخزن دانش باستانی، نابود شد. اما رساله‌ی بطلمیوس، به صورت ترجمه‌ای عربی با عنوان المجسطی، باقی ماند. تمدن اسلامی از اثر بطلمیوس برای تعالی بخشیدن به شاخه‌ی اختربینی خود، و تعیین وقت دقیق برای برگزاری نماز، استفاده کرد. اسطرلاب‌های پیچیده و دقیق ساخته شد که به مسلمانان امکان می‌داد جهت قبله را پیدا کنند.

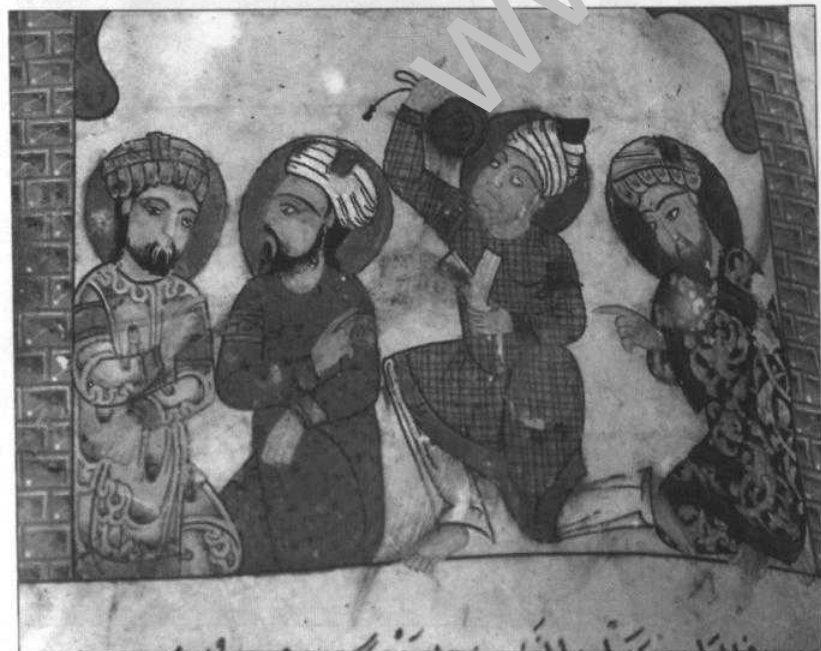
دیری نگذشت که اخترشناسان مسلمان المجسطی را، به ویژه در حوزه‌ی فهرست‌های ستارگان، اصلاح کردند. اغلب نام‌های ستارگان که امروز از آن‌ها استفاده می‌کنیم از زبان عربی آمده‌اند که در آن دوران زبان رسمی جهان اسلام بود. (مثلاً، زبانی یا زبانا، ستاره‌ی آلفای صورت فلکی خرچنگ، واژه‌ای عربی به معنای پنجه یا چنگال است). در این دوران دقت دانش نجومی بسیار بیش تر شد، اما تلاش موفقیت‌آمیزی برای تغییر نظام زمین مرکزی بطلمیوس انجام نگرفت. پس از فرو نشستن هرج و مرج ناشی از سقوط امپراتوری روم، دانش اخترشناسی دوباره، این بار از طریق متونی که از عربی ترجمه شده بود، به اروپا بازگشت. ادامه‌ی حیات هندسه‌ی یونانی، همراه با دستگاه عددشماری عربی و جبر، برای هرچه پس از آن رخ داد، ضروری بود.

اختربینی در انحصار چینی‌ها نبود. بررسی علمی عالم بیش تر با اشتیاق به پیش‌گویی آینده انجام می‌گرفت تا شناخت خود عالم. فیلسوفان یونان باستان از ستاره‌ها برای پیش‌گویی رویدادها استفاده می‌کردند. یکی از بزرگ‌ترین فیلسوفان یونانی ارسطو (۳۸۴ تا ۳۲۲ قبل از میلاد) بود که تقریباً روی هر موضوعی که در آن زمان شناخته شده بود، مطالعه کرد و کتاب‌های بسیاری نوشت و دیدگاه‌های خود را در آن‌ها مطرح کرد. او زمین را مرکز عالم تصور می‌کرد؛ عالمی که در آن زمین ثابت و در مرکز عالم بود و سیاره‌ها، ماه، و خورشید دور آن گردش می‌کردند. او اعتقاد داشت که آسمان، برخلاف زمین، کامل و فسادناپذیر است. بنابراین مسیر سیاره‌ها باید به شکل دایره باشد که کامل‌ترین شکل هندسی شناخته شده بود. همه‌ی اظهارنظرهای ارسطو بر شواهد واقعی استوار نبود و در این مورد، حرکتی که از سیاره‌ها مشاهده می‌شد، با مدل ساده‌ی او تطبیق نداشت. اگر مسیر سیاره‌ای را به مدت چند هفته دنبال کنیم، طبق نظام ارسطویی، این سیاره خطی منحنی را در آسمان طی می‌کند. در واقع به نظر می‌رسد که سیاره‌های مریخ، مشتری، و زحل در بخشی از مسیر خود آهسته‌تر حرکت می‌کنند و حتی مدتی به سمت عقب برمی‌گردند (حرکت رجعی). برای برطرف کردن این ناسازگاری، مفهوم فلک تدویر مطرح شد که براساس آن هر سیاره روی دایره‌ای (فلک تدویر) حرکت می‌کرد که مرکز آن مدیوم به مرکز حامل خود دایره‌ای بزرگ‌تر را به دور کره‌ی زمین می‌پیمود. بطلمیوس (حدود ۱۰۰ تا حدود ۱۷۰) این نظریه را در رساله‌ی علم احکام نجوم خود مدون کرد.

عالم خورشید مرکزی

نیکولاس کوپرنیک (۱۴۷۳-۱۵۴۳) اخترشناس لهستانی نخستین کسی بود که دگر عالم خورشید مرکزی به ذهنش خطور کرد، اما اعتبار آغاز حرکت تغییر مسیر اندیشه از باورهای بطلمیوس و ارسطو را از آن او می‌دانند. کوپرنیک در کتاب «نجات برانگیز خود با عنوان «گردش افلاک آسمانی» استدلال کرد که زمین حرکت می‌کند و دور محور خود می‌چرخد و در همان حال دور خورشید نیز می‌گردد. سیاره‌های دیگر نیز دور خورشید می‌گردند و کوپرنیک ترتیب آن‌ها نسبت به خورشید را به درستی محاسبه کرد و زمین را بین زهره و مریخ قرار داد. این تغییر ساده چندین مسئله‌ی مربوط به نظام بطلمیوسی را، که بیش از ۱۷۰۰ سال مدل مورد قبول باقی مانده بود، حل کرد. جای تعجب ندارد که بگوییم از این نظر کوپرنیک استقبال نشد و بسیاری از آنان که می‌پنداشتند نظریه‌های کوپرنیک حمله به باورهای دینی است، به شدت از او انتقاد کردند.

اخترینان قدیم برای محاسبه‌ی مکان خورشید از اسطرلاب استفاده می‌کردند. چنان‌که در این صفحه از یک نسخه‌ی دست‌نویس به زبان عربی، مربوط به قرن چهاردهم میلادی، مشاهده می‌شود، در جهان اسلام اسطرلاب اهمیت ویژه‌ای داشت، زیرا می‌توانستند با استفاده از آن وقت، و در نتیجه اوقات برگزاری نماز را تعیین کنند.



مدار بیضوی سیاره‌ها



بالا: نیکولاس کوپرنیک که دیدگاه تثبیت‌شده‌ی زمین به عنوان مرکز عالم را به چالش کشید. او نظام خورشیدمرکزی را مطرح کرد که در آن زمین صرفاً یکی از سیاره‌هایی بود که دور محور خود چرخش و دور خورشید گردش می‌کرد.

با وجود پیشرفت‌هایی که پس از دوران بطلمیوس حاصل شد، نمودارها و جدول‌هایی که برای پیش‌بینی حرکت سیاره‌ها به کار می‌بردند هنوز دقیق نبودند و علت این عدم دقت تا حدودی استفاده از مدارهای دایره‌ای و تا حدودی نیز اتکاء به رصدهای غیر دقیق بود. اخترشناسی دانمارکی، به نام تیکو براهه (۱۶۰۱-۱۵۴۶)، دستاوردهای گذشتگان را، به ویژه با اندازه‌گیری‌های حرکت مریخ، بهبود بخشید. دقت او هنگامی بیش‌تر باعث حیرت می‌شود که بدانیم در آن زمان هنوز تلسکوپ اختراع نشده بود. او شاهد پیدایش آبرنواختر ۱۵۷۲ نیز بود که از آن پس به نام ستاره‌ی تیکو نامیده شد. این هم شاهد دیگری بر بی‌اساس بودن جهان‌بینی بطلمیوسی بود- یونانیان باستان می‌پنداشتند که آسمان ثابت و بدون تغییر است (دنباله‌دارها را پدیده‌های جَوّی می‌دانستند). مدت کوتاهی قبل از مرگ تیکو براهه، ریاضی‌دانی آلمانی به نام یوهان کپلر (۱۶۳۰-۱۵۷۱) دستیار او شد. کپلر که از داده‌های رصدی تیکو براهه برخوردار بود، توانست مدل جدیدی از عالم بنا کند. توفیق کپلر در درک این موضوع نهفته بود که مدار سیاره‌ها دایره‌ی کامل نیست، بلکه کمی بیضوی است. او نظر خورشید را به صورت مجموعه‌ای از قوانین ریاضی ارائه داد که دوره‌ی تناوب مدار سیاره را به فاصله‌ی آن از خورشید ربط می‌دادند.



بالا: یوهان کپلر، که کشف کرد مدار سیاره‌ها بیضوی است.

چپ: در این تصویر مربوط به قرن هجدهم، مدل کوپرنیک نشان داده شده است.

گالیله

گالیلو گالیله (۱۶۴۲-۱۵۶۴) دانشمندی ایتالیایی و هم‌عصر تیکوبراهه و کپلر بود. استفاده‌ی او از آزمایش و رصد، نقطه‌ی مقابل روش ارسطویی استفاده از استدلال محض برای نشان دادن ماهیت واقعیت بود. در دهه‌ی نخست قرن هفدهم، تلسکوپ در هلند اختراع شد. خبر این اختراع جدید به گوش گالیله رسید و تصمیم گرفت تلسکوپ‌هایی برای خود بسازد و هر تلسکوپ‌ی که می‌ساخت کیفیت و قدرت بیش‌تری نسبت به تلسکوپ قبلی داشت.

افزایش قدرت دید ناشی از کاربرد تلسکوپ به گالیله نشان داد که ستارگان آسمان بسیار بیش‌تر از آن تعدادی هستند که رصدکننده‌ی بدون تلسکوپ بتواند گمان کند. راه شیری (راه کاهکشان) به‌صورت توده‌ای متراکم از ستاره‌ها تفکیک شد، نه چنان‌که قبلاً می‌پنداشتند، جرمی شبیه به گالیله لکه‌های در حال تغییر روی خورشید و گودال‌های ماه دید می‌توانست سیاره‌های نزدیک‌تر را به شکل قرص ببیند و به این نتیجه رسید که این سیاره‌ها از ستاره‌هایی که به‌صورت چشمة‌های نقطه‌ای نور دیده می‌شدند، به زمین بسیار نزدیک‌ترند. او حلقه‌های زحل را نیز دید، اگرچه تلسکوپش به اندازه‌ای قدرتمند نبود که مانع از آن‌ها را کاملاً آشکار کند. مهم‌تر از همه، به جهت رویدادهایی که تعاقب آن رخ داد، این بود که چهار قمر کوچک دید که در کنار سیاره مشتری حرکت می‌کردند. گالیله، با رصدهای مکرر، به این نتیجه رسید که این قمرها در مدار مشتری گردش می‌کنند و هر نوع تردیدی در این مورد را که زمین تنها مرکز حرکت در عالم نیست، برطرف کرد.

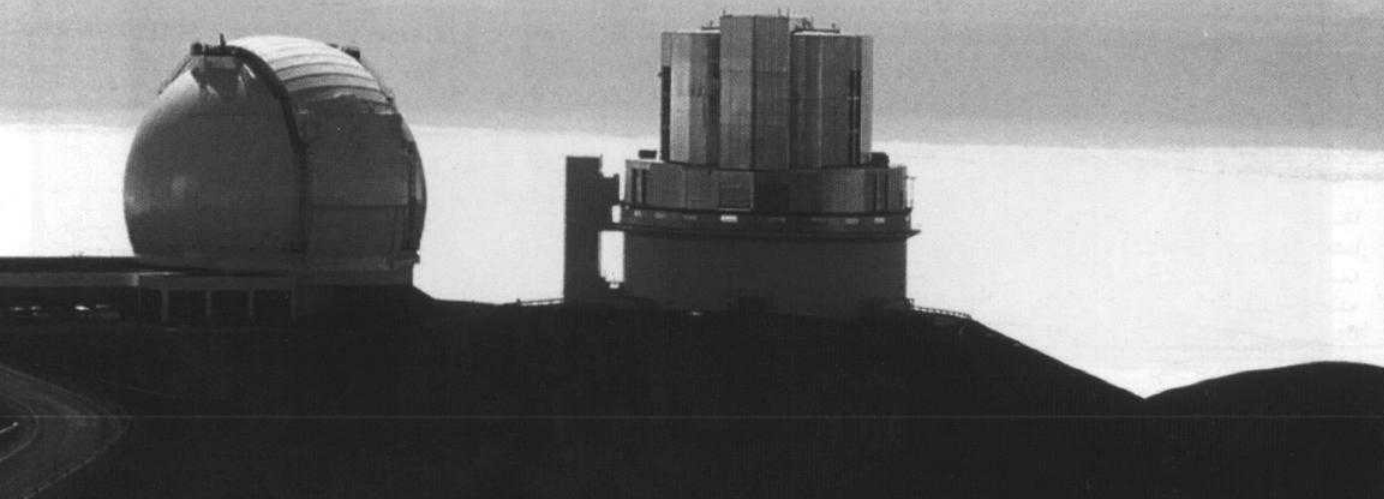
گالیله در ایتالیا زندگی می‌کرد که مرکز کلیسای پرنفوذ کاتولیک بود. نظر گالیله ناگزیر با فلسفه‌ی بطلمیوسی که در آن دوران حاکم بود، مغایرت داشت. او نظریه‌هایش را پنهان نکرد؛ نظریه‌هایی که بدعت‌گرانه و کفرآمیز شمرده می‌شد. اما گالیله با بسیاری از اعضای

گالیلو گالیله که عقیده‌ی استوار او به مدل خورشیدمرکزی عالم، کلیسای کاتولیک را به خشم آورد و منتهی به حبس خانگی او شد.



مهم کلیسا دوست بود. ابتدا این دوستان او را در پناه خود گرفتند، اما فشار برای تأکید بر مدل زمین‌مرکزی غلبه داشت. کاردینال بلارمینه، دوست گالیله، به او فرمان داد که از آموزش نظریه‌ی زمین متحرک دست بردارد. گالیله چندی ساکت ماند، اما ارتقای یکی از دوستان دیگرش به مقام پاپی (کاردینال باربرینی، که پاپ اوربان هشتم شد) جرأت تازه‌ای به گالیله داد تا بار دیگر پا از مرزهای ممنوعه فراتر نهد.

او متن گفتگویی را نوشت که در آن یکی از طرفداران نظام بطلمیوسی یکی از معتقدان به عقاید کوپرنیک را به چالش می‌کشید. این متن در واقع نظریه‌ها و باورهای گالیله را به زبان عامه‌ی مردم توضیح می‌داد و کوششی بود برای مطرح کردن نظر دو طرف این مناقشه. همین ترفند موجب شد که بته‌اند آن را چاپ و پخش کند، اما پاپ به مخالفت با آن برخاست و گالیله را وادار کرد تا عقیده‌ی خود را در محضر دادگاه تفتیش عقاید انکار کند. اما کتاب گالیله بین مردم دست به دست می‌شد و ضربه‌ی کاری به مدل زمین‌مرکزی عالم وارد شده بود.



آیزاک نیوتن و ادموند هالی

آیزاک نیوتن (۱۶۴۲-۱۷۲۷) ریاضی‌دان و فیزیک‌دان انگلیسی، در مهم‌ترین اثر خود به نام پرنسپیا (اصول ریاضی فلسفه‌ی طبیعی) جابه‌جایی از عالم زمین مرکزی به عالم خورشیدمرکزی را تکمیل کرد. نظریه‌ی عمومی گرانش نیوتن، شالوده‌ی ریاضی مدل خورشیدمرکزی را فراهم آورد و از قوانین کپلر پیشی گرفت. نظریه‌ی نیروی گرانش نیوتن توانست پدیده‌هایی مثل افتادن سیب از درخت، جزرومد و مسیرهای گردش سیاره‌ها را توضیح دهد. ادموند هالی (۱۷۴۲-۱۶۵۶) که هم عصر نیوتن بود از این نظریه برای پیش‌بینی صحیح بازگشت دوره‌ای دنباله‌داری خاص استفاده کرد که هم او و هم کپلر آن را رصد کرده بودند و امروز دنباله‌دار هالی نامیده می‌شود. پیشرفت‌های مهم دیگر نیوتن در نظریه‌ی نور و دستاوردی مانند تجزیه‌ی طیف نگاشتی داشت که تا به امروز ابزاری پس‌ارزشمند برای اخترفیزیک‌دانان بوده است.

تا قرن هجدهم، دانش ما از عالم، از هر زوایای فراتر نمی‌رفت. ویلیام هرشل (۱۸۲۲-۱۷۳۸) اخترشناس انگلیس آنانی‌تبار، در سال ۱۷۸۱ دورترین سیاره‌ی بعدی، یعنی اورا، پس از آنکشف کرد. بررسی او روی حرکت ستارگان در آسمان، به صورت انتقال حرکت زمین، موجب شد که دربابد منظومه‌ی شمسی نیز خود در فضا حرکت می‌کند. هرشل ستاره‌های دوتایی را کشف کرد و این کشف نخستین گواه وجود «مراکز حرکت» خارج از منظومه‌ی شمسی بود. هر چه دانش انسان بیش‌تر می‌شد، زمین جایگاه ویژه‌ی خود را در عالم بیش‌تر از دست می‌داد. به کمک طیف‌نمایی آشکار شد که نور ستاره‌های دور بسیار شبیه نور خورشید است و در نتیجه خورشید جرم منحصر به فردی نیست که در عهد باستان می‌پنداشتند.

درست همان طور که پیشرفت در حوزه‌ی مهندسی کشتی‌سازی به کاشفان اولیه امکان داد که دانش جغرافیایی ما را گسترش

بخشند، پیشرفت در ساخت تلسکوپ نیز سرنخ‌های بیش‌تر و بیش‌تری از ماهیت عالم در اختیار ما گذاشت. شارل مسیه (۱۸۱۷-۱۷۳۰) به کمک تلسکوپ خود تعدادی «سحابی» نامشخص و تار کشف کرد؛ رصدکنندگان بعدی با استفاده از تجهیزات بهتر توانستند در بعضی از این سحابی‌ها، ستاره‌های منفرد و در بعضی دیگر شکل‌های مارپیچی پیدا کنند. سرانجام، در سال ۱۹۲۴، معلوم شد که این شکل‌های مارپیچی، در مقایسه با ستاره‌های عادی، بسیار از زمین دورترند- این شکل‌ها کهکشانشان بودند. ابعاد عالمی که انسان می‌شناخت، با جهشی بسیار بزرگ، گسترش یافت. مردی که ماهیت «سحابی‌های مارپیچی» را تعیین کرد، اخترشناسی امریکایی به نام ادوین هابل (۱۹۵۳-۱۸۸۹) بود. او نشان داد که نه تنها این کهکشان‌ها در فاصله‌ای بسیار زیاد از کهکشان ما قرار دارند، بلکه با سرعت زیاد هم از ما دور می‌شوند. رصدهای هابل، در ترکیب با نظریه‌ی نسبیت عمومی که به تازگی آلبرت انشتین (۱۹۵۵-۱۸۷۹)، فیزیک‌دان امریکایی آلمانی‌تبار، آن را پی‌ریزی کرده بود، مفهوم عالم در حال انبساط را مطرح کرد. برون‌یابی این نظریه‌ها به گذشته به پیدایش نظریه‌ی «مهبانگ» یا انفجار بزرگ منتهی شد که امروزه به عنوان نظریه‌ی علمی غالب برای شناخت منشأ عالم تثبیت شده است.

طی حدود ۶۰۰۰ سال، بینش ما درباره‌ی عالم، رشدی فراتر از تصور داشته است. اجداد ما جهانی را درک کرده بودند که کوچک و تخت بود با چرخ‌های که در آسمان شب، بر فراز سر آن‌ها افروخته می‌شد. پس از پی‌ریزی‌های متعدد و بن‌بست‌های نظری بیشمار، به وجود عالمی عظیم پی بردیم که از عظمت آن در شگفت می‌مانیم؛ عالمی که ۱۳٫۷ میلیارد سال عمر دارد و از کهکشان‌ها و ستاره‌ها و سیاره‌ها انباشته است. به رغم همه پیشرفت‌ها، هنوز نادانسته‌های ما درباره‌ی این عالم بسیار است. هنر به ما این اکتشافات خود نرسیده‌ایم.

دو تلسکوپ ۱۰ متری واقع بر فراز قله‌ی مائونا کئیا در هاوایی با هم پدید می‌آورند تا قدرتمندترین تلسکوپ نوری جهان، به نام «تداخل سنج کیک» را تشکیل دهند.

