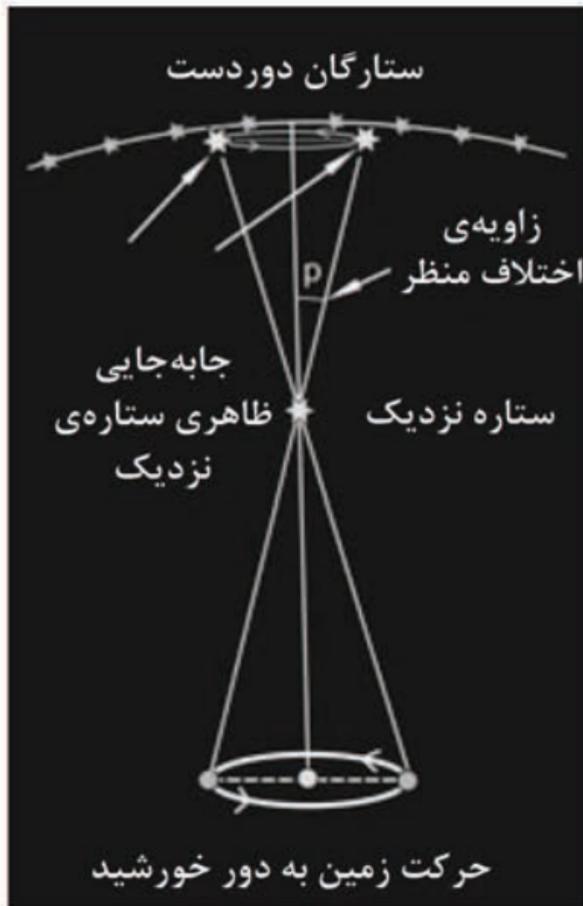
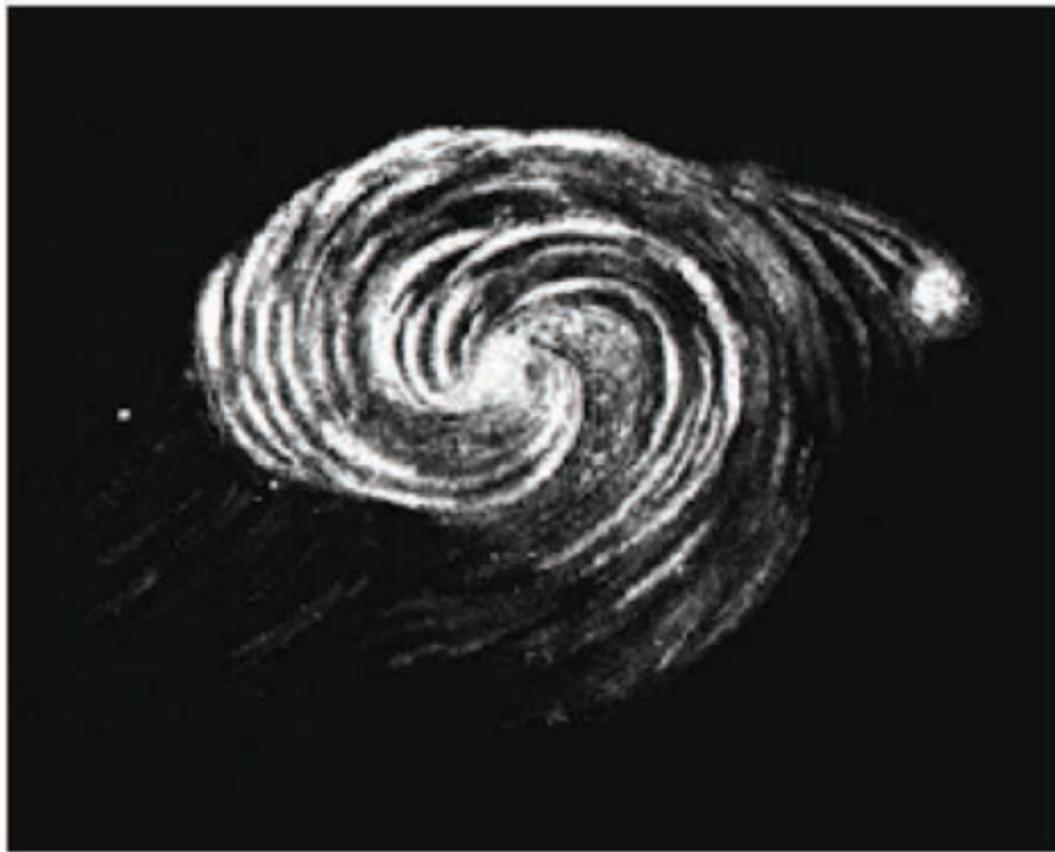




شکل ۱.۱ در یک باسهمی چوبی که احتمالاً در دهه‌ی ۱۸۸۰ برای کتاب ستاره‌شناس فرانسوی، کامی فلاماریون^۱ درست شده، یک مرد قرون وسطایی نمایش داده شده است که می‌خواهد محدودیت‌ها را از بین برده و دانش جدید را کشف کند.



شکل ۲.۱ اختلاف منظر ستاره‌ای اثری ظاهری است که با حرکت زمین تولید می‌شود (پیتر لینده)



شکل ۳.۱ تصویر لرد راسه از M51 در سال ۱۸۴۵. بعداً معلوم شد این (سحابی) یک سامانه‌ی ستاره‌ای است؛ کهکشانی، با چندین میلیارد ستاره (ویلیام پارسونز)



شکل ۴.۱ خوشه‌ی ستاره‌ای M80. صدها هزار ستاره به دور یک مرکز مشترک می‌چرخند (انجمن دانشگاه‌ها برای تحقیقات در حوزه‌ی ستاره‌شناسی / موسسه علوم تلسکوپ فضایی / ناسا)



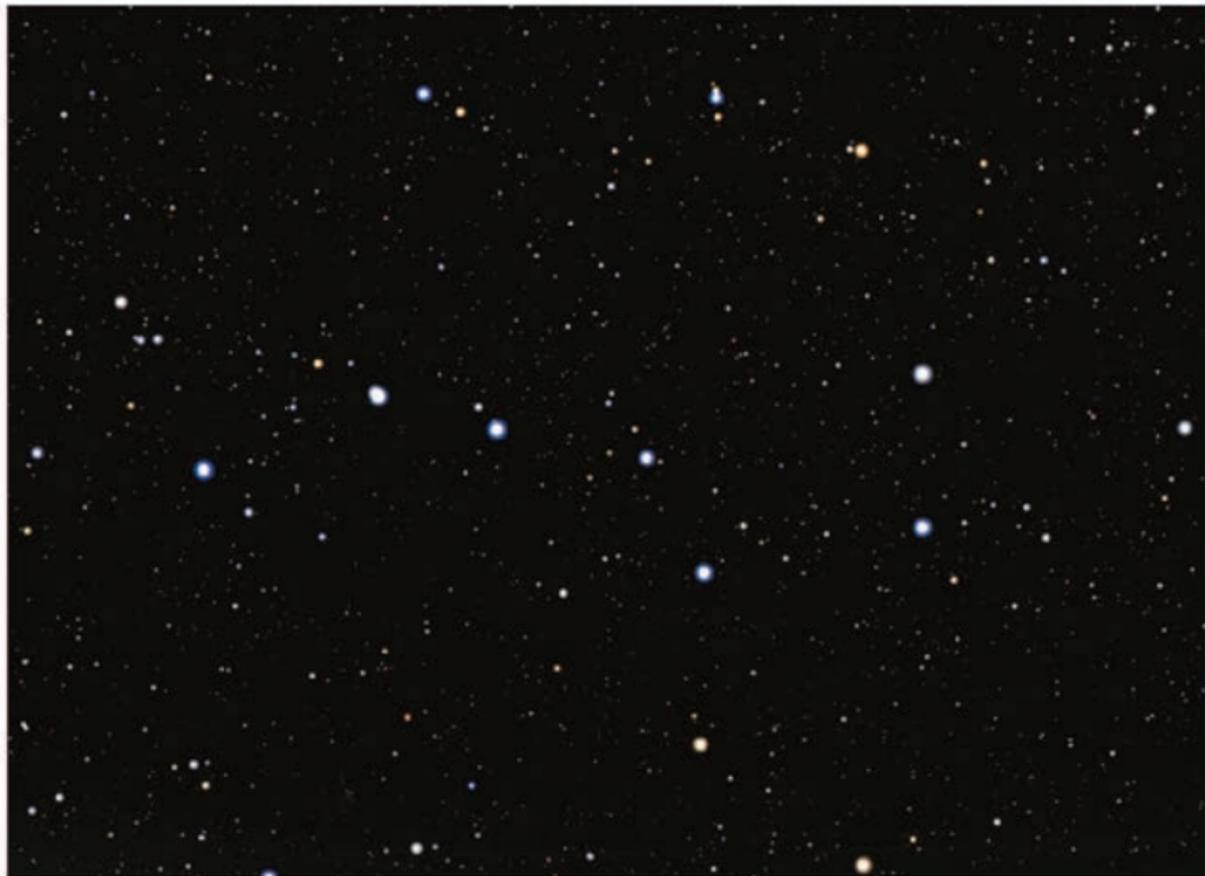
شکل ۵.۱ کهکشان آندرومدا — سامانه‌ای ستاره‌ای با بیش از ۴۰۰ میلیارد ستاره (آدام ایوانز)



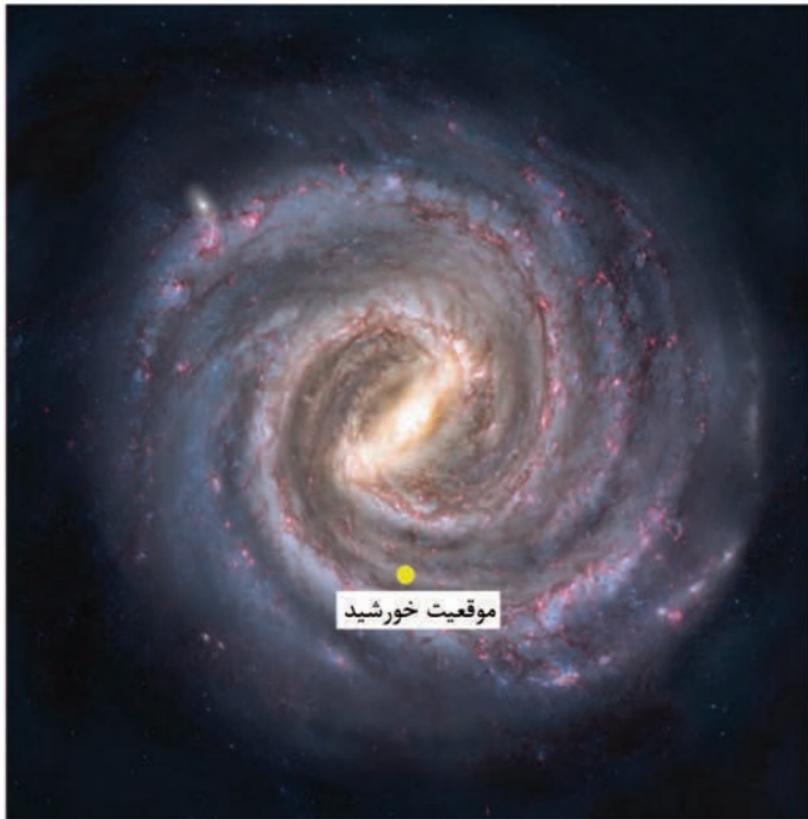
شکل ۶.۱ ماه در فاصله‌ی یک ثانیه‌ی نوری با زمین قرار دارد (ناسا/ شان اسمیت)



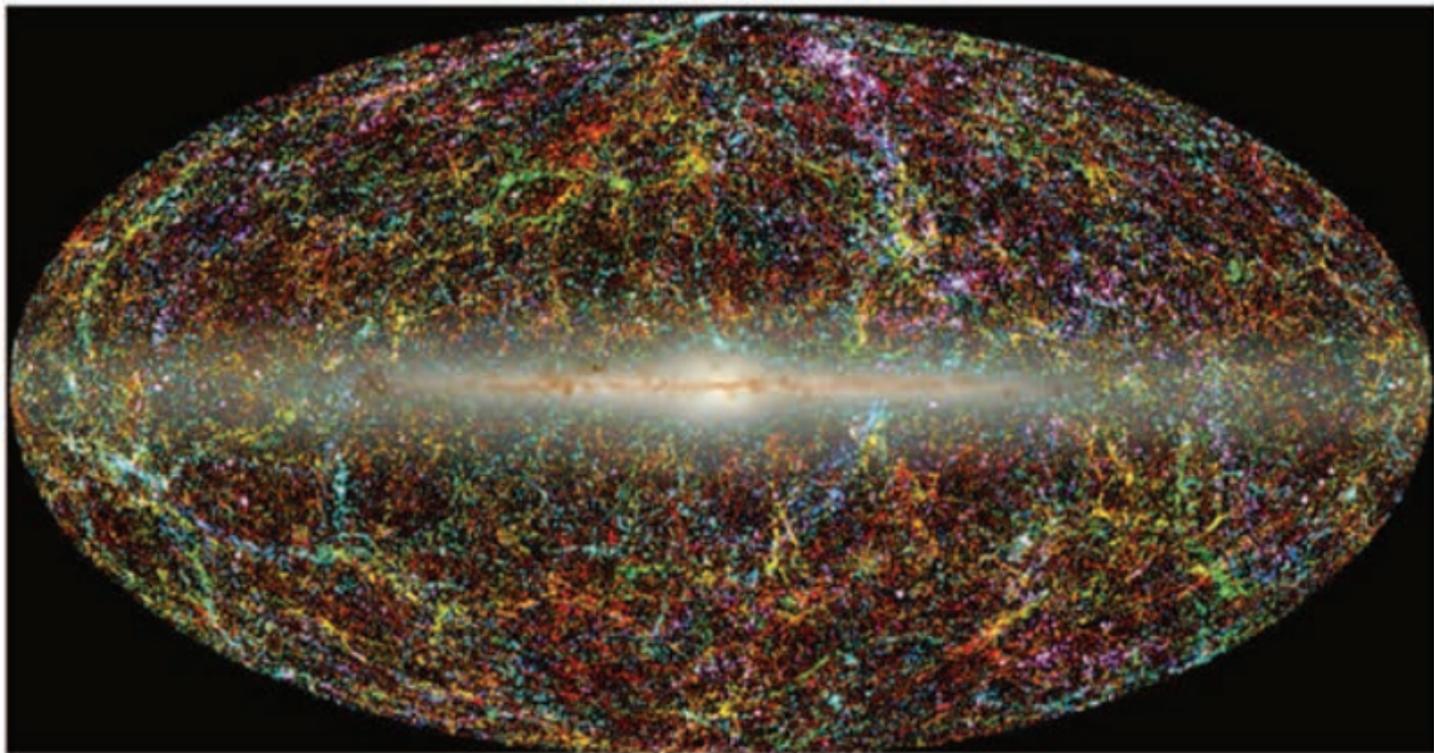
شکل ۷.۱ مدار آخرین سیاره، نپتون، قطری نزدیک به ۱۰ سال نوری دارد (پیتر لینده)



شکل ۸.۱ اکثر ستاره‌هایی که با چشمان غیر مسلح می‌توان دید، بین ۴ تا ۱۰۰۰ سال نوری فاصله دارند. ستاره‌های بنات النعش (۷ ستاره در آسمان که قسمتی از صورت فلکی دب اکبر را تشکیل می‌دهند)



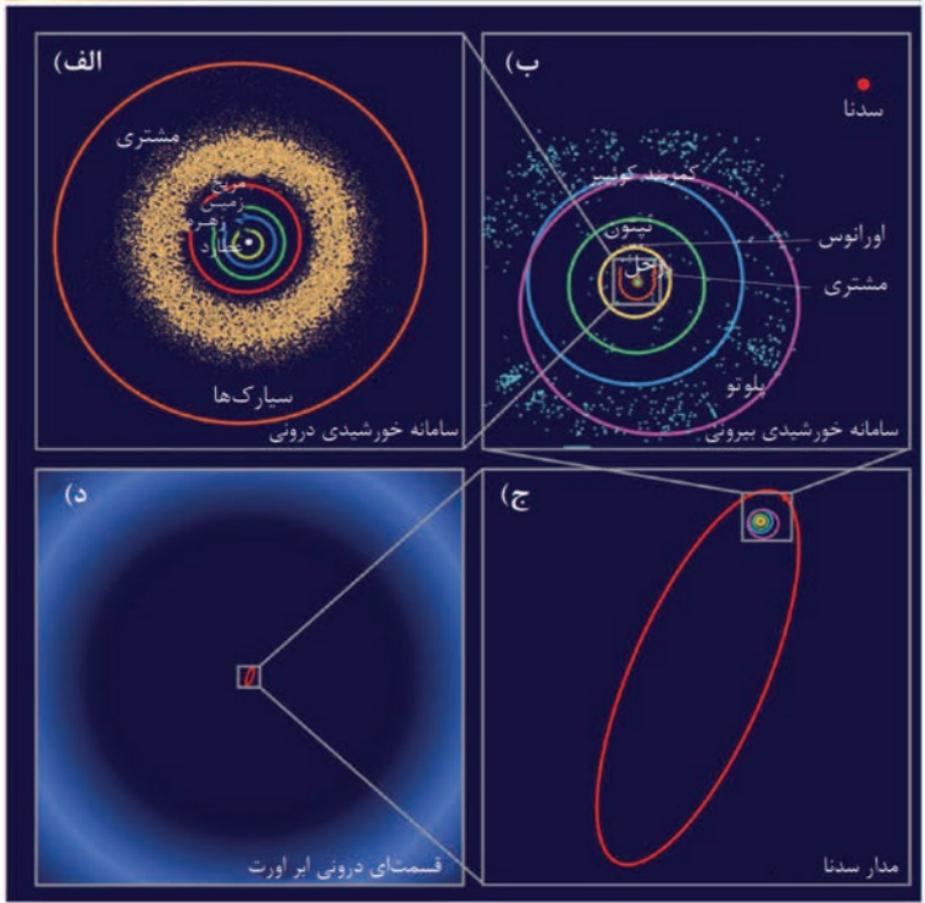
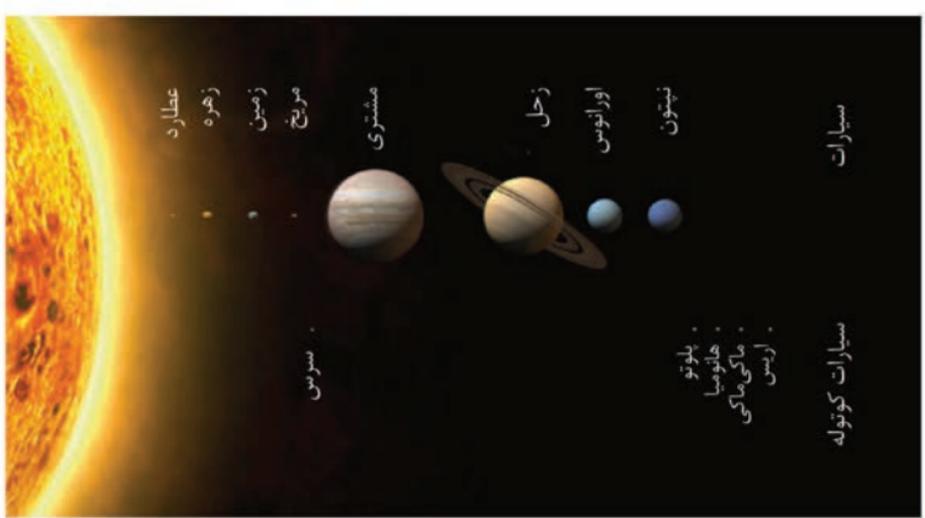
شکل ۹.۱ این تصور مفهوم امروزی از کهکشان ما را نشان می‌دهد که از بالا نمایش داده شده است. قطر آن حدود ۱۰۰,۰۰۰ سال نوری است و حاوی بیش از ۲۰۰ میلیارد ستاره و همینطور مقادیر زیادی گاز و گرد و غبار است. موقعیت سامانه‌ی خورشیدی ما مشخص شده است (ناسا/ جی‌پی‌آل آزمایشگاه پیش‌رانش جت) کلتک)



شکل ۱۰.۱ توزیع مواد جهان در محدوده‌ی نزدیک‌ترین شعاع $۲/۵$ میلیارد سال نوری به ما. هر نقطه برابر است با یک خوشه‌ی کهکشانی. سطوح کوچک برابر است با خوشه‌های ابرکهکشانی. در جلوی تصویر می‌توان کهکشان راه شیری را دید (ناسا/ مرکز تحلیل‌ها و پردازش‌های فروسرخ)



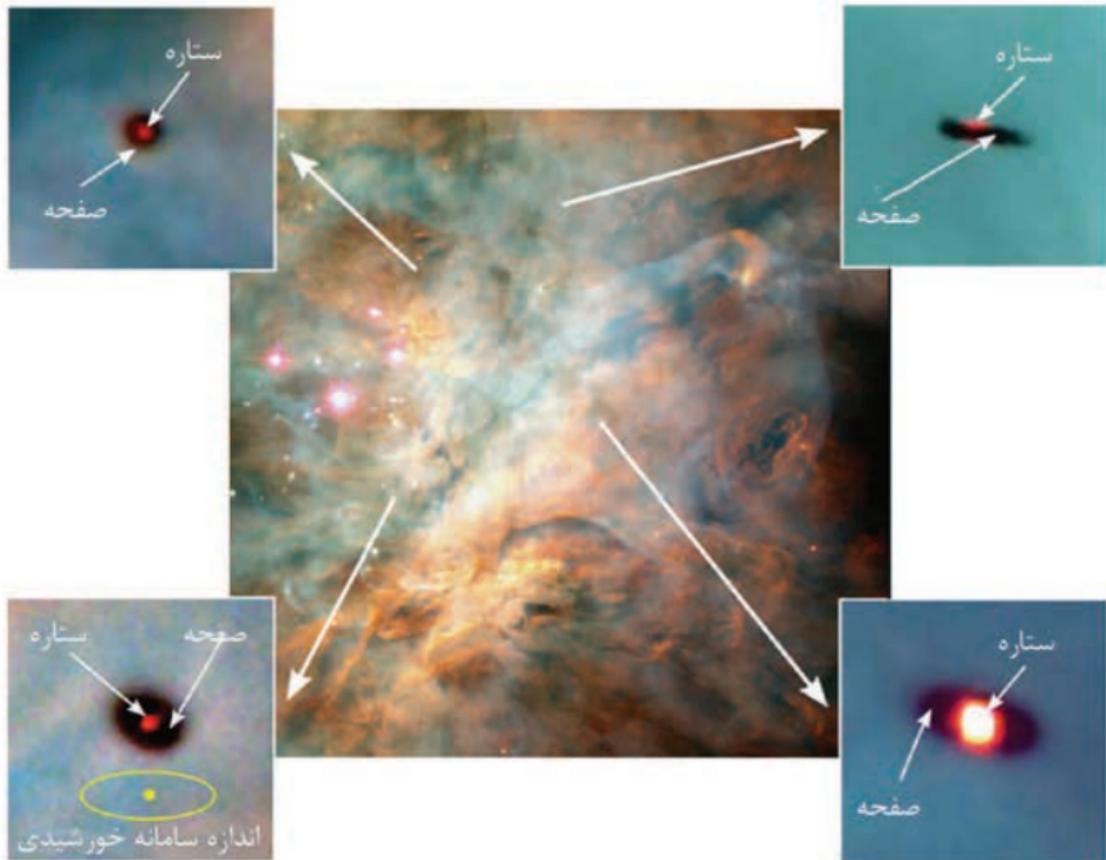
شکل ۱۱.۱ تصویری که از زمینه‌ی تصویر فراژرف تلسکوپ هابل بریده شده است. اندازه‌ی زمینه با زاویه‌ی توپ گلفی که از فاصله‌ی ۲۰۰ متری دیده می‌شود برابر است و تمام اجسامی که دیده می‌شوند، کهکشان هستند. کوچکترین آن‌ها نزدیک به مرز جهان قابل مشاهده قرار گرفته است (ناسا).



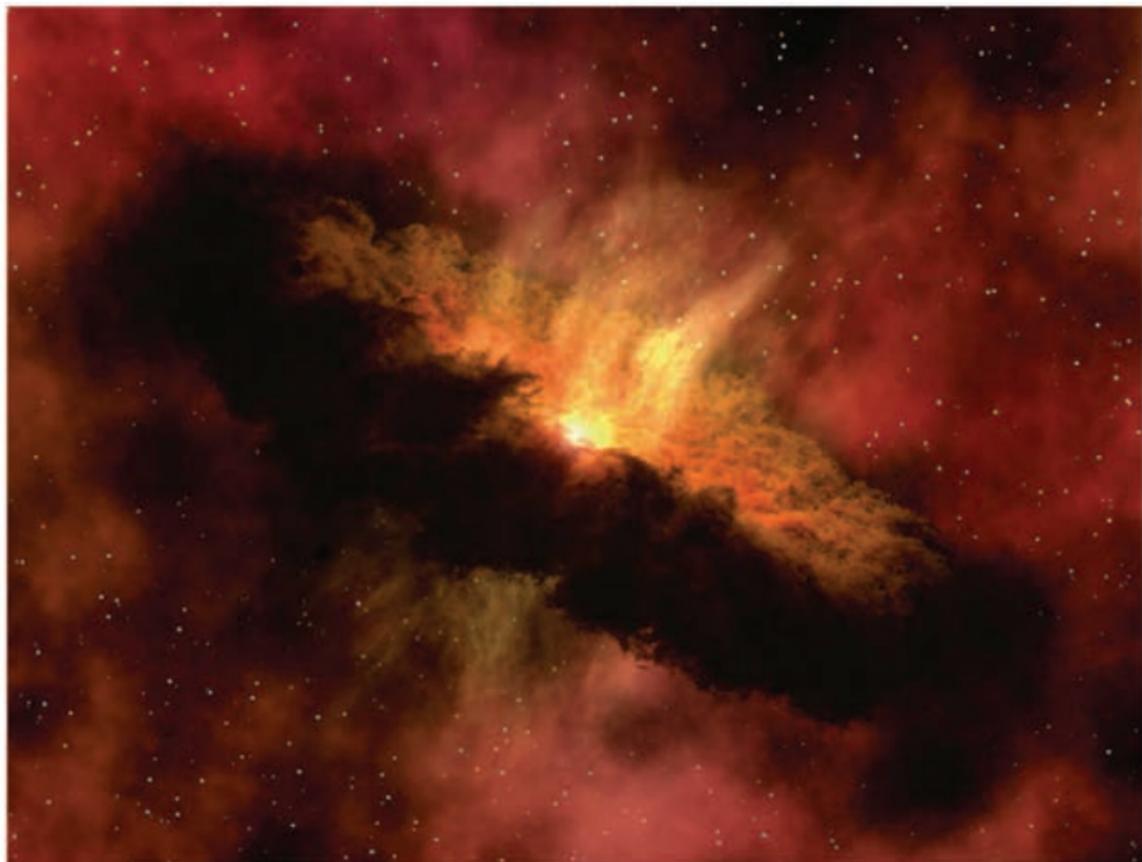
شکل ۱.۲ خلاصه‌ای از سامانه‌ی خورشیدی. تصویر بالا خورشید و سیارات را با مقیاس نشان می‌دهد. تصاویر الف تا د فواصل مربوطه را با مقیاس نشان می‌دهند. از تصویر الف که نشان‌دهنده‌ی قسمت‌های داخلی است تا شکل د که نشان‌دهنده‌ی ابر اورت است و تصور می‌شود خاستگاه دنباله‌دارها باشد، مقیاس مرتب تغییر می‌کند. (تصویر بالا ناسا و تصویر پایینی پیتر لینده/ناسا/جی پی ال-کلتک/آر. هرت)



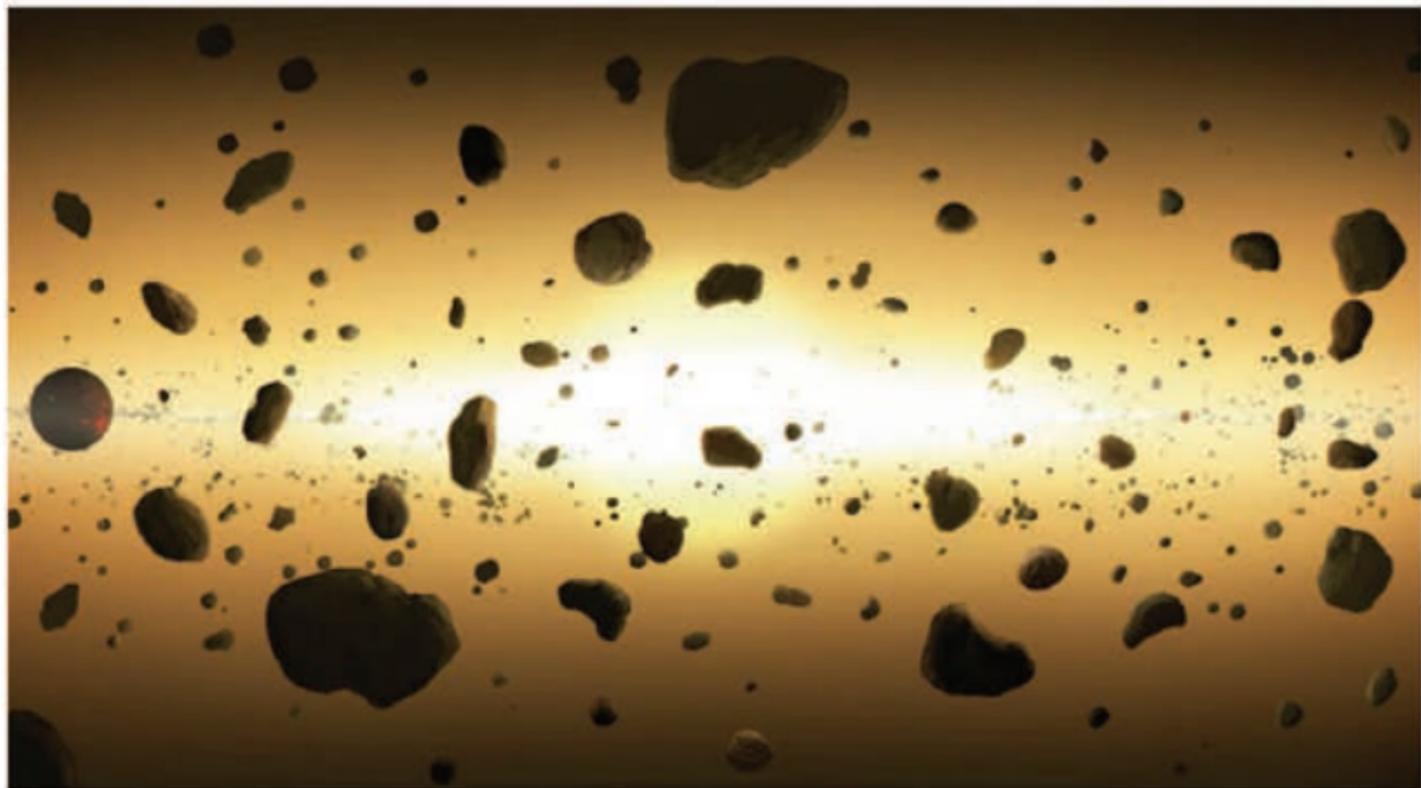
شکل ۲.۲ سحابی در صورت فلکی عقاب. گاز و غبار مواد سازندهی بنیادی برای آفرینش سامانه‌های سیاره‌ای جدید است. در قسمت بالایی نور ستاره‌های جدیداً تشکیل شده دیده می‌شود. (ناسا)



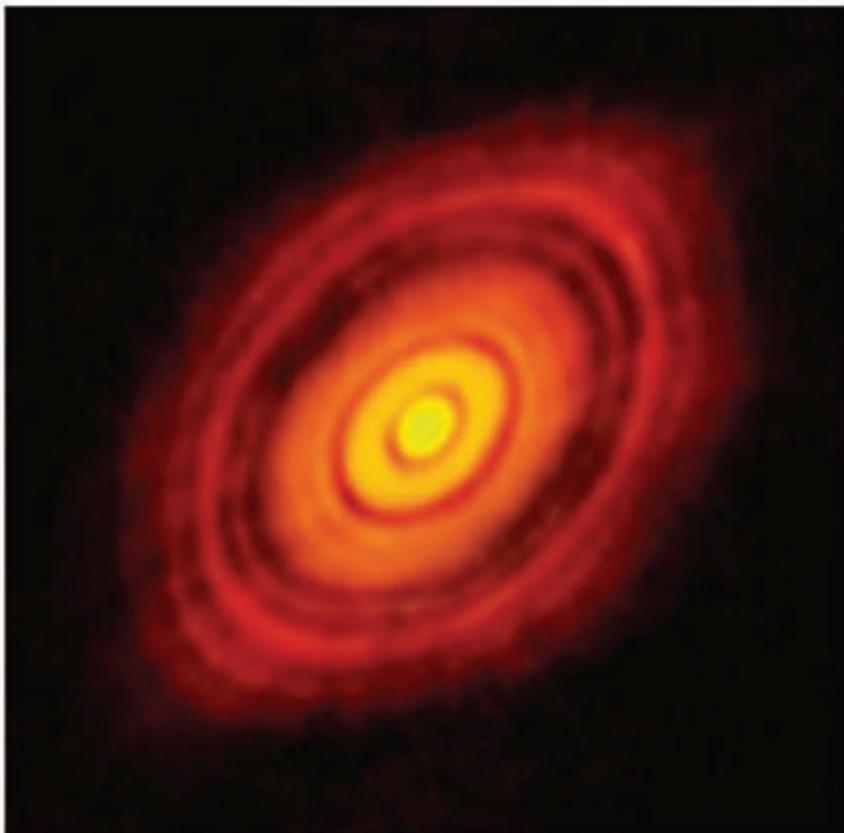
شکل ۳.۲ تلسکوپ فضایی هابل در سال ۱۹۹۵ توانست تصویری از درون سحابی شکارچی بگیرد. از چنین صفحه‌هایی می‌تواند سامانه‌های سیاره‌ای جدید شکل بگیرد. (ناسا/ پیتر لینده)



شکل ۴.۲ درک هنری از چگونگی تشکیل یک سامانه‌ی سیاره‌ای. یک صفحه‌ی چرخنده از گاز و گرد و غبار که مرتباً متراکم می‌شود. در میان تصویر یک ستاره‌ی اولیه متولد شده است (ناسا)



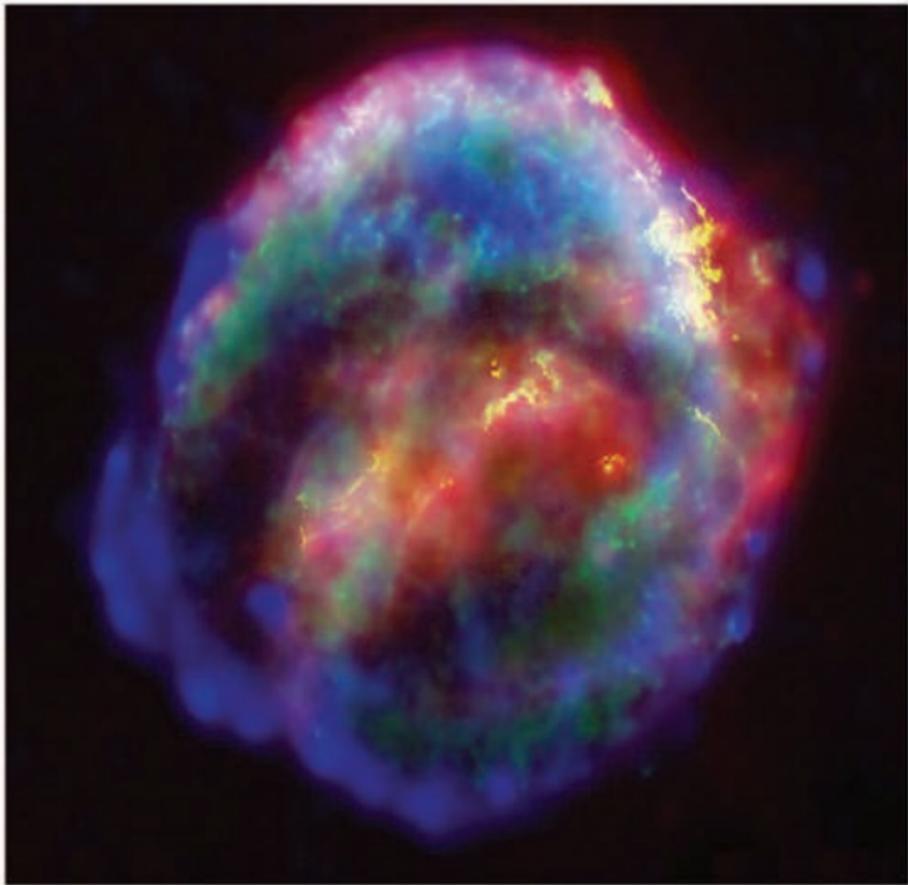
شکل ۵.۲ بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون سال بعد، یک سامانه‌ی سیاره‌ای در حال شکل گرفتن است. سنگ‌های کوچک‌تر به هم برخورد کرده و دائماً به اجسامی بزرگ‌تر تبدیل می‌شوند. (فهد سولهریا/www.novacelestia.com)



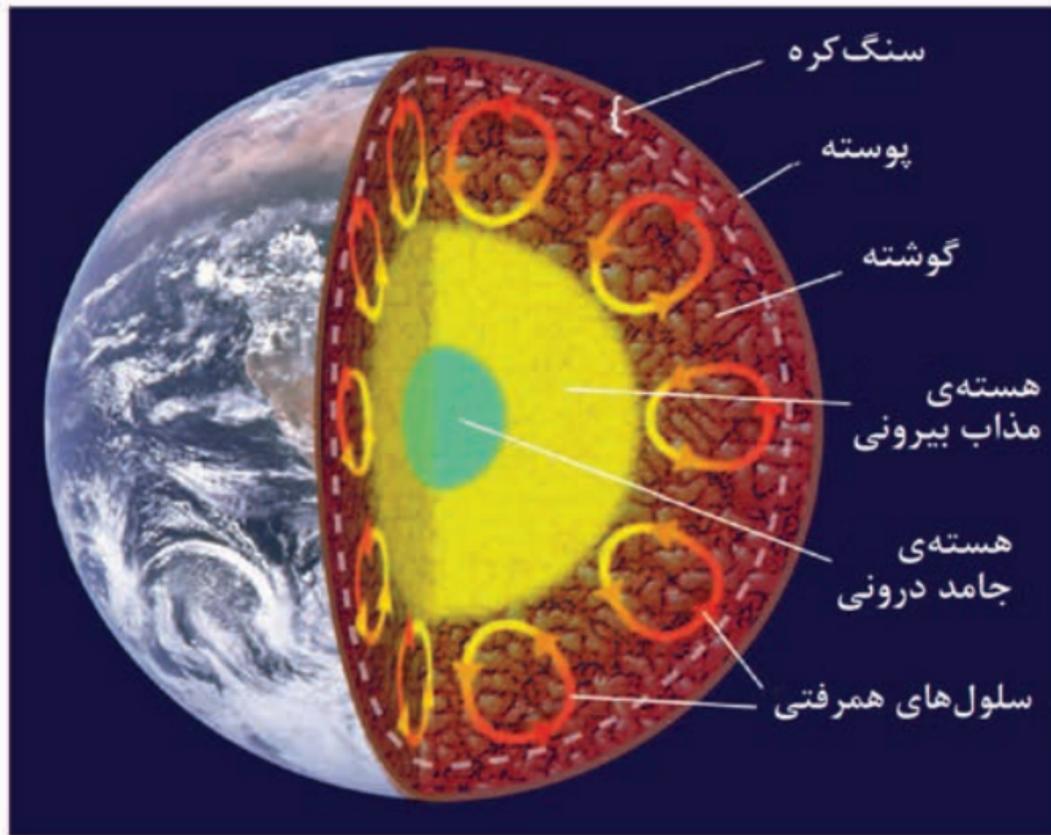
شکل ۶.۲ این تصویر متعلق به تلسکوپ آما (آرایه‌ی بزرگ میلی‌متری / زیر میلی‌متری آناکاما^۱ است و جزئیات بسیار خوبی را در صفحه‌ی تشکیل‌دهنده‌ی سیارات در اطراف یک ستاره‌ی جوان نشان می‌دهد (رصدخانه‌ی جنوبی اروپا / رصدخانه‌ی ملی ستاره‌شناسی ژاپن / رصدخانه‌ی ملی رادیویی آمریکا)



شکل ۷.۲ حدود ۴/۵ میلیارد سال پیش، سامانه‌ی امروزی زمین-ماه، احتمالاً به خاطر یک برخورد عظیم بین دو پیش‌سیاره شکل گرفته است (ناسا)



شکل ۸.۲ بازمانده‌های ابرنواختر کپلر از سال ۱۶۰۴ همان‌طور که امروز به نظر می‌رسد. تصویر، ترکیبی از مشاهدات انجام شده در تابش‌های اپتیکی، فروسرخ و پرتو ایکس است (ناسا)



شکل ۱.۳ قسمت درونی زمین حاوی چندین لایه است. هر چه به سمت هسته می‌رویم دما افزایش می‌یابد و ساختار ماده تغییر می‌کند. حرکت در گوشته، جابجایی آهسته‌ی قاره‌ها را توضیح می‌دهد (پیتر لینده)

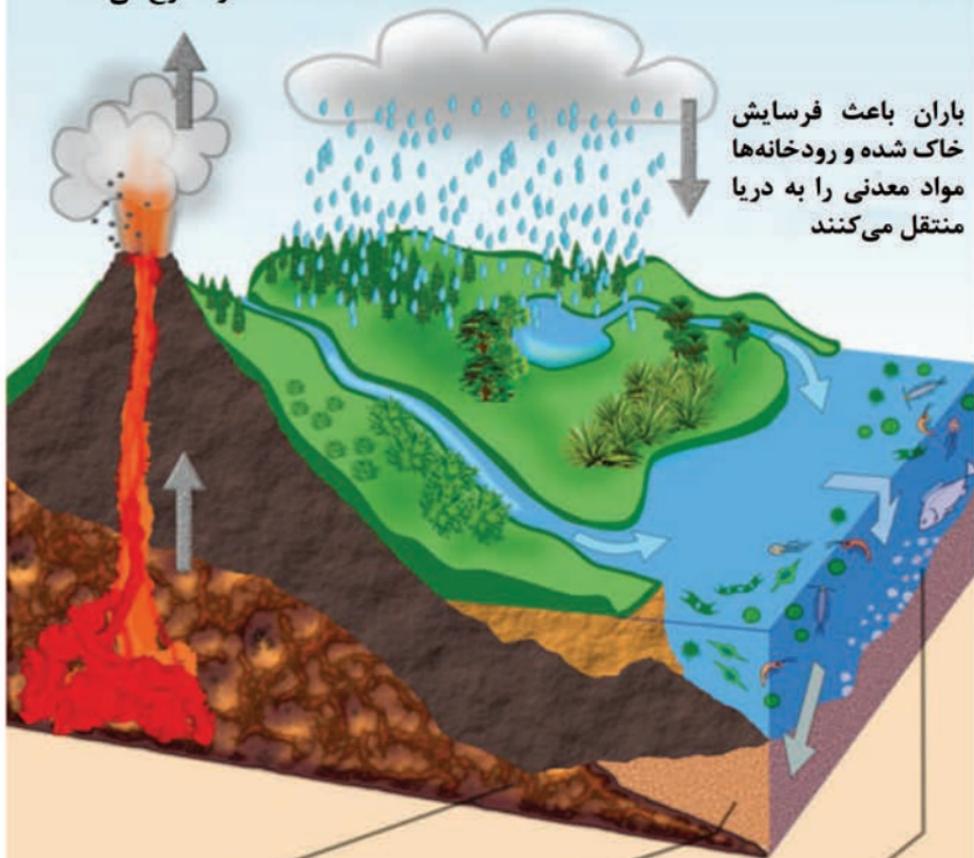


شکل ۲.۳ نمایش کلی اثر گلخانه‌ای (پیتر لینده/ زوفری (Zoofari))

آتش فشان ها
دی اکسید کربن
را خارج می کنند

دی اکسید کربن موجود در جو در باران
حل می شود

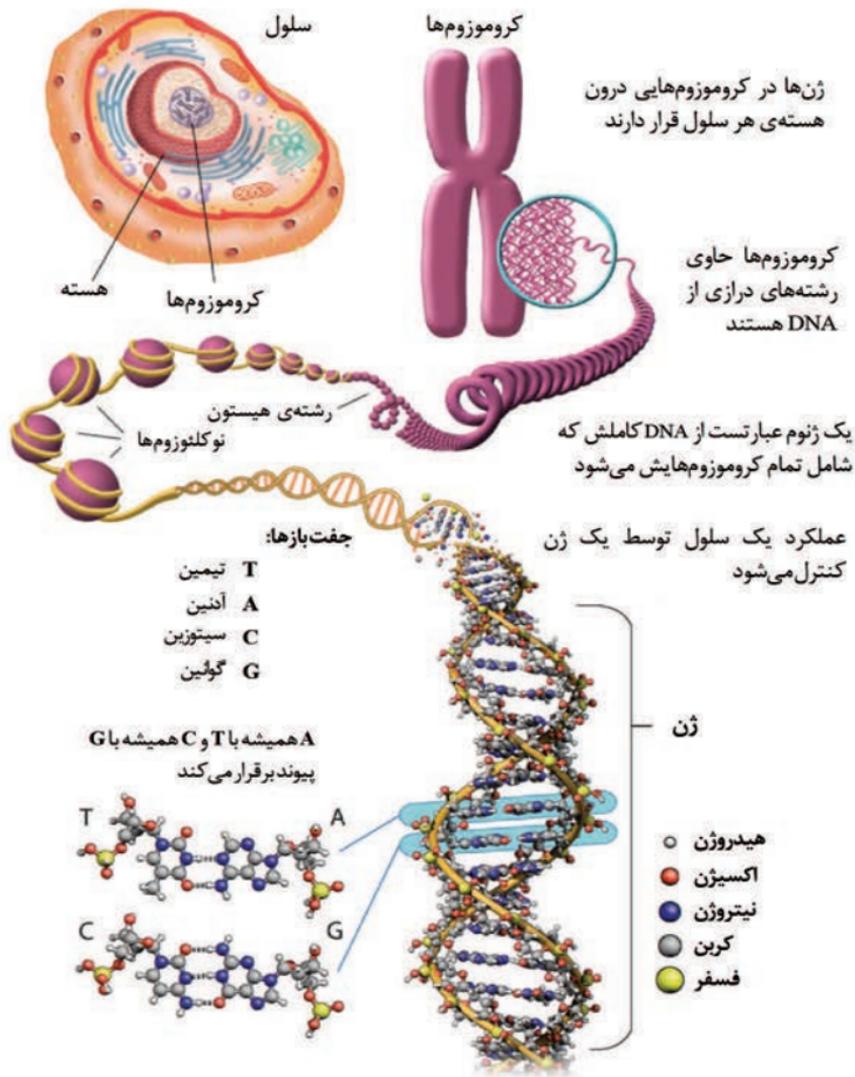
باران باعث فرسایش
خاک شده و رودخانه ها
مواد معدنی را به دریا
منتقل می کنند



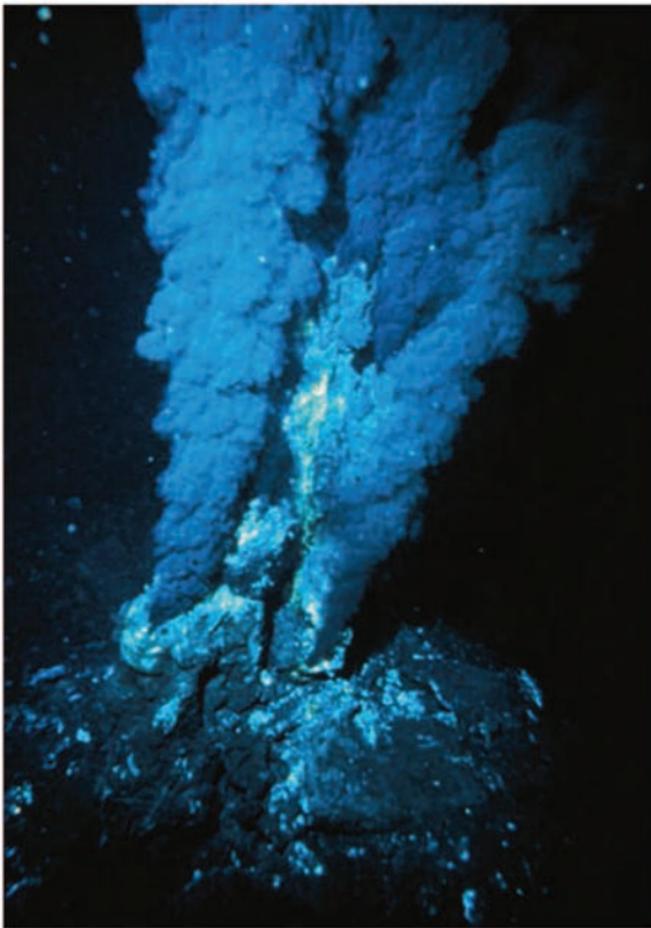
سنگ های کربن دار به
زور وارد گشته شده
و سپس ذوب می شوند

مواد معدنی با دی اکسید کربن
واکنش نشان داده و سنگ های
کربن دار را تشکیل می دهند

فیتوپلاکتون ها دی اکسید
کربن را مصرف کرده و با
رسوبات بستر دریا ادغام
می شوند



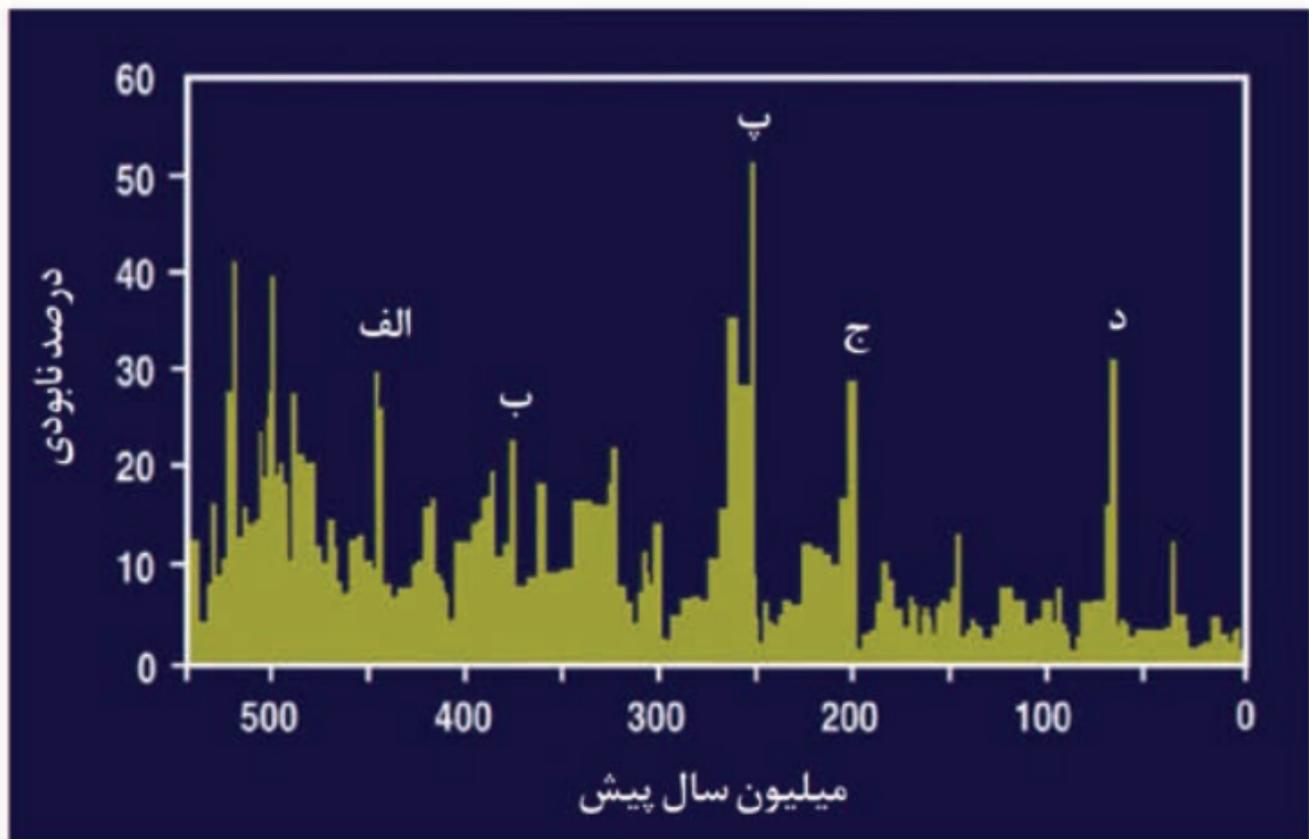
شکل ۴.۳ ارتباط بین ژنوم و مولکول‌های DNA. بالا: ژنوم مجموع کروموزوم‌هایی است که در تمامی یاخته‌ها وجود دارد. هر کروموزوم شامل سه رشته‌ی دراز مولکول DNA است. پایین: قسمتی از مولکول DNA. جفت‌بازهای (Base pair) عرضی نیتروژن‌دار به یک ستون فقرات مارپیچ دور رشته‌ای وصل هستند. دو مثال از جفت‌بازها از بالا با جزئیات زیاد نشان داده شده است. تنوع اتمی عناصر اصلی را هم می‌توان مشاهده کرد (اوا دگنگارد)



شکل ۵.۳ حیات بیگانه بر روی زمین؟ اکستریموفیل‌های بی‌هوازی که نه به نور نیاز دارند و نه به اکسیژن و در دهانه‌های گرم‌آبی در بستر اقیانوس‌ها رشد می‌کنند (OAR/NURP/NOAA)



شکل ۶.۳ برخوردی غول‌آسا در ۶۵ میلیون سال پیش به معنی پایانی برای دایناسورها و فرصتی برای پستانداران بوده است (مایک کارول)



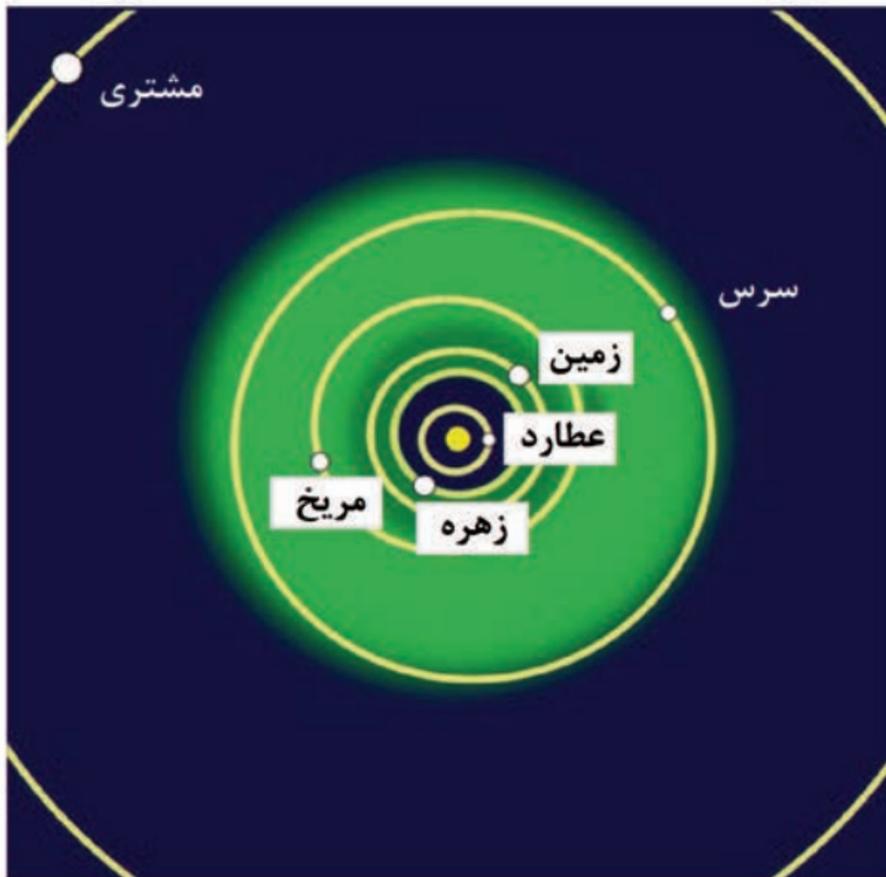
شکل ۷.۳ پنج انقراض دسته‌جمعی بزرگ که در طول ۵۰۰ میلیون سال گذشته اتفاق افتاده است. مقیاس درصدی به کل خانواده‌ی گونه‌های منقرض شده می‌پردازد.



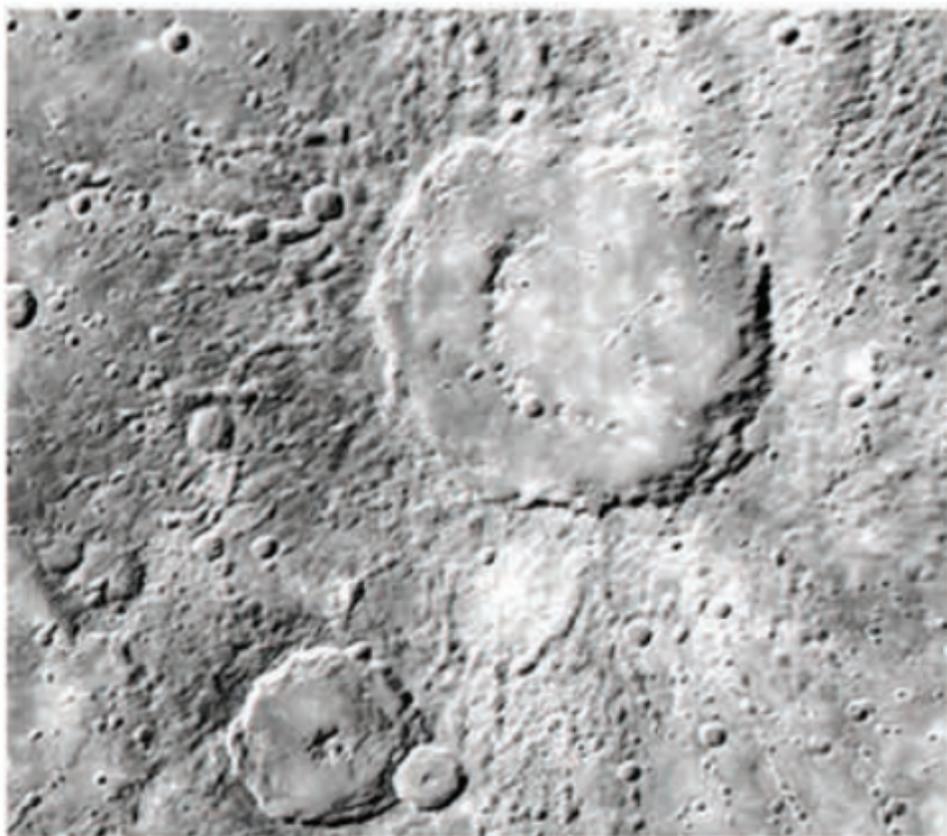
شکل ۸.۳ خرس‌های آبی می‌توانند شرایط بسیار متنوعی را تحمل کنند. این تصویر با یک میکروسکوپ الکترونی پوشی / روبشی گرفته شده است (منبع علمی / چشم علم)



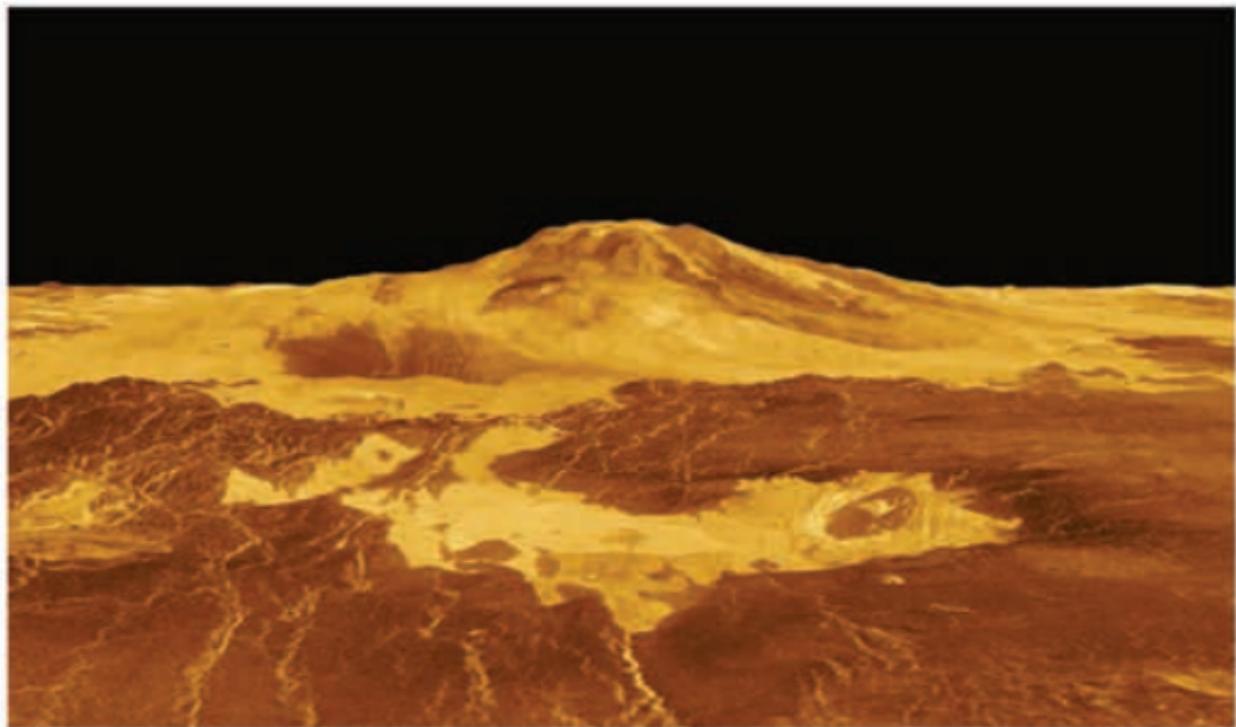
شکل ۱.۴ نقشه‌ی اسکیاپارلی در سال ۱۸۷۷ که سیاره‌ی مریخ و به اصطلاح کانال‌هایش را نشان می‌دهد



شکل ۲.۴ قسمت‌های داخلی سامانه‌ی خورشیدی به همراه دامنه‌ی زندگی مشخص شده است. سبز روشن به تخمین‌های وسیعی از این دامنه و سبز تیره به تخمین‌های محافظه‌کارانه‌تر اشاره دارد.

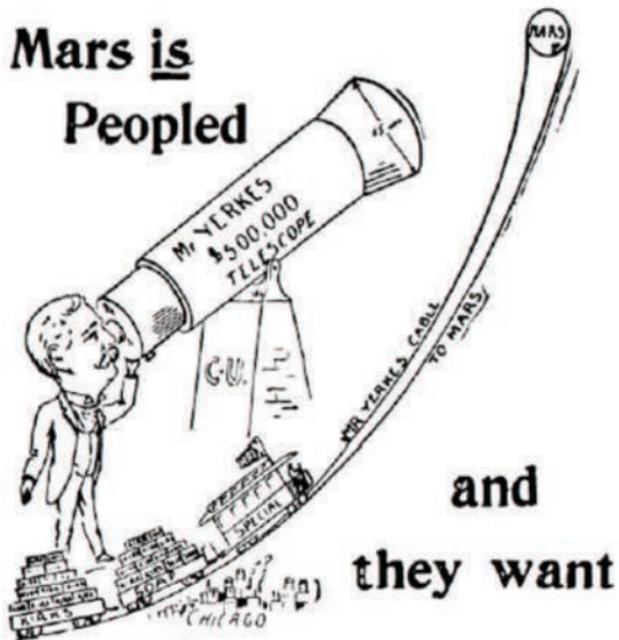


شکل ۳.۴ سطح عطارد از نمایی نزدیک. دهانه‌ی بزرگ‌تر، به افتخار نویسنده‌ی سوئدی، آگوست استریندبرگ^۲، استریندبرگ نامیده شده است.



شکل ۴.۴ بزرگ‌ترین آتشفشان زهره، کوه مت نام دارد که تقریباً ۸ کیلومتر ارتفاع دارد. این تصویر از اندازه‌گیری‌های راداری فضایی انجام شده توسط فضایی‌های ماژلان به دست آمده است. در مقیاس ارتفاعی، برای نشان دادن ساختارها اغراق شده است (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت)

Mars is
Peopled



and
they want

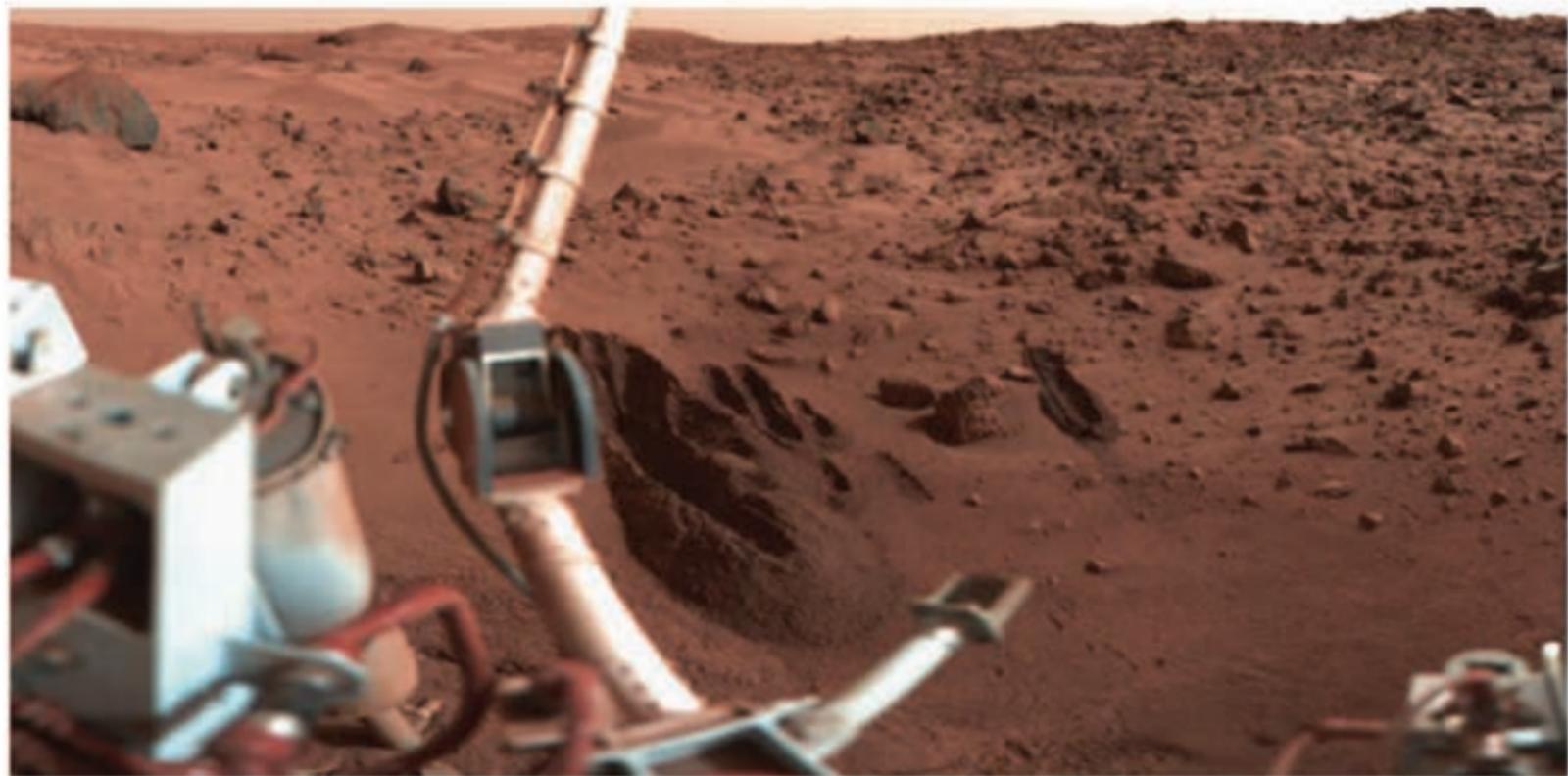
KIRK'S
AMERICAN FAMILY
SOAP

Kirk's Duskv Diamond Soap, best for Ladies Toilet.

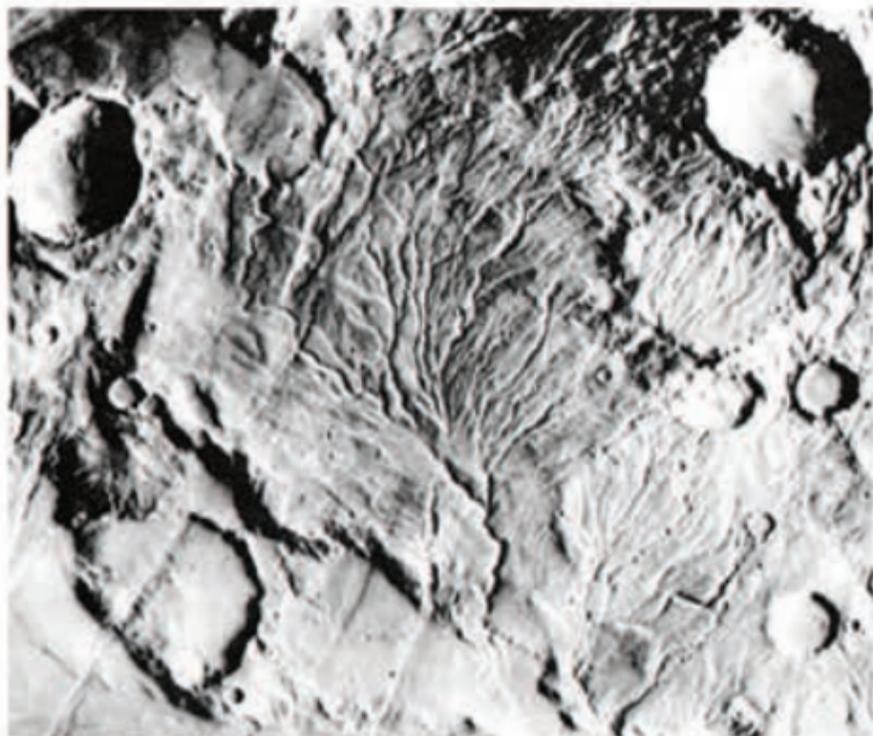
شکل ۵.۴ در سال ۱۸۹۳ شرکت کِرک می‌خواست به مریخی‌ها صابون بفروشد. مرد تاجری به نام
یرکیز برای بزرگ‌ترین عدسی‌های تلسکوپ جهان سرمایه‌گذاری کرد.



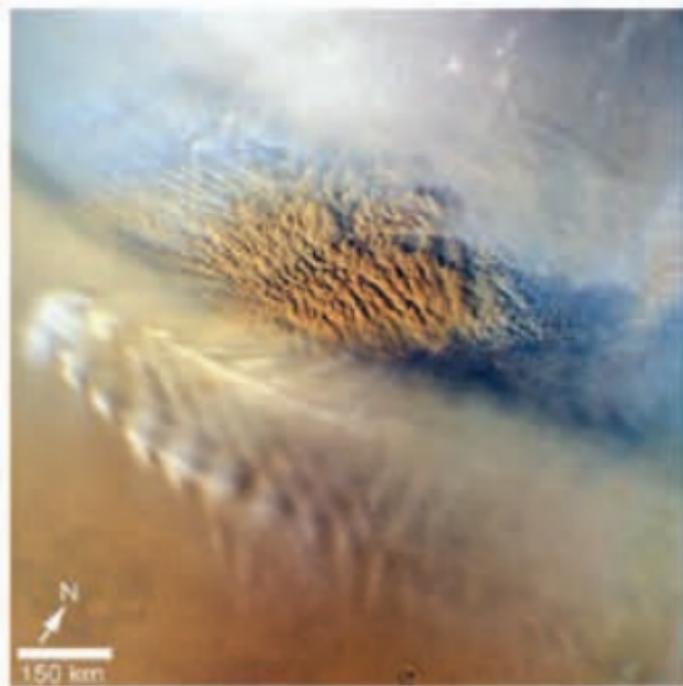
شکل ۶.۴ رصد مریخ با تلسکوپ هابل در سال ۱۹۹۹. دو کلاهک قطبی را می‌توان در عکس مشاهده کرد. نواحی تیره، ساختارهای ثابت هستند. در قسمت راست یک سامانه‌ی ابری در بالای کوه المپوس دیده می‌شود که بزرگ‌ترین آتش‌فشان سامانه‌ی خورشیدی است (ناسا/ آژانس فضایی اروپا / گروه میراث هابل (انجمن دانشگاه‌ها برای تحقیقات در حوزه‌ی ستاره‌شناسی / موسسه علوم تلسکوپ فضایی))



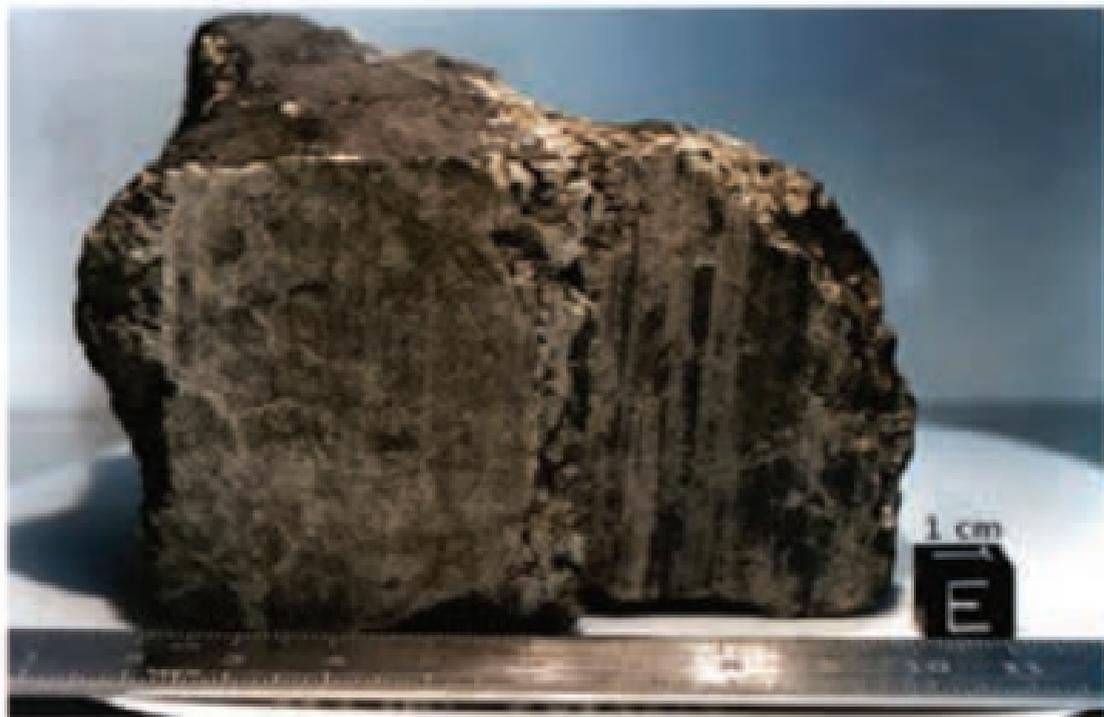
شکل ۷.۴ در سال ۱۹۷۶ وایکینگ ۱ برای اولین بار چشم‌انداز مریخ را به ما نشان داد (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت - کلتک)



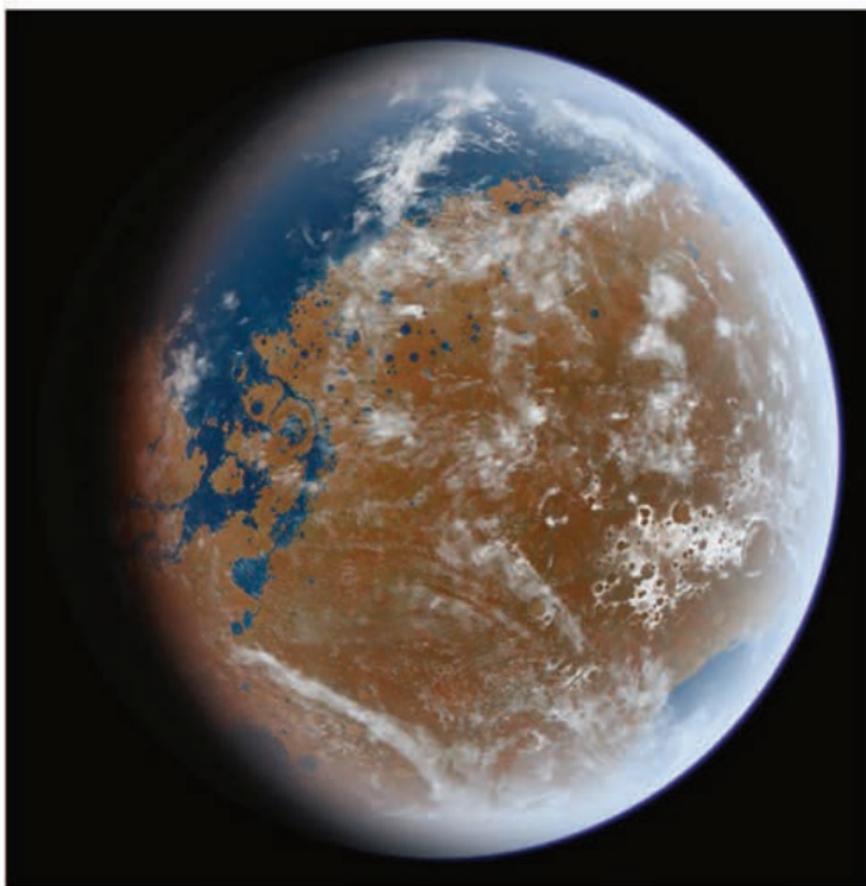
شکل ۸.۴ چپ: یک نمای نزدیک اولیه از مریخ. دهانه‌ها باعث می‌شوند سطح مریخ بسیار شبیه ماه باشد ولی نشانه‌های مشخصی از وجود پیشین مایعات وجود دارد. راست: جریان‌های قدرتمندی عوارض زمین مریخ را در زمان‌های باستان شکل داده است.



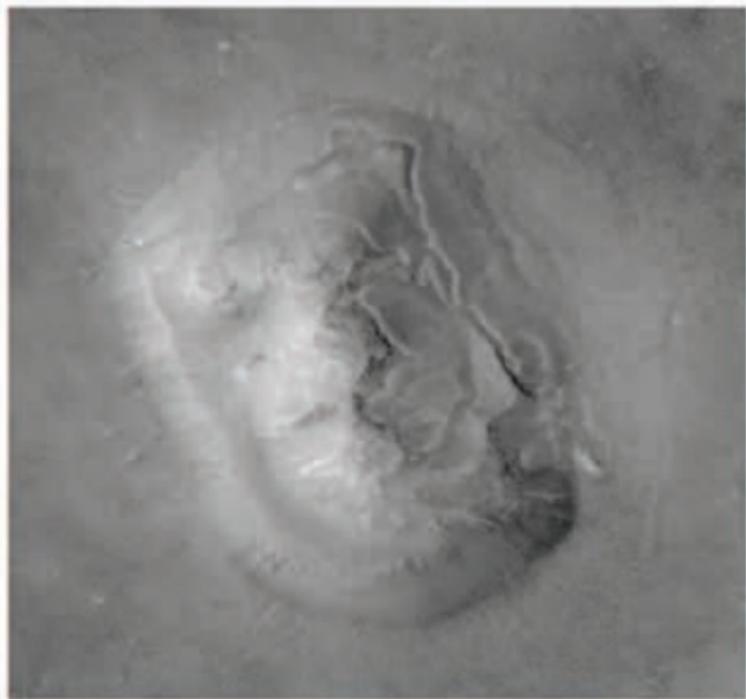
شکل ۹.۴ چپ: یک رانش در حال پیشرفت در مریخ که از بالا دیده می‌شود. در لبه‌ی چپ، پوشش‌های یخی دیده می‌شوند. خاک مریخ از پرتگاهی به ارتفاع ۷۰۰ متر افتاده است. راست: یک طوفان شنی غول‌آسا که توسط یک فضایی‌مای مدارگرد گرفته شده است. (ناسا / آزمایشگاه پیش‌رانش جت-کلتک / سامانه‌های علوم فضایی مالین)



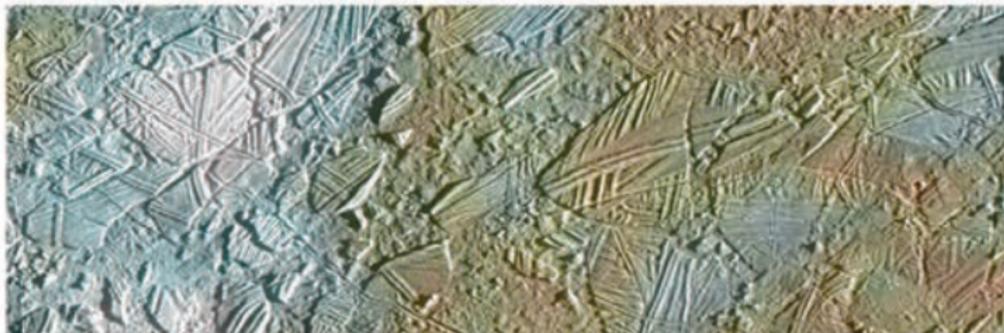
شکل ۱۰.۴ چپ: شهاب سنگی با خاستگاه مریخ. راست: تصویر بحث برانگیز از یک جاندار محتمل پیدا شده در درون شهاب سنگ (ناسا/ بخش ناسا در دانشگاه استنفورد)



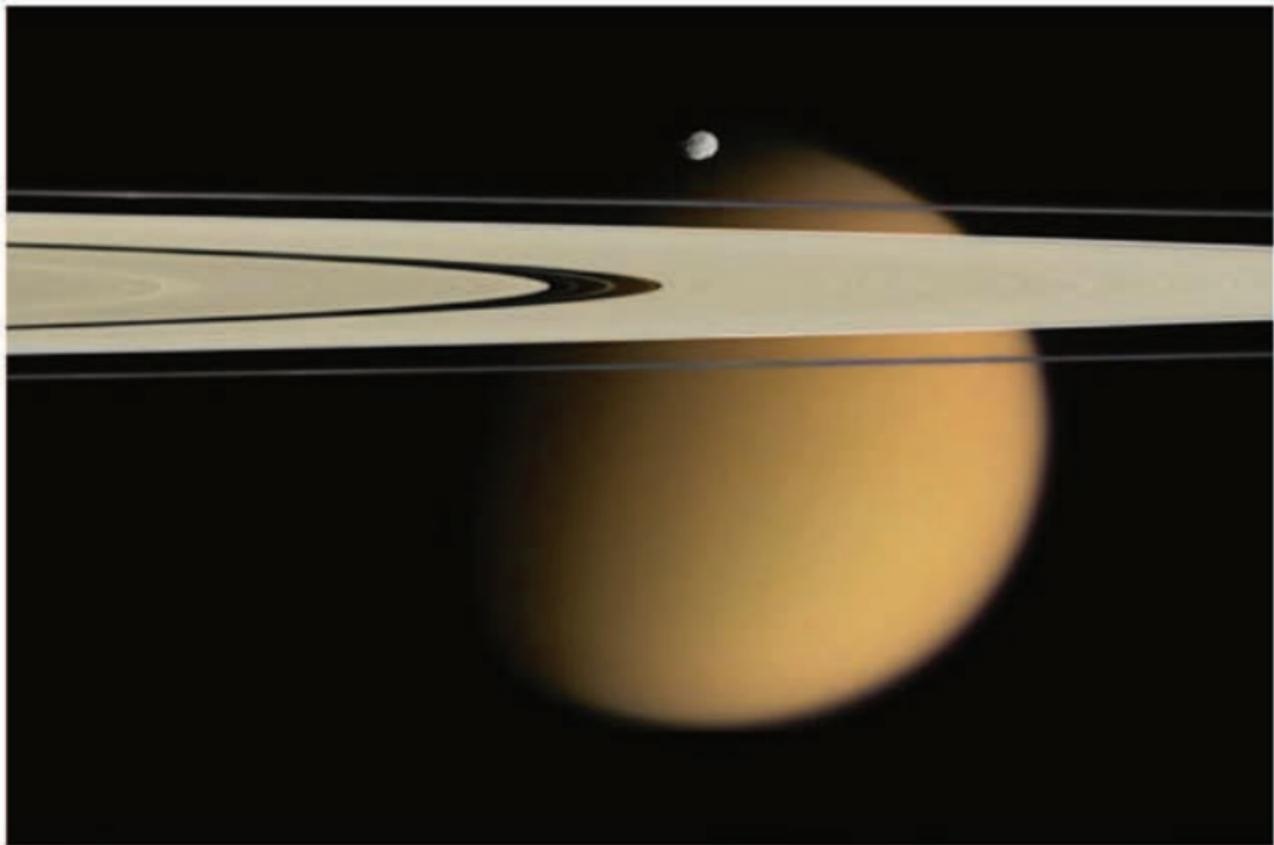
شکل ۱۱.۴ یک حالت مفروض از مریخ در ۴ میلیارد سال گذشته. یک سیاره‌ی غنی از آب؟ (کریستین دارکین / کتابخانه‌ی تصاویر علمی / آی بی ال)



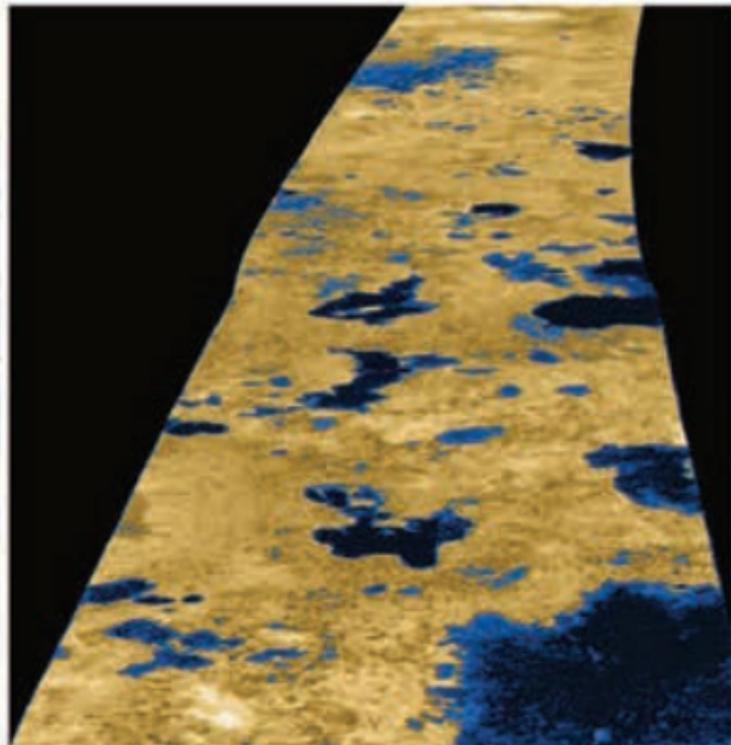
شکل ۱۲.۴ «صورت مریخی». حتی بعد از اولین سفر اکتشافی به مریخ، هنوز فرضیات درباره‌ی پیام به زمین از طرف مریخی‌ها فراوان بود. ساختار سنگی سمت چپ به عنوان صورت انسان تفسیر شده است و مریخی‌ها قصد داشته‌اند با آن پیامی را برسانند. در سمت راست همان ساختار سنگی از زاویه‌ای مشابه ولی با وضوح تصویر بسیار بالاتری دیده می‌شود (ناسا)



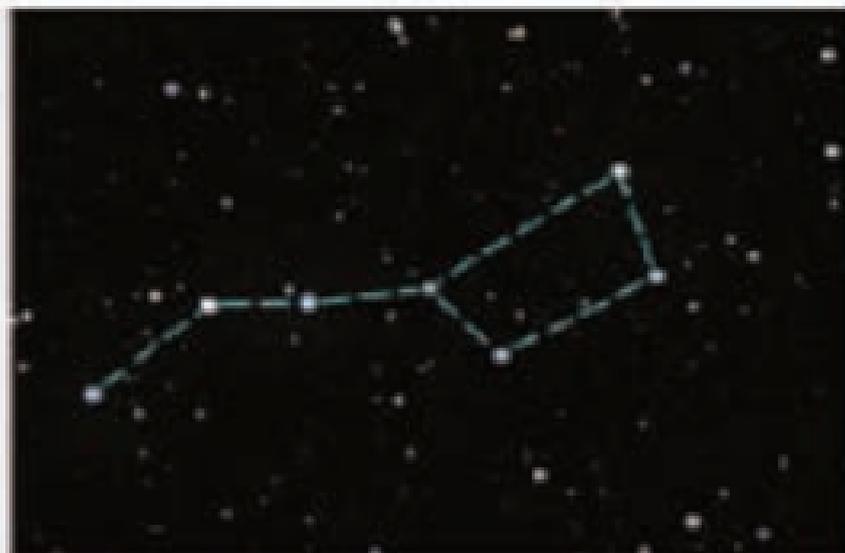
شکل ۱۳.۴ بالا: ماه پوشیده از یخ مشتری، اروپا. زیر: نمایی نزدیک از اروپا نشان می‌دهد که سطح آن مملو از ترک‌های یخی است (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت/ مرکز هوافضای آلمان/ دانشگاه آریزونا)



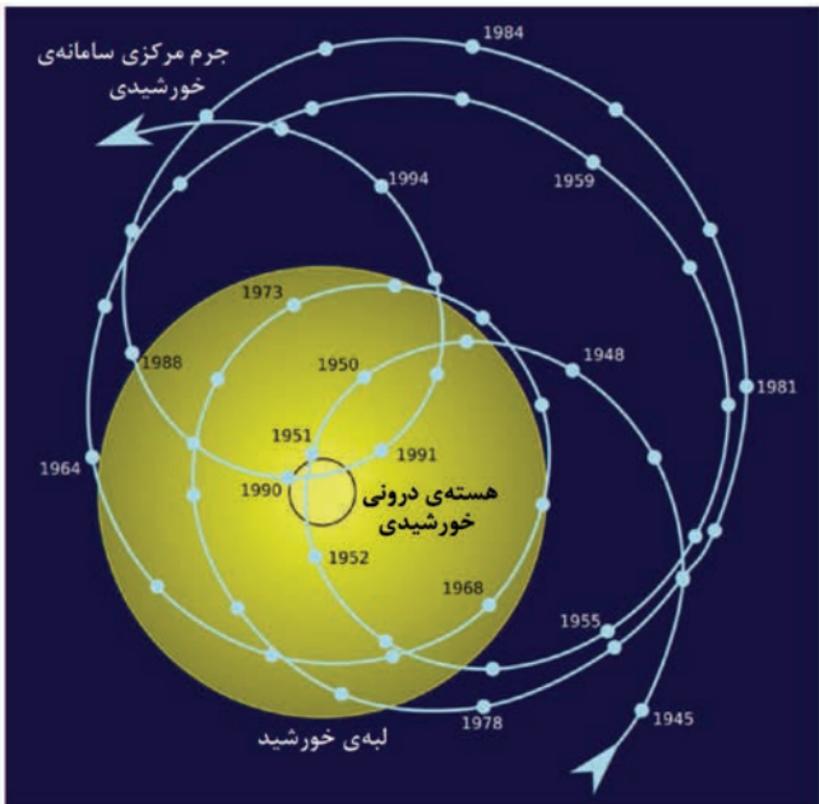
شکل ۱۴.۴ تصویر تایتان که توسط کاوشگر کاسینی گرفته شده است، با حلقه‌هایی از زحل و ماه کوچک اپیمتئوس که در جلوی عکس دیده می‌شوند (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت / موسسه‌ی علوم فضایی)



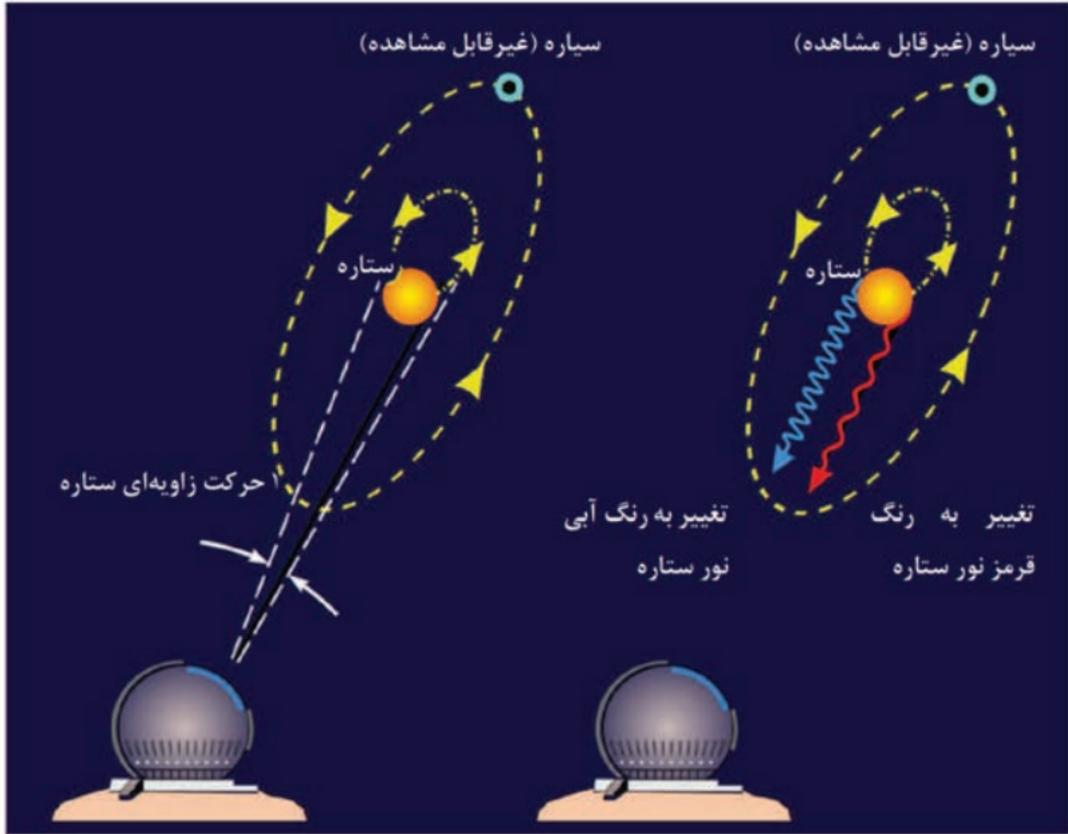
شکل ۱۵.۴ چپ: چشم‌انداز تایتان که از فرودگر هویگنس دیده می‌شود. راست: چشم‌انداز سطح که از اندازه‌گیری‌های راداری بازسازی شده است. نواحی تیره مربوط به دریاچه‌هایی از ترکیبات هیدروکربنی مایع هستند (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت/ کلتک/ سازمان زمین‌شناسی آمریکا)



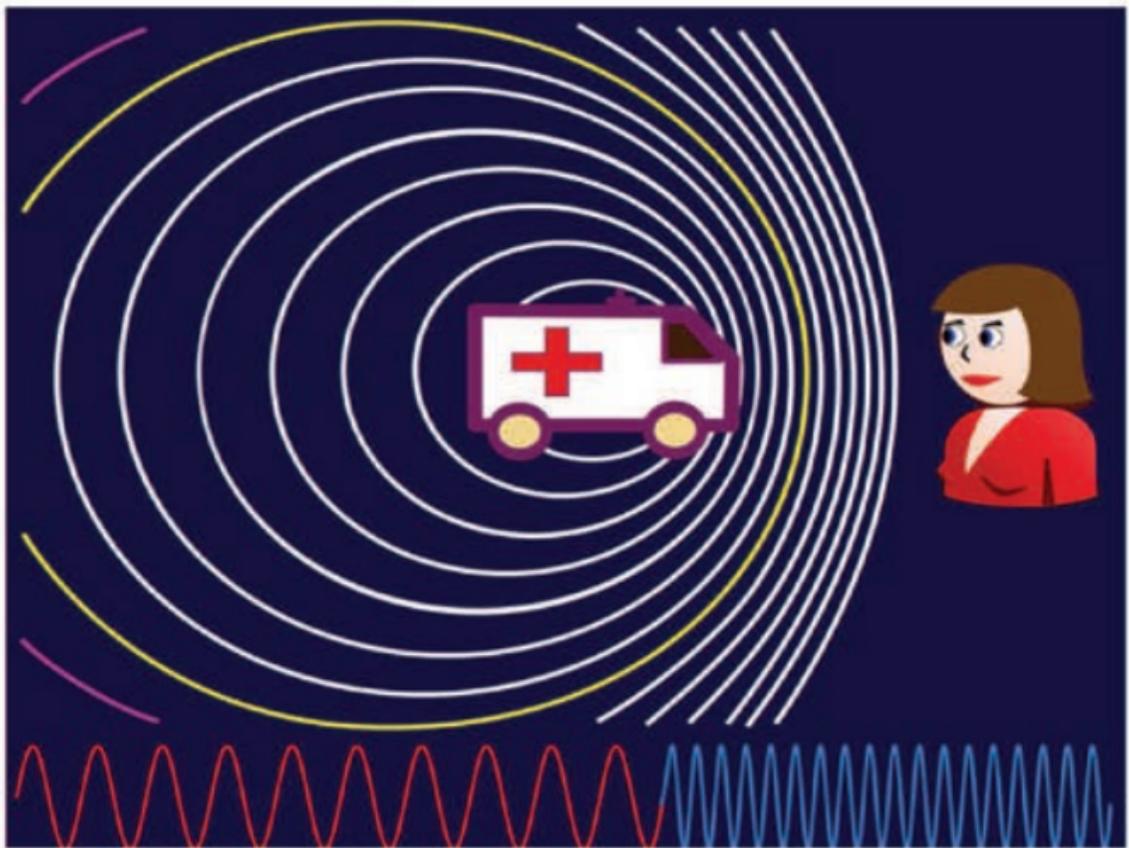
شکل ۱.۵ صورت‌های فلکی در آسمان شب به خاطر حرکت خاص ستارگان به آرامی حرکت می‌کنند. در سمت چپ دب اکبر را در ۵۰,۰۰۰ سال قبل می‌بینیم. در وسط تصویر شکل امروزی آن و در سمت راست ۵۰,۰۰۰ سال بعد آن را مشاهده می‌کنیم. (پیتر لینده)



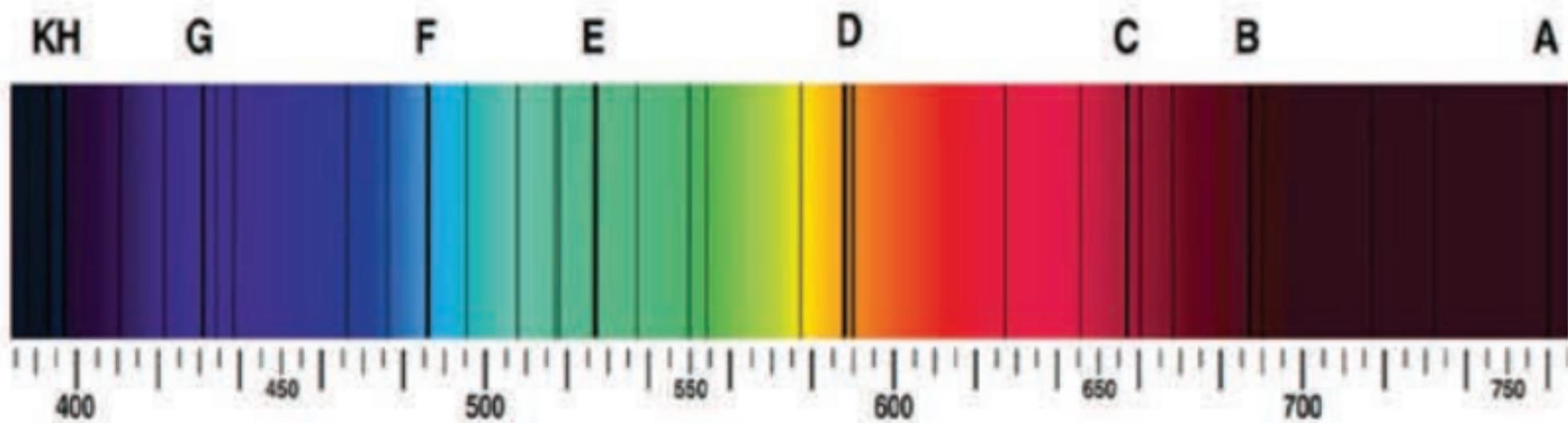
شکل ۲.۵ سیارات دور خورشید، بخصوص مشتری و زحل، با حرکت مداری خود بر موقعیت خورشید تأثیر می‌گذارند. در این شکل می‌توانیم این اثر را در طول یک دوره‌ی ۵۰ ساله مشاهده کنیم. هر نقطه، مرکز مشترک گرانشی سامانه‌ی خورشیدی یک سال است. بدیهی است که خورشید در موقعیت خود و حتی گاهی اوقات در نقطه‌ای بیرون از سطح خورشیدی تکان می‌خورد (پیتر لینده)



شکل ۳.۵ دو روش برای کشف سیارات فراخورشیدی. در سمت چپ اندازه‌گیری‌هایی نشان داده شده است که با استفاده از اخترسنجی، برای تشخیص جنبش جانبی ستاره‌ای انجام شده است. در سمت راست با استفاده از اثر دوپلر حرکت‌هایی که در مسیر دید انجام می‌شود را تعیین می‌کنند. (پیتر لینده/ پی اچ آی)

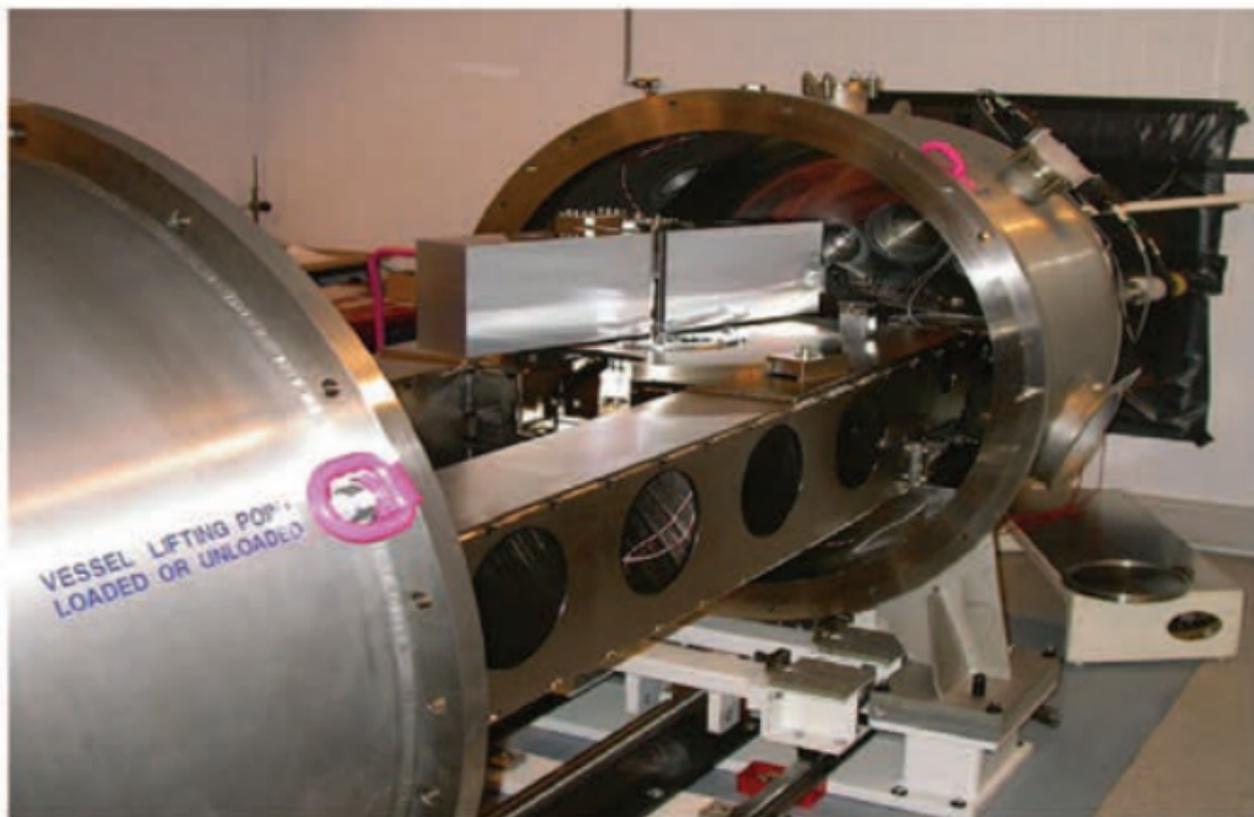


شکل ۴.۵ یک آمبولانس به سمت یک مشاهده‌کننده می‌رود. امواج صوتی آژیر فشرده و به بسامد بالاتری تبدیل می‌شوند. وقتی آمبولانس رد شود، امواج صوتی منبسط خواهند شد. (پیتر لینده)



طول موج در واحد نانومتر

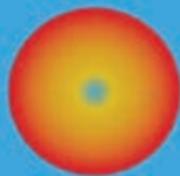
شکل ۵.۵ یک طیف ستاره‌ای برای ستاره‌های خورشیدمانند. خطوط عمودی به اصطلاح جذبی خوانده می‌شوند و با حروف مشخص گردیده‌اند و در سال ۱۸۱۴ توسط فراونهوفر^۱ طبقه‌بندی شده است. موقعیت خطوط جذبی توسط اثر دوپلر جابجا شده است. (پیتر لینده)



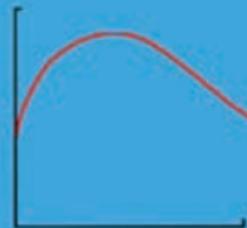
شکل ۶.۵ طیف‌نگار هارپس که در تعداد زیادی از اکتشافات سیارات فراخورشیدی استفاده شده است (ESO)

درون یک ستاره

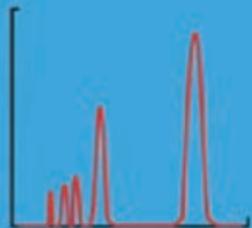
گازهای سردتر



جذب

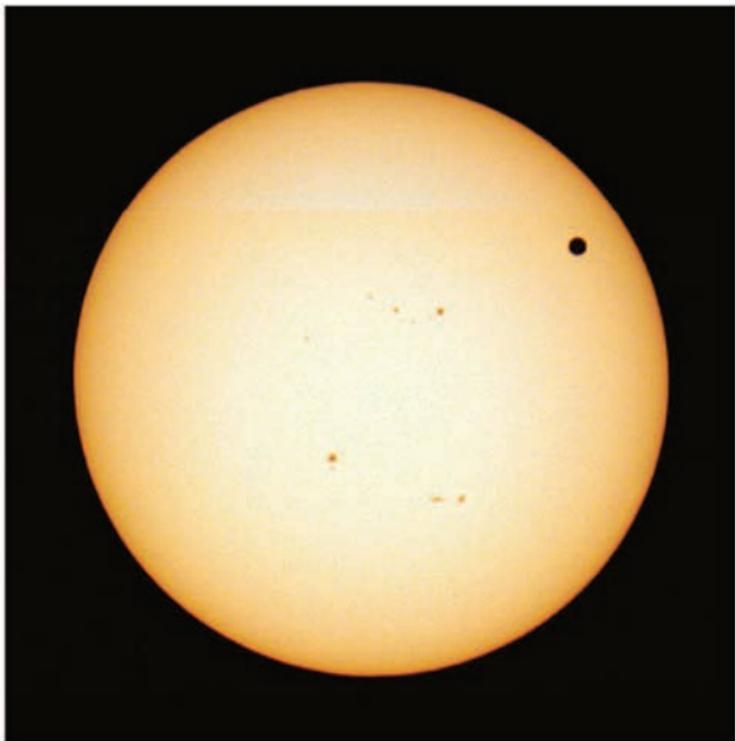


پیوستار

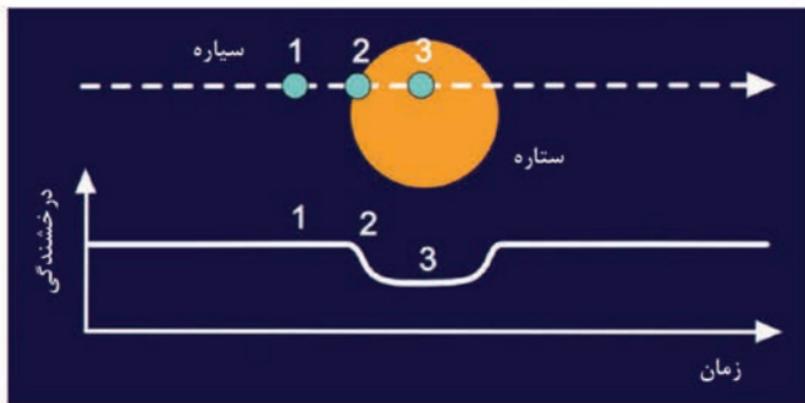


گسیل

شکل ۷.۵ قواعد کلی فرآیند پیدایش انواع مختلف طیف‌ها (اوا دگنگارد)



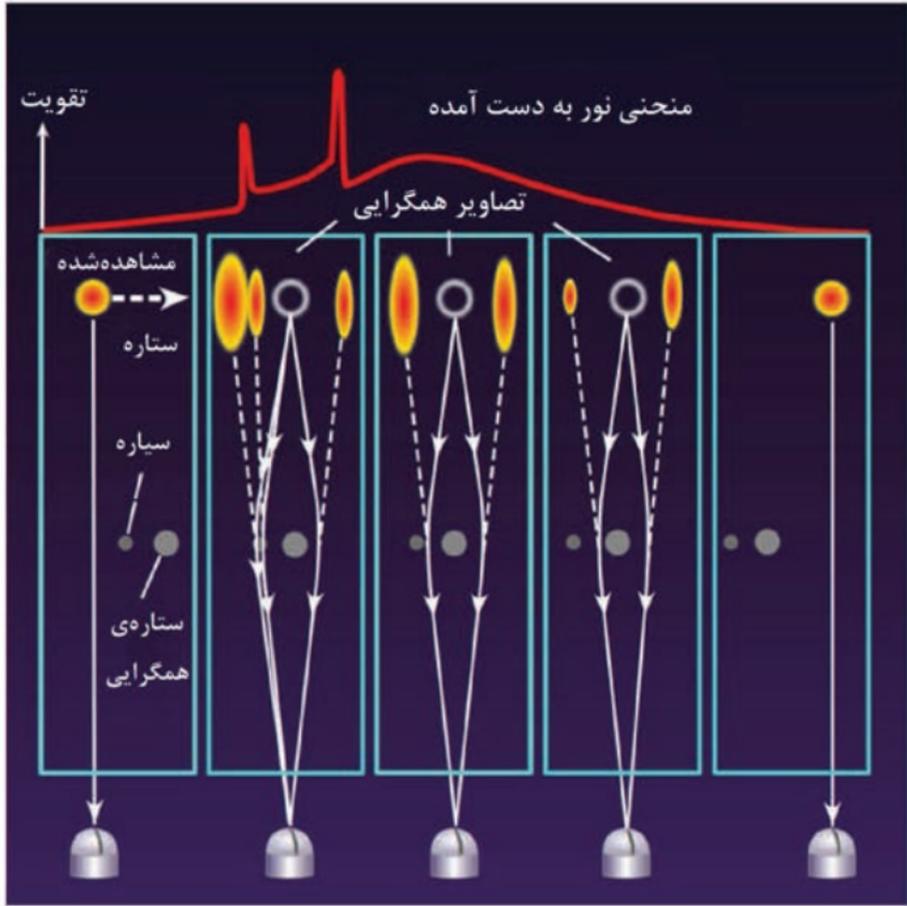
شکل ۸.۵ گذر زهره در ۶ ژوئن ۲۰۱۲. زهره مثل یک نقطه‌ی تیره دیده می‌شود. بقیه‌ی نقاط، لکه‌های خورشیدی هستند (بنیت راسنگرن)



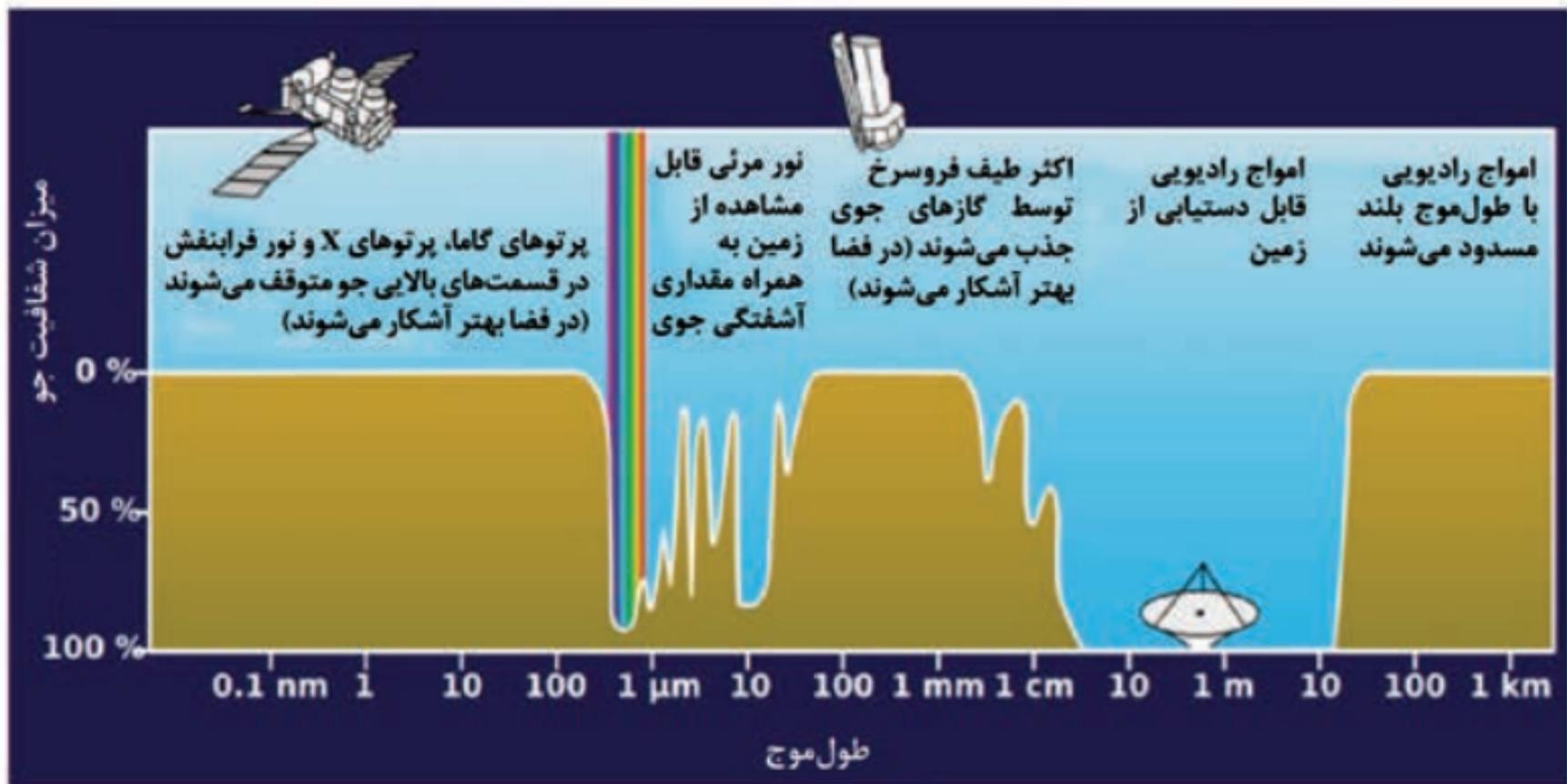
شکل ۹.۵ قاعده‌ی کلی برای یک مشاهده‌ی گذری. وقتی یک سیاره‌ی فراخورشیدی از جلوی ستاره‌اش می‌گذرد، قسمتی از نور ستاره را ضعیف و تاریک می‌کند (پیتر لینده)



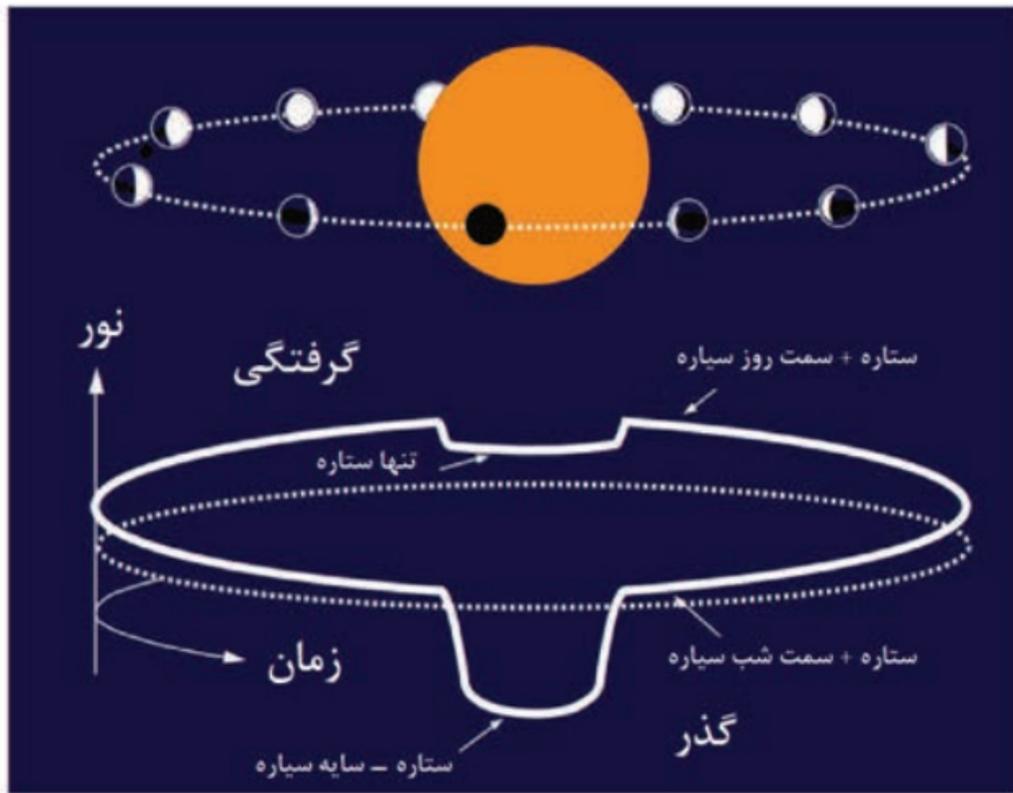
شکل ۱۰.۵ نعل کیهانی. در این تصویر شگفت‌انگیز به سادگی می‌توان دید که چطور گرانش کهکشان جلوی تصویر، به اندازه‌ای فضا را خم می‌کند که برای نوری که از کهکشان پس‌زمینه می‌آید مثل عدسی عمل می‌کند (آژانس فضایی اروپا/ هابل / ناسا)



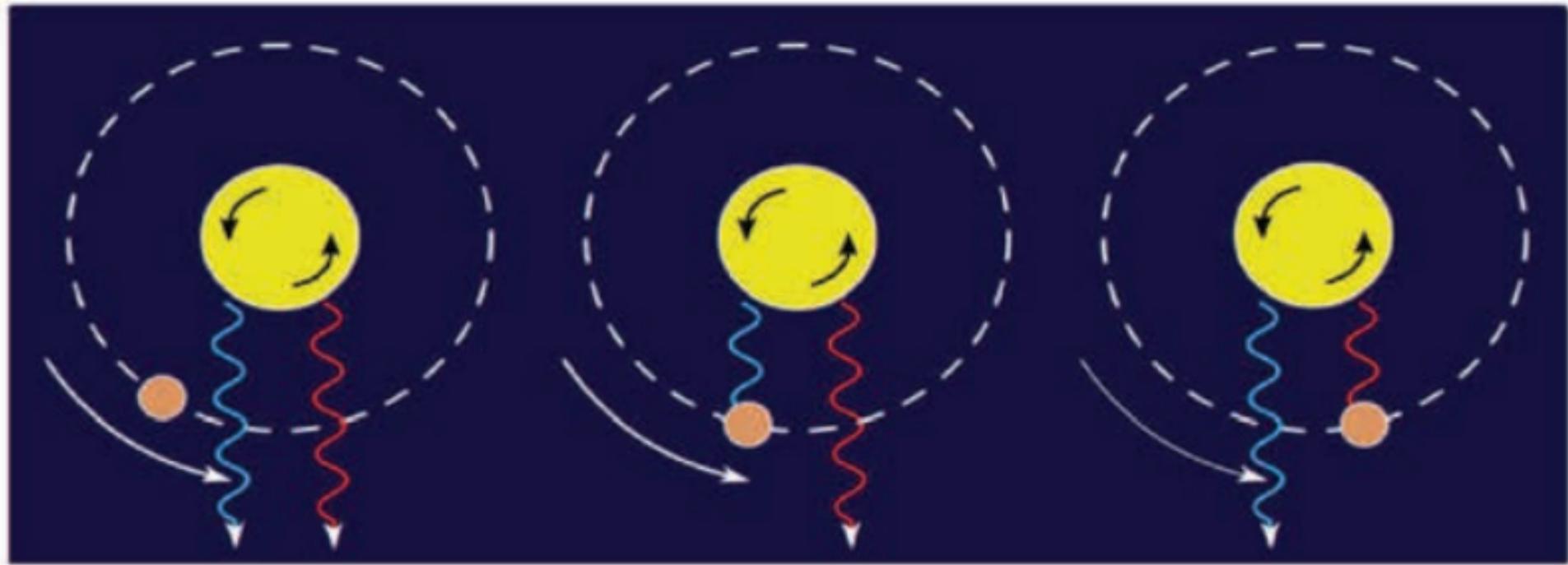
شکل ۱۱.۵ مثالی از ریزهمگرایی گرانشی. گرانش نزدیک‌ترین ستاره و سیاره‌اش فضا را خم می‌کند تا نوری که از ستاره‌ی پس‌زمینه به سمت ما می‌آید تغییر کند (ناسا/ پیتر لینده)



شکل ۱۲.۵ شفافیت جو در سطوح دریایی برای طول موج‌های مختلف (ناسا/ پیتر لینده)



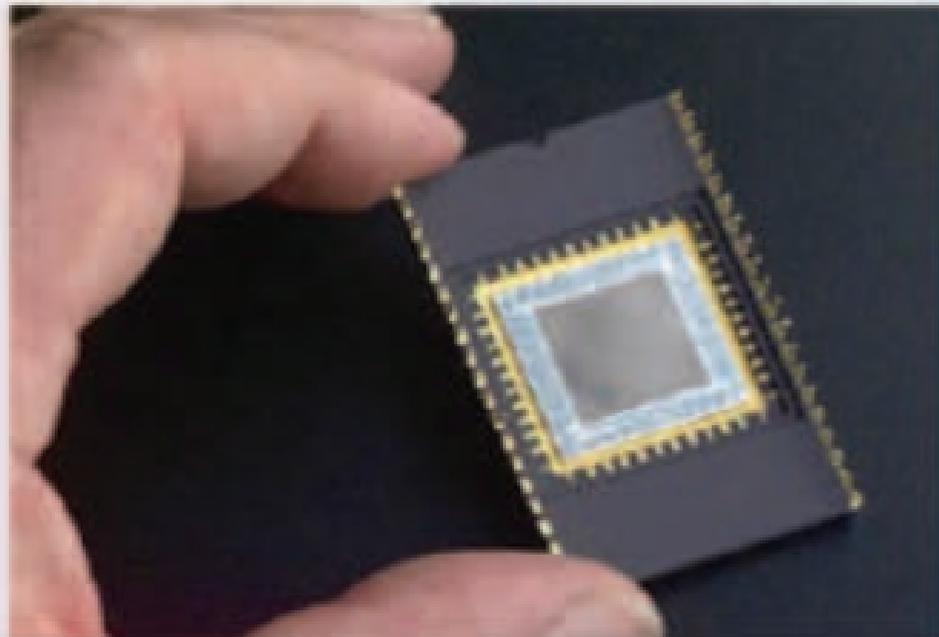
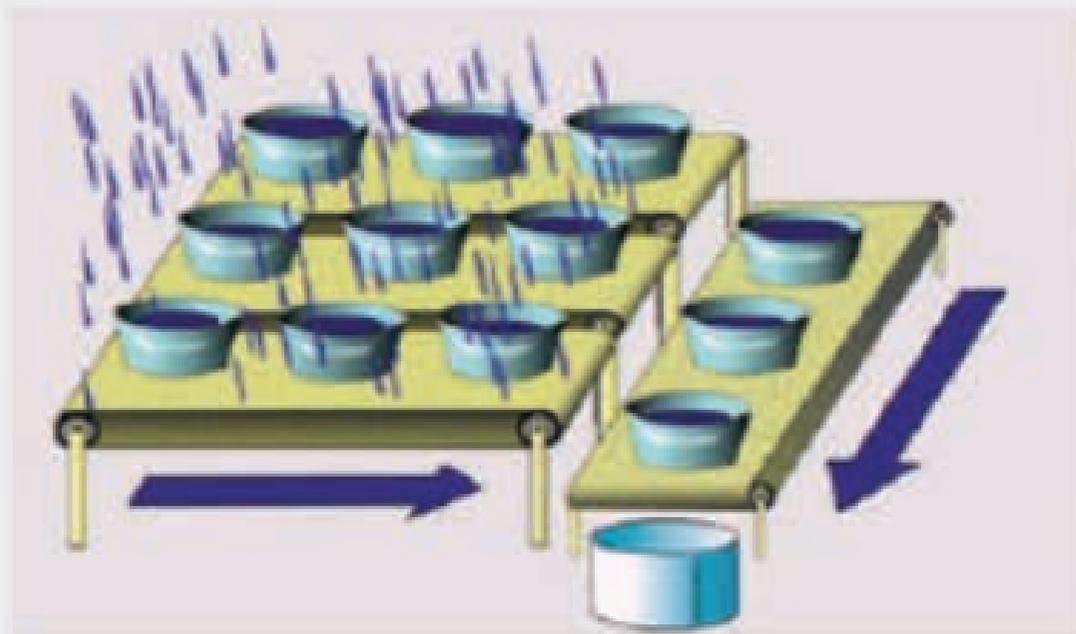
شکل ۱۳.۵ اندازه‌گیری‌های با دقت بالا باعث می‌شود خمیدگی‌های نور با جزئیات بیشتری از آنچه در شکل ۹.۵ نشان داده شده ایجاد شود. حرکت سیاره، از جهات زیادی بر درخشندگی کلی تأثیر می‌گذارد و همچنین اثرات قابل اندازه‌گیری‌ای در طیف نور به دست می‌دهد (پیتر لینده، از نسخه‌ی اصلی مایکل پریمن)



شکل ۱۴.۵ یک سیاره‌ی فراخورشیدی که از جلوی ستاره‌ی میزبانش می‌گذرد، در ابتدا مقداری از نور یک سمت و سپس سمت دیگر ستاره را مسدود می‌کند. این پدیده نشان می‌دهد که آیا جهت مدار چرخش سیاره با ستاره‌اش یکسان است یا نه (نیکولاس شنکس)



شکل ۱۵.۵ دستگاه ایکس او (XO) حاوی ۲ لنز تله فوتو ۲۰ سانتی متری است که هر کدام دوربین CCD خودشان را دارند (ناسا/ آژانس فضایی اروپا/ جی. استایز/ موسسه‌ی علوم تلسکوپ فضایی)



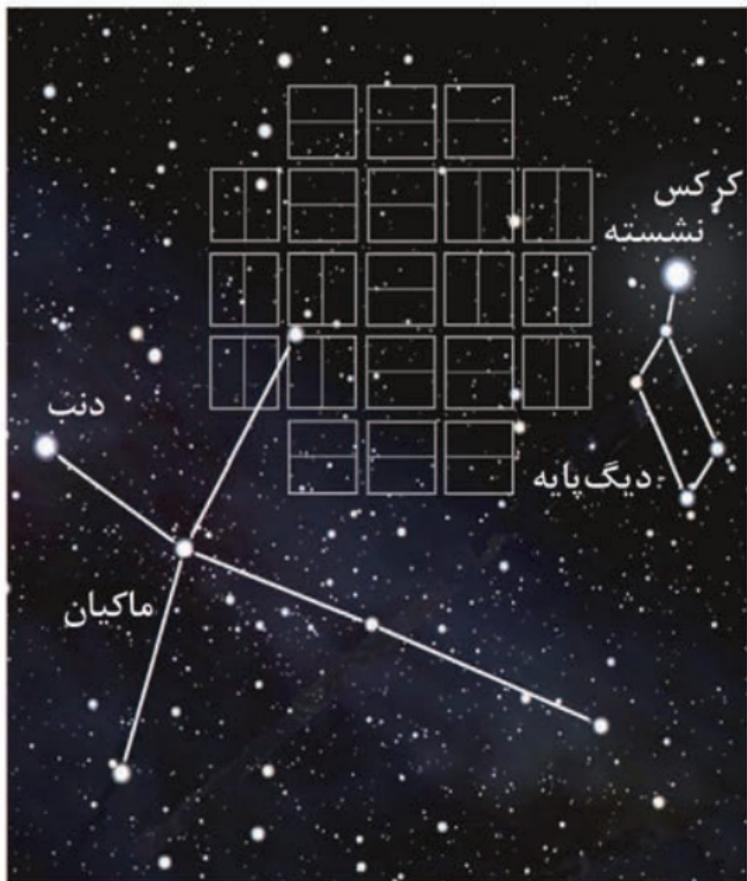
شکل ۱۶.۵ چپ: قواعد کلی یک دوربین CCD (ساده شده). راست: تراشه‌ای از دوربین CCD که در حوزه‌ی ستاره‌شناسی کاربرد دارد (پیتر لینده، ناسا)



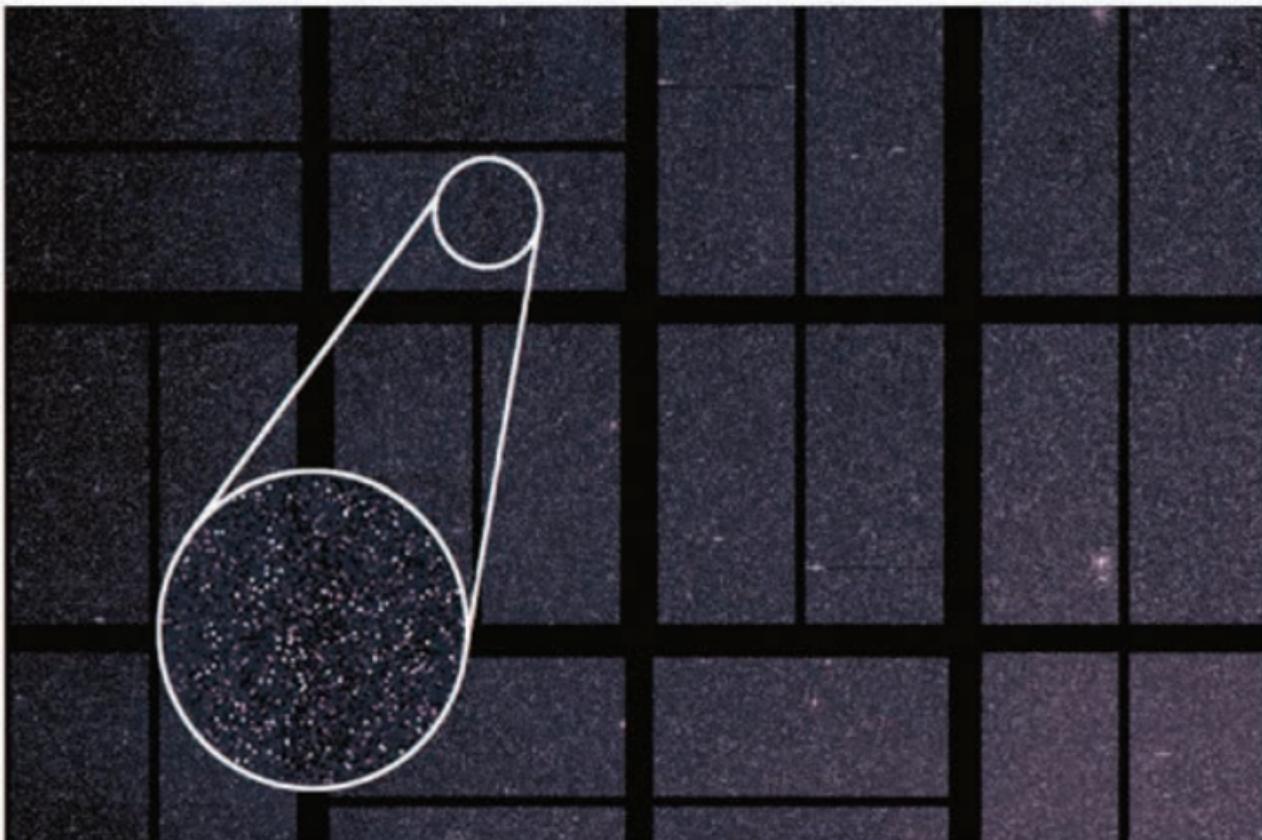
شکل ۱۷.۵ تلسکوپ‌های بزرگ آمریکایی کک ۱ و کک ۲ که در ارتفاع ۴,۰۰۰ متری قله‌ی کوه مونا کیئا در هاوایی قرار گرفته‌اند (کتابخانه‌ی تصاویر علمی / آی بی ال)



شکل ۱۸.۵ تلسکوپ کیپلر (ناسا/ آمس / جی پی ال- کلتک)



شکل ۱۹.۵ قسمتی از آسمان، بین صور فلکی ماکیان و دیگ پایه که توسط ماهواره‌ی کپلر نقشه برداری شده است (پیتر لینده)



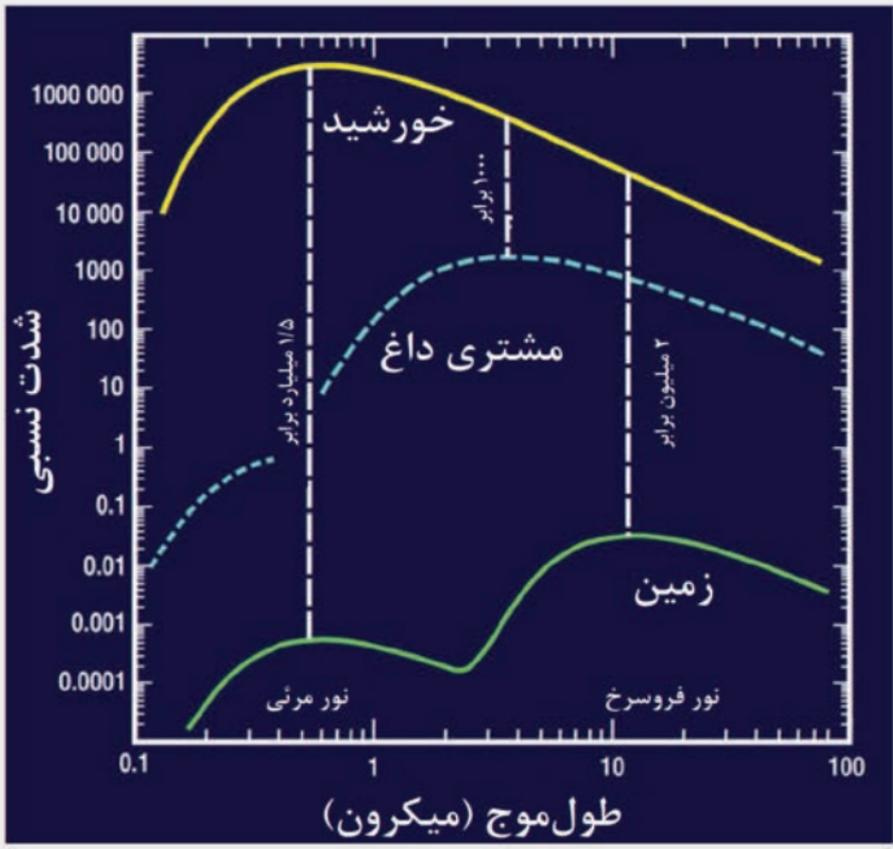
شکل ۲۰.۵ قسمتی از میدان دید تلسکوپ کپلر. صدها هزار ستاره همزمان تحت نظر هستند (ناسا/ ایمر/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت- کلتک)



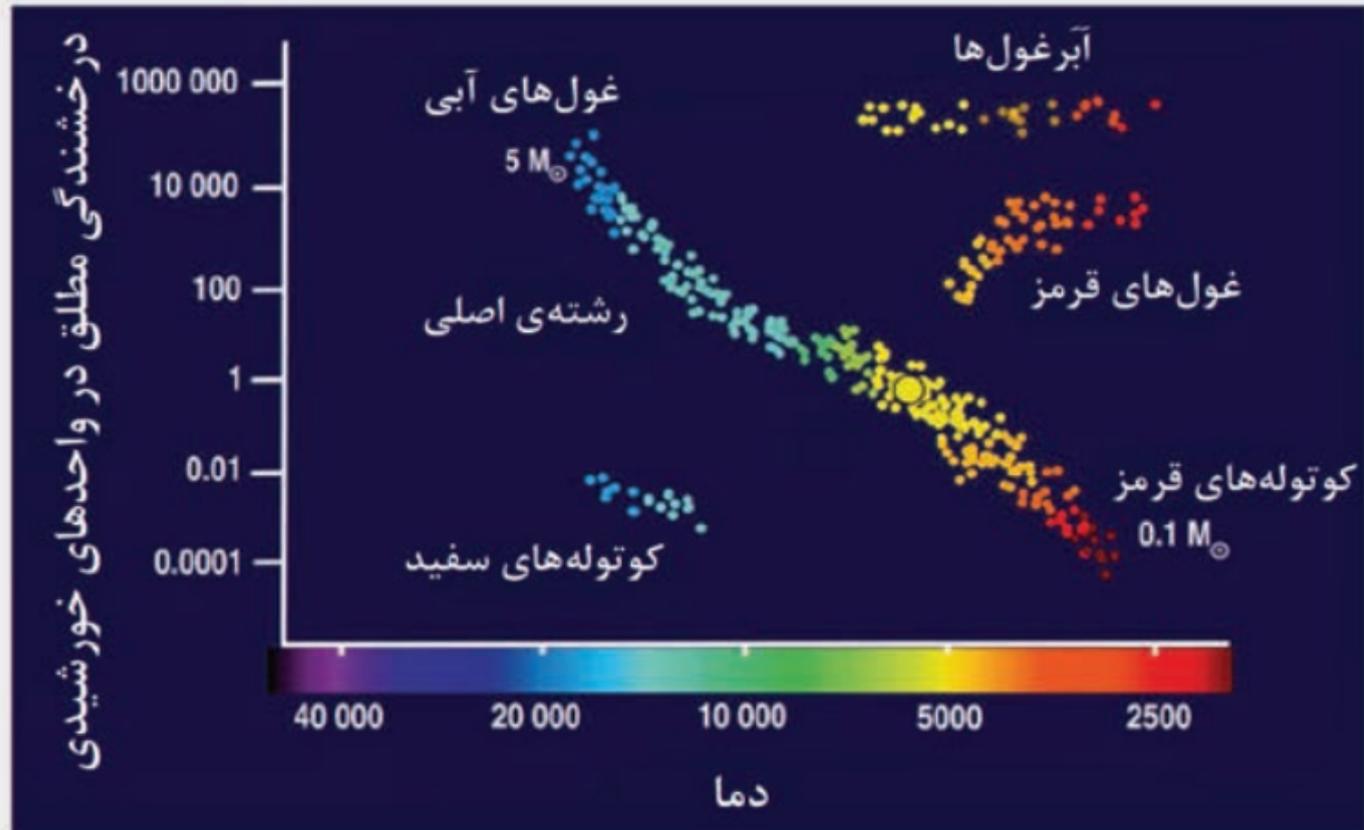
شکل ۱.۶ چشم‌اندازی از سیاره‌ای که با فاصله‌ای اندک به دور ستاره‌اش می‌گردد. اندازه‌ی ظاهری ستاره، ۲۰ برابر بزرگ‌تر از خورشید در آسمان ماست و درخشندگی آن صدها برابر بیشتر است. دمای چنین سیاراتی می‌تواند تا $2,000^{\circ}\text{C}$ برسد (رصدخانه‌ی جنوبی اروپا/ ال. کلکادا)



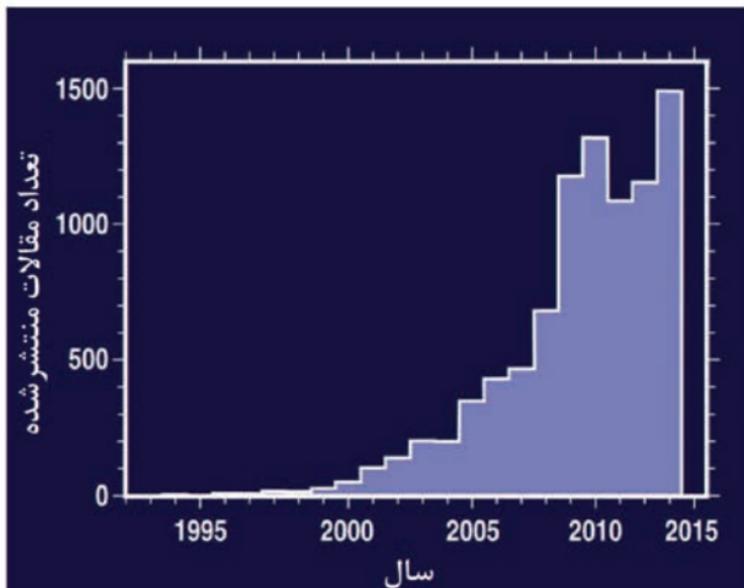
شکل ۲،۶ بعضی از ستارگانی که می شود با چشمان غیر مسلح دید، دارای سیارات فراخورشیدی هستند. در این نقشه، آسمانی زمستانی در نیم کره ی شمالی نشان داده شده است (پتیر لینده / ستاره نما)



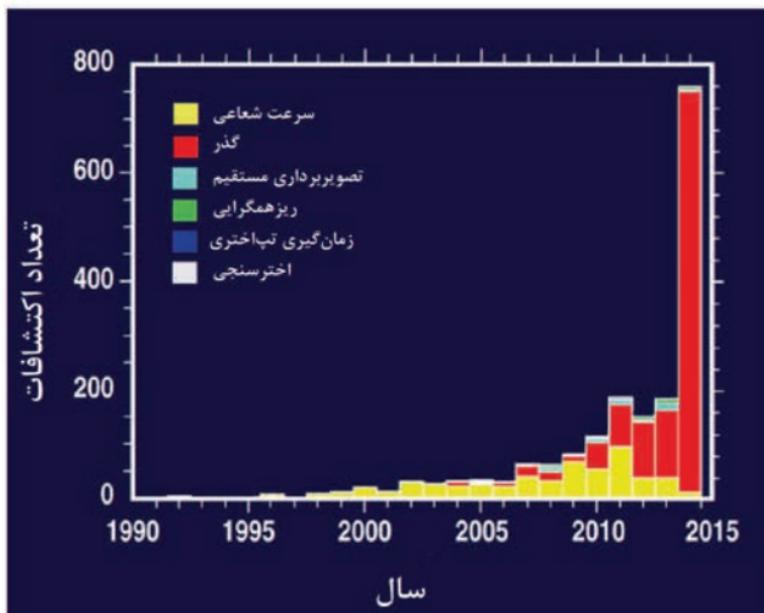
شکل ۳۶ خروجی انرژی خورشیدی در تابعی از طول موج در مقایسه با زمین و یک سیاره‌ی فراخورشیدی از نوع مشتری داغ. محور مختصاتی، مقیاسی لگاریتمی دارد و در آن هر مرحله‌ی اصلی با تغییر ضربی از ۱۰ برابر است. در قسمت فروسرخ، خورشید کمتر حکم فرماست (پیتر لینده)



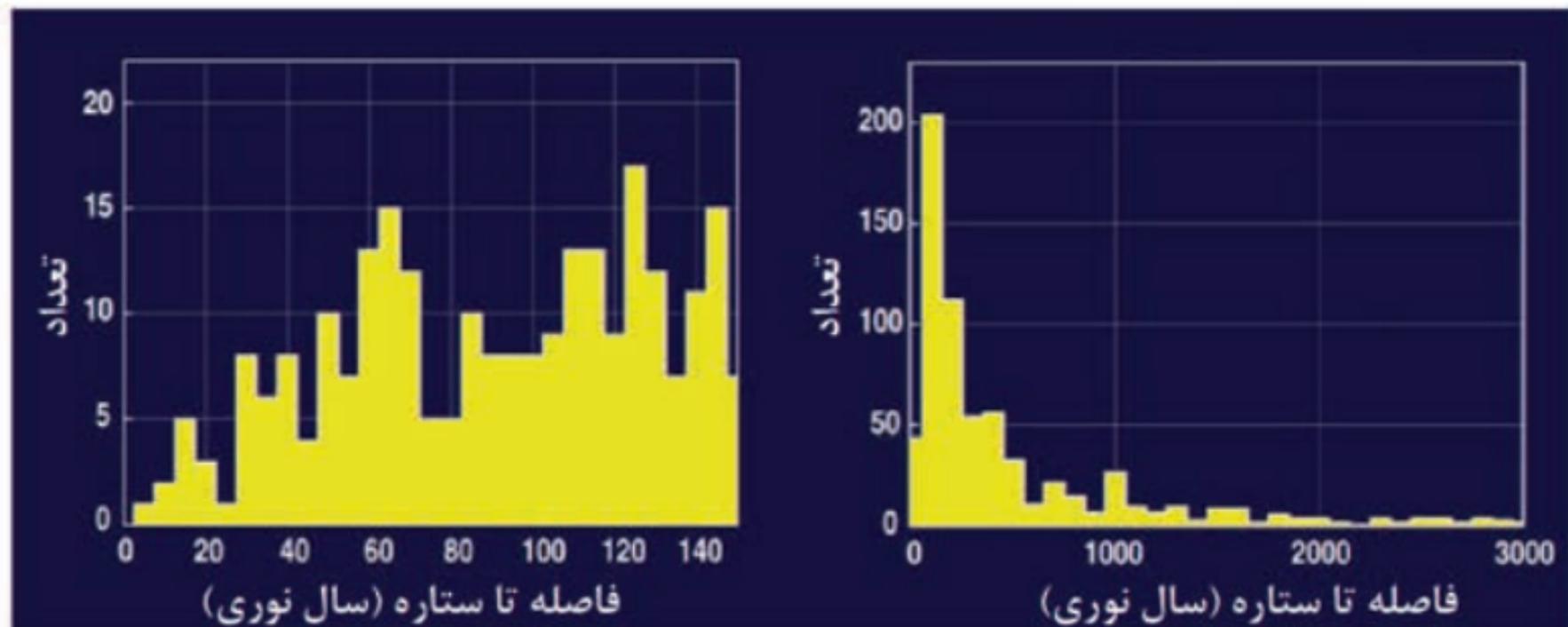
شکل ۴.۶ توزیع ستارگان در نمودار ساده‌شده‌ی هر تسپر و ننگ - راسل. درخشندگی و جرم‌ها در واحدهای خورشیدی ارائه شده‌اند. جایگاه خورشید در نمودار نیز مشخص شده است (پتر لینده)



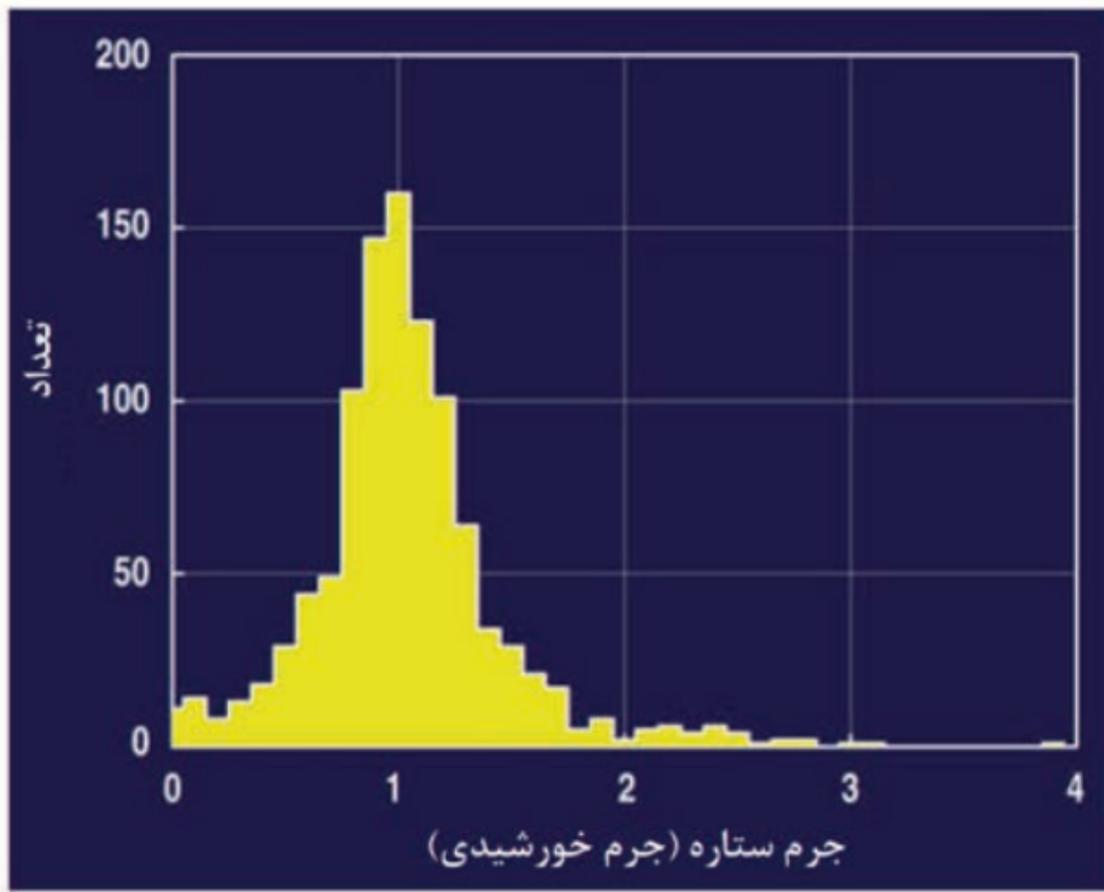
شکل ۵.۶ تعداد مقالات علمی که در هر سال منتشر شده است (پیتر لینده/ ای دی اس)



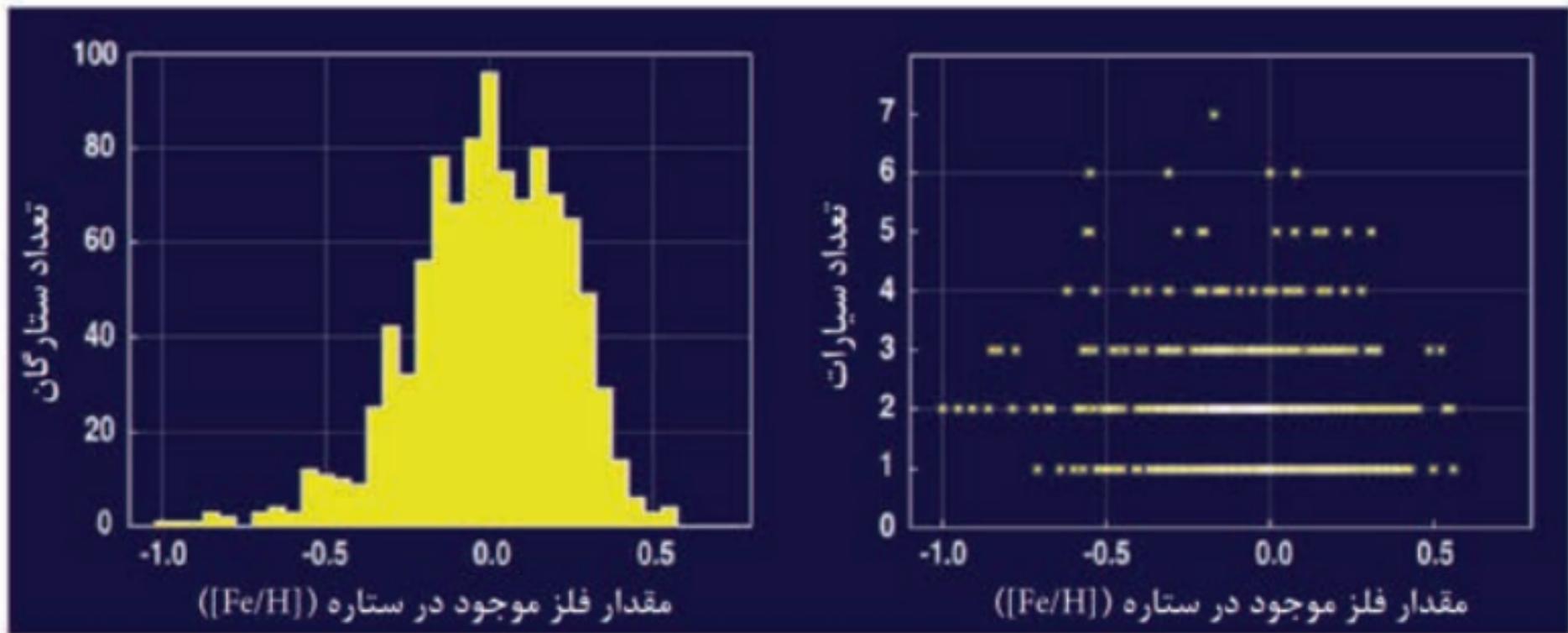
شکل ۶.۶ تعداد سیارات کشف شده در هر سال. روش‌های کشف، با رنگ‌های متفاوتی مشخص شده است (پیتر لینده/ www.exoplanet.eu)



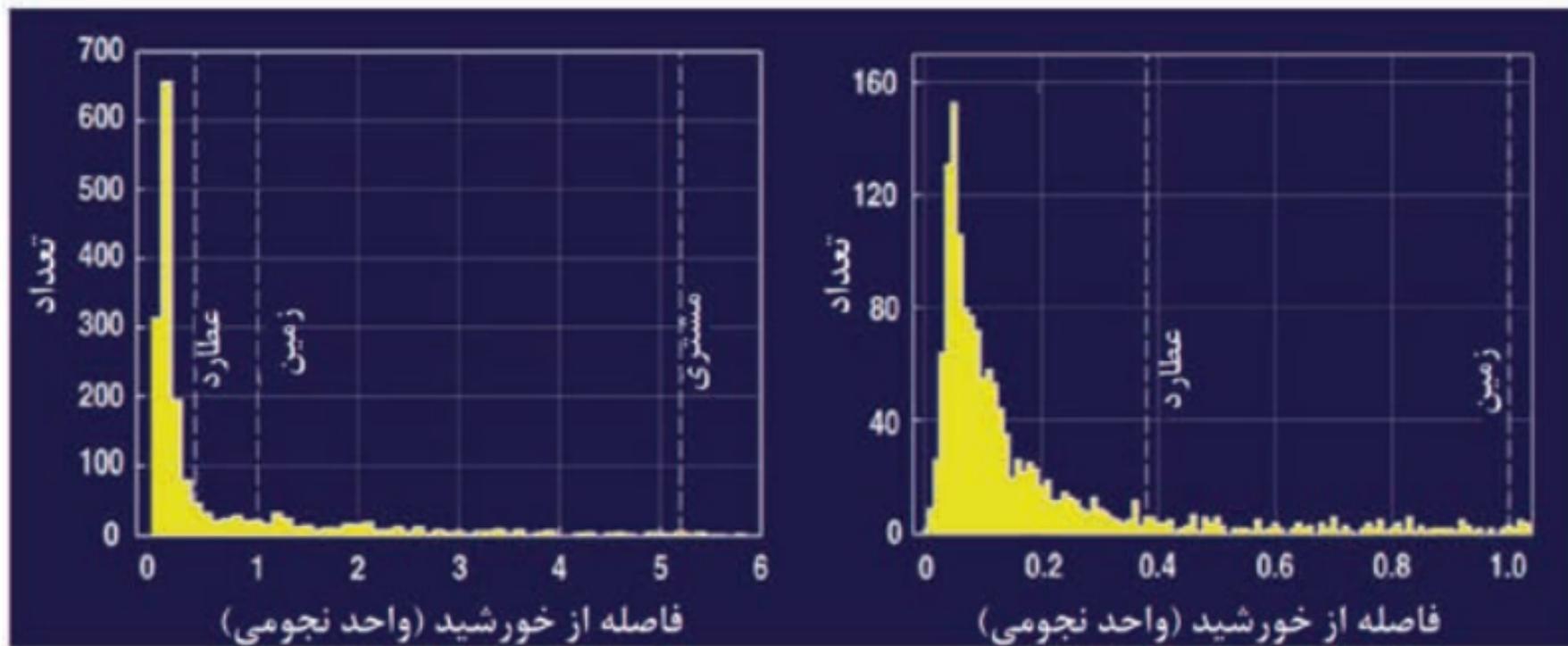
شکل ۷.۶ توزیع فواصل ستارگانی که سیارات فراخورشیدی شناخته شده دارند. چپ: قسمت منبسط شده توزیع ستارگانی که تا ۱۵۰ سال نوری با ما فاصله دارند. راست: تمامی ستارگانی که تا ۳۰۰۰ سال نوری با ما فاصله دارند (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



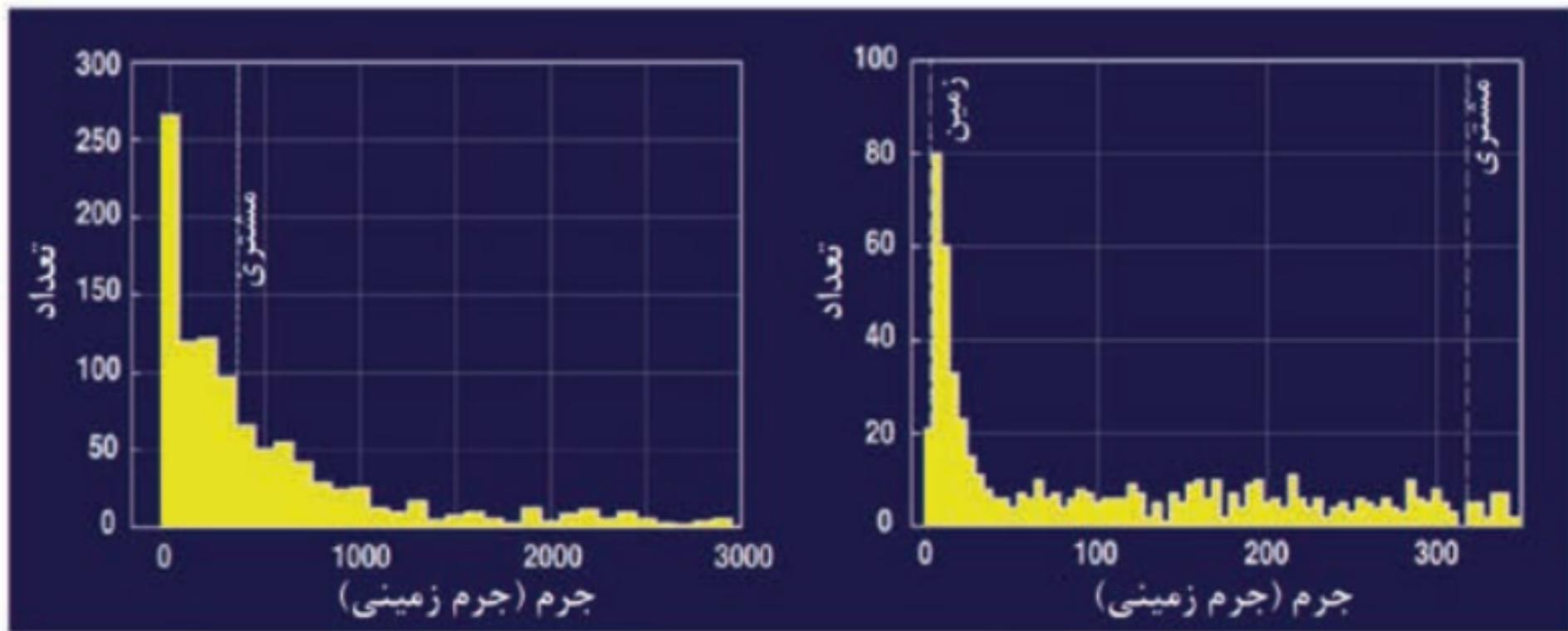
شکل ۸.۶ توزیع اجرام ستاره‌ای شناخته شده که سیارات فراخورشیدی دارند (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



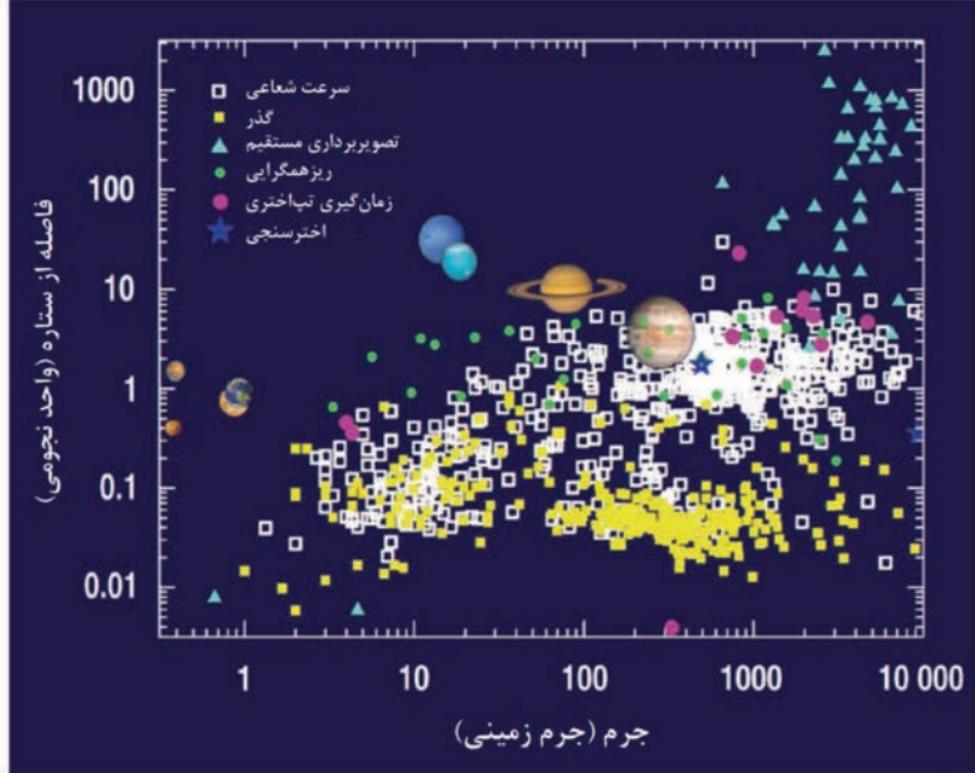
شکل ۹.۶ چپ: توزیع مقادیر فلز برای ستارگانی که دارای سیاره هستند. راست: رابطه‌ی بین مقدار فلز ستاره‌ی میزبان با تعداد سیارات سامانه‌ی سیاره‌ای‌شان (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



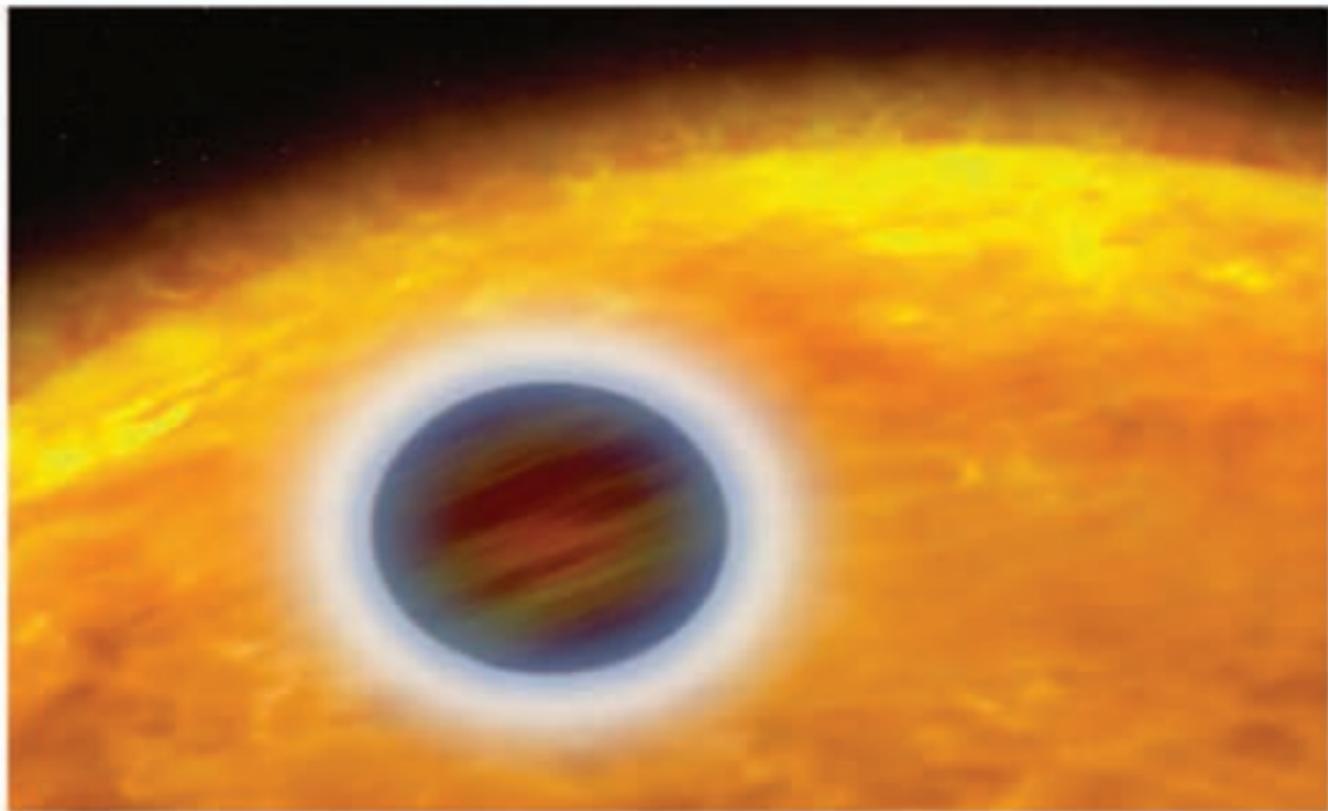
شکل ۱۰.۶ فاصله‌ی بین سیارات فراخورشیدی و ستاره‌ی میزبان‌شان. چپ: سیاراتی که تا ۶ واحد نجومی با ستاره‌ی خود فاصله دارند. راست: قسمت درونی نمودار تا ۱ واحد نجومی گسترده شده است. فاصله‌ی عطارد، زمین و مشتری با خط چین مشخص شده است (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



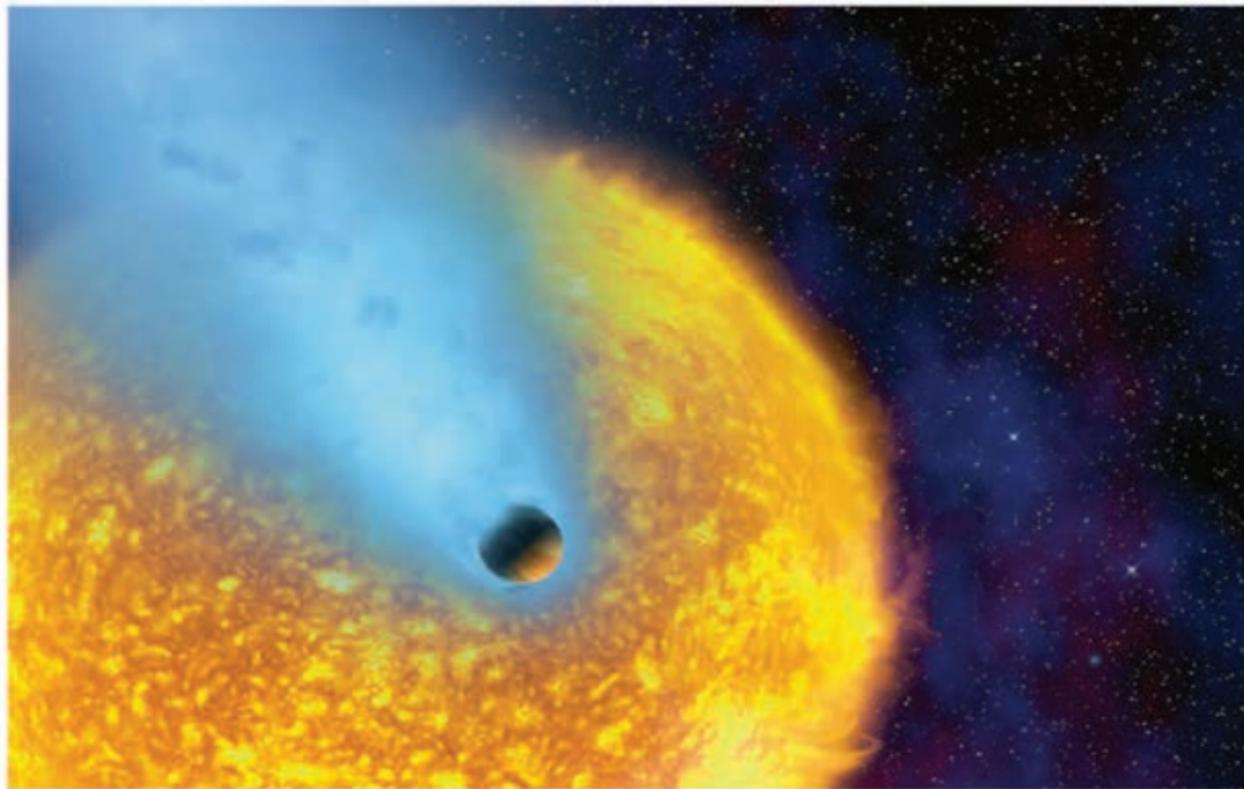
شکل ۱۱.۶ جرم سیارات فراخورشیدی. در سمت چپ نمونه‌ی کامل و در سمت راست قسمت سبک‌تر توزیع، مشاهده می‌شود. جرم زمین و مشتری با خط چین مشخص شده‌اند (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



شکل ۱۲.۶ سیارات فراخورشیدی‌ای که تا به حال کشف شده‌اند در تابعی از جرم و فاصله‌شان نسبت به ستاره‌ی میزبان رسم شده‌اند. علامت‌های متفاوت مربوط به روش‌های استفاده شده برای کشف سیارات است. برای مقایسه، سیارات سامانه‌ی خورشیدی ما هم مشخص شده‌اند. سیارات سنگی درونی در سمت چپ و غول‌های گازی بیرونی در وسط نمودار قرار دارند. هر دو محور لگاریتمی هستند و به واحدهای زمینی تفسیر شده‌اند (پتر لینده / www.exoplanet.eu)



شکل ۱۳.۶ واسپ ۳۳- بی، مشتری بسیار داغ با دمای تقریبی 3600°C (ناسا/ آژانس فضایی اروپا/ جی. بیکن (موسسه‌ی علوم تلسکوپ فضایی))



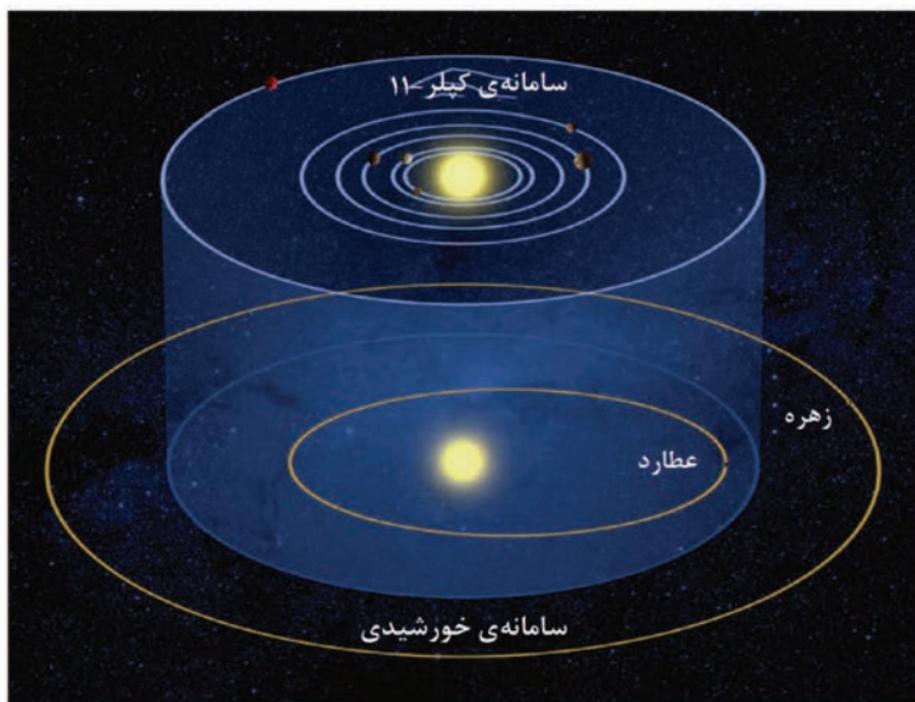
شکل ۱۴.۶ سیاره‌ی اچ‌دی ۲۰۹۴۵۸ بی، یک مشتری دیگر که نشانه‌های از دست دادن بخار آب را به فضا دارد (آژانس فضایی اروپا/ آلفرد ویدال-مجار (شبکه‌ی جهانی علوم آکادمیک. مرکز ملی پژوهش‌های علمی فرانسه) / ناسا)



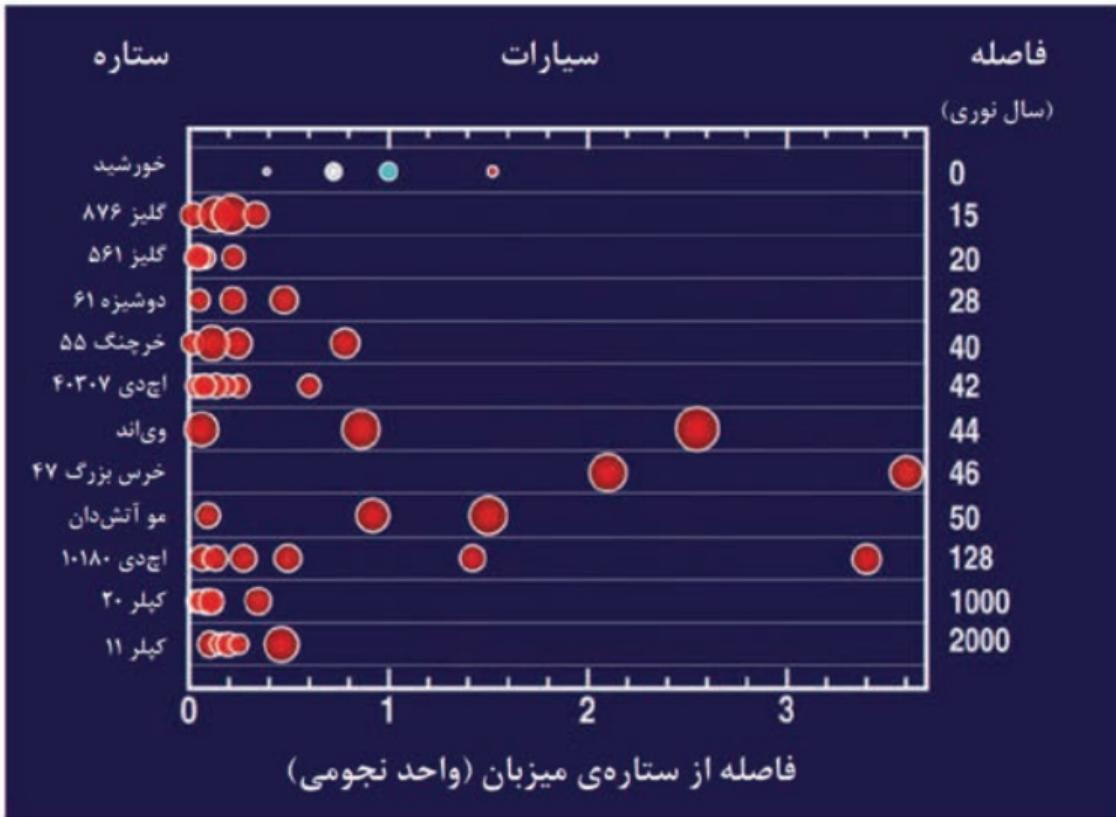
شکل ۱۵.۶ چشم‌اندازی ممکن از سیاره‌ی گل‌یز ۶۶۷ سی‌سی، ابرزمینی که به دور ستاره‌ی ۶۶۷ می‌گردد و عضوی از یک سامانه‌ی ستاره‌ای سه‌گانه است (رصدخانه‌ی جنوبی اروپا/ ال کلکادا)



شکل ۱۶.۶ تصویری از چشم‌انداز محتمل برای ماهی ساختگی که به دور سیاره‌ی پسی‌زن برزنجیر دی می‌گردد، سیاره‌ی بزرگ در اولین سامانه‌ی سیاره‌ای شناخته شده (لوسیانو مندرس / ویکیپدیا)



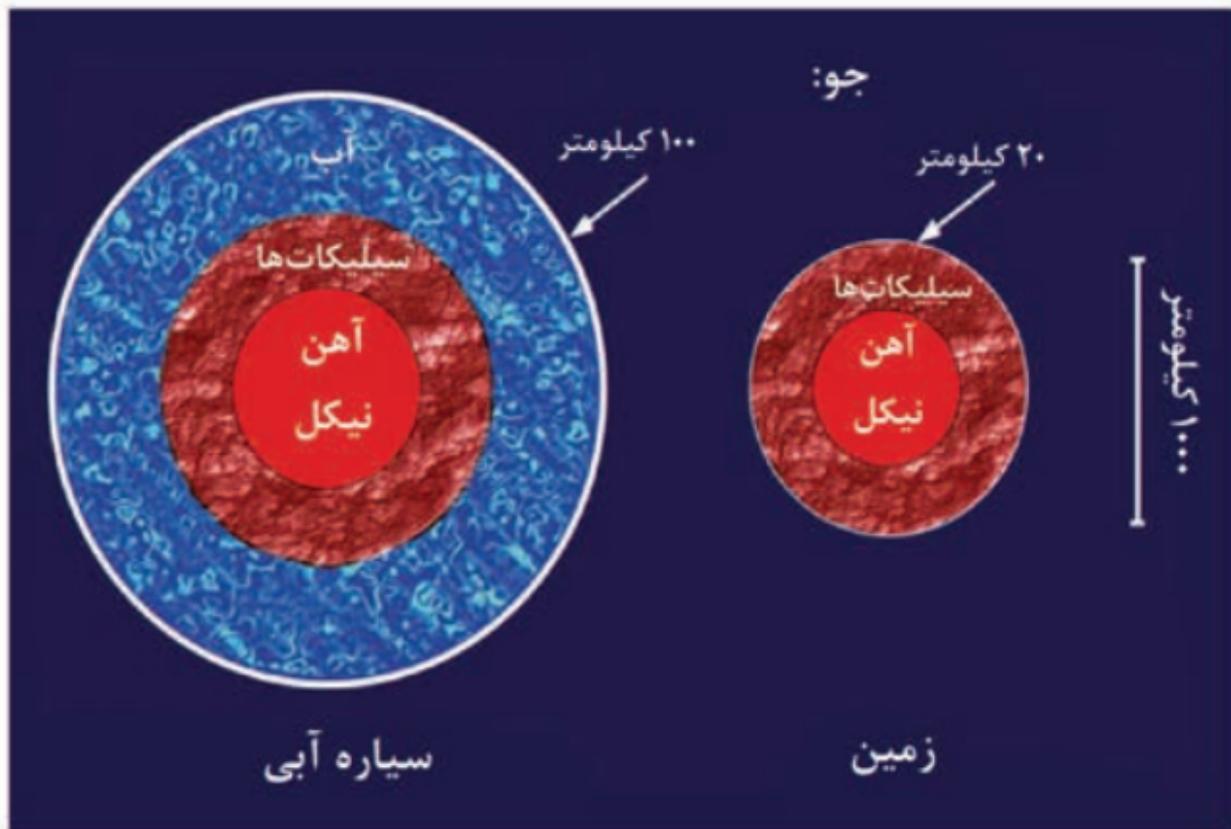
شکل ۱۷.۶ تعدادی از سامانه‌های چند سیاره‌ای شناخته شده. در این شکل می‌توان مقایسه‌ای را بین سامانه‌ی کپلر ۱۱ و سامانه‌ی خورشیدی‌مان دید (ناسا/ تی. پابل)



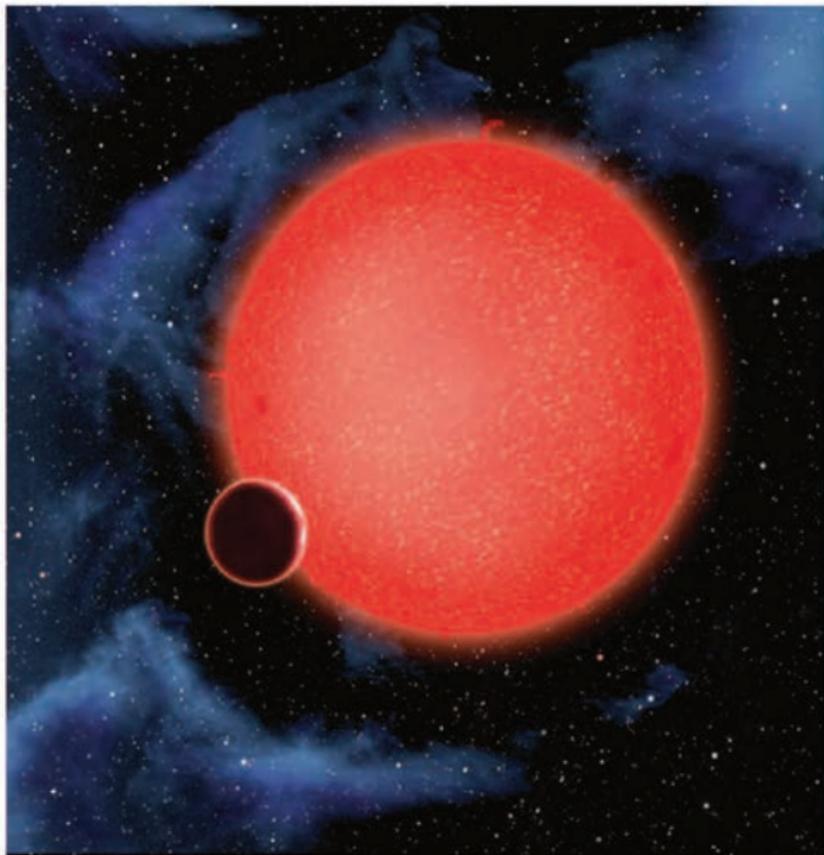
شکل ۱۸.۶ مثال‌هایی از چند سامانه‌ی سیاره‌ای که چندین سیاره دارند. در قسمت بالا، می‌توان سامانه‌ی خورشیدی‌مان را برای مقایسه با دیگر سامانه‌ها مشاهده کرد. در سمت راست، فواصل مربوطه قرار داده شده است. (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



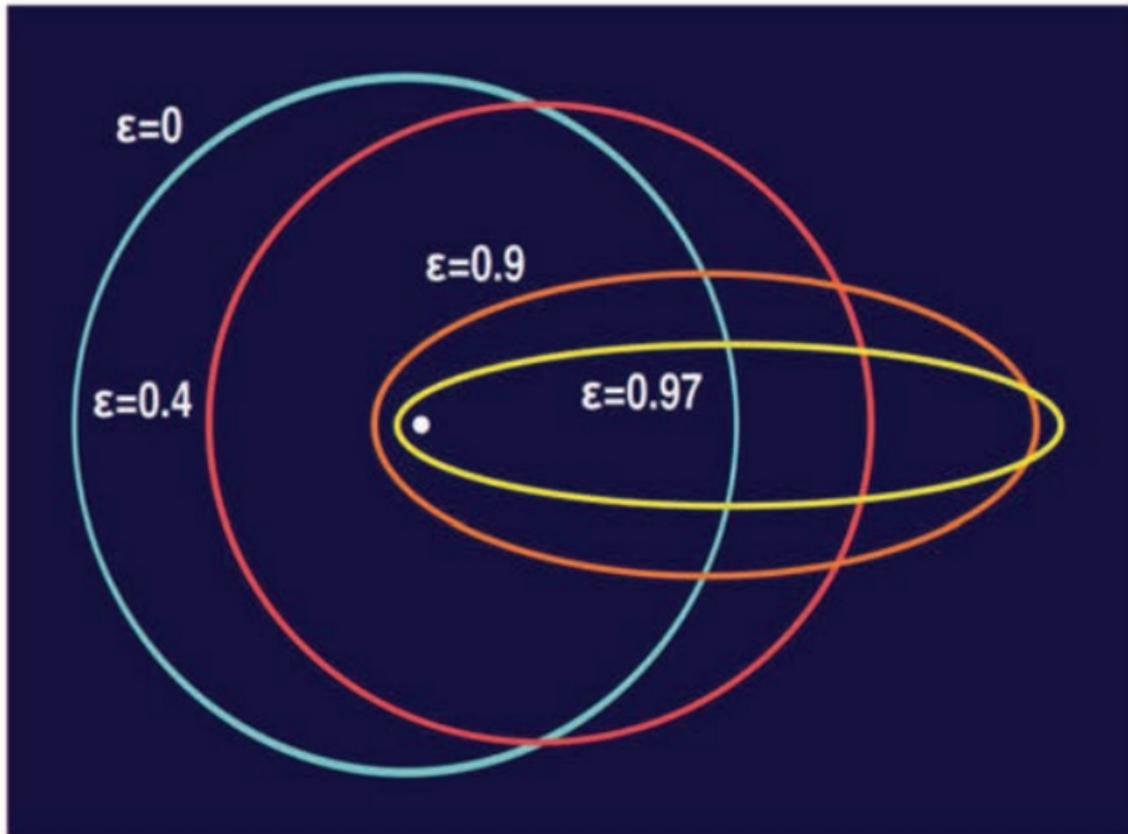
شکل ۱۹.۶ طرحی محتمل از کیپر ۴۲ دی، کوچکترین سیاره‌ی شناخته شده



شکل ۲۰.۶ طرح ساده‌شده‌ای از یک سیاره‌ی آبی که با ترکیبات زمین مقایسه شده است. ارتفاع جو مربوط به هر سیاره هم داده شده است (پیتر لینده)



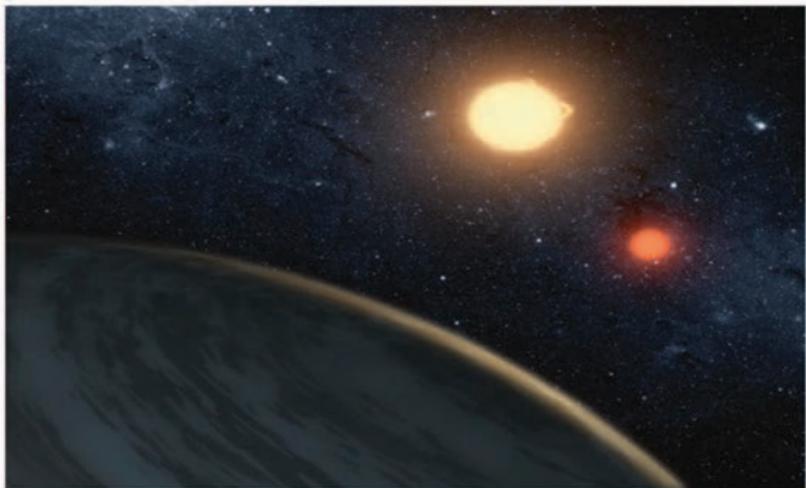
شکل ۲۱.۶ سیاره‌ی جی جی ۱۲۱۴ بی در اطراف ستاره‌ای از نوع کوتوله‌ی قرمز قرار دارد. احتمال دارد این سیاره مقادیر زیادی آب داشته باشد (ناسا/ آژانس فضایی اروپا/ دی. آگیولار/ مرکز اخترفیزیک هاروارد. اسمیتسونین)



شکل ۲۲.۶ مثال‌هایی از یک سری مدار خارج از مرکز. بزرگ‌ترین عرض (محور اصلی) برای تمامی اعداد این خروج از مرکز یکسان است. ستاره‌ی میزبان در یکی از دو کانون قرار می‌گیرد. برای مقایسه، خروج از مرکز مدار زمین ۰/۰۱۷ است (پیتر لینده)



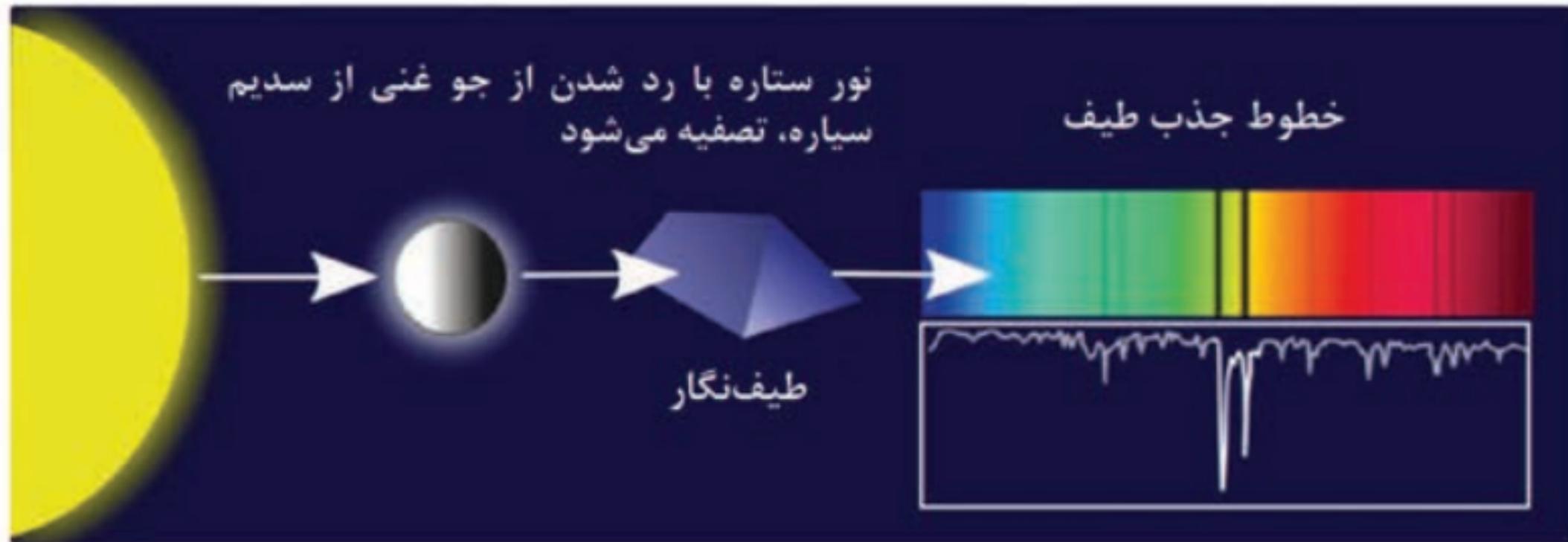
شکل ۲۳.۶ یک سیاره‌ی فرضی و آزاد سرگردان که تقریباً به اندازه‌ی مشتری است و در تاریکی همیشگی و سرمای‌ی سوزناک حرکت می‌کند (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت- کلتک)



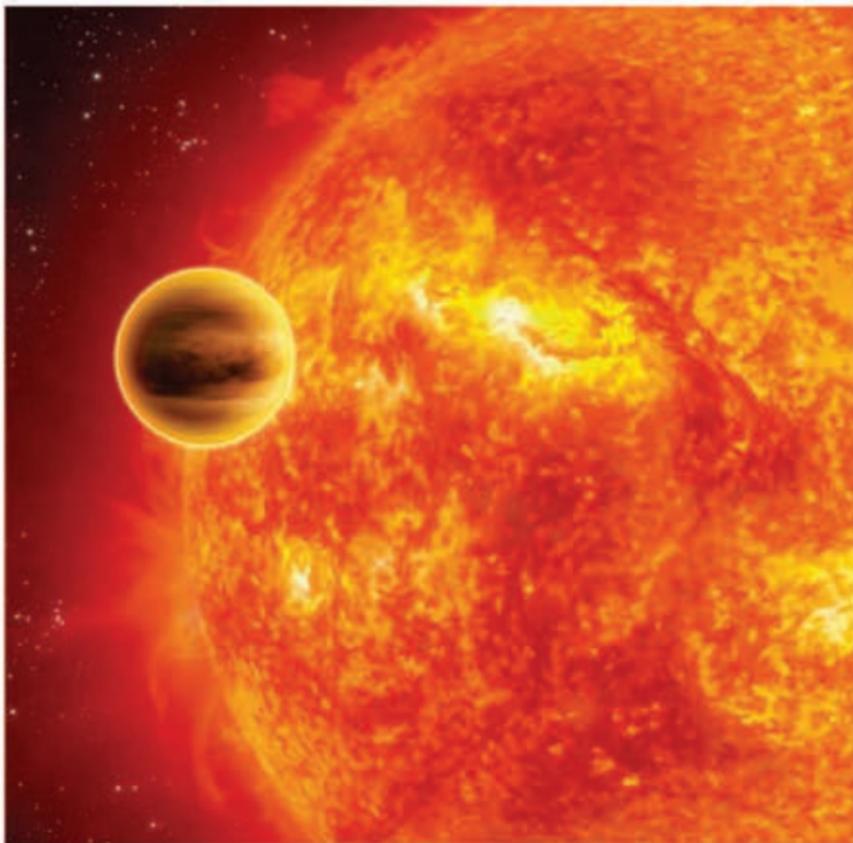
شکل ۲۴.۶ چشم‌اندازی از سیاره‌ی کپلر ۱۶-بی. قهرمان فیلم جنگ ستارگان، لوک اسکای‌واکر بر روی سیاره‌ی تتوین بزرگ شد که شباهت زیادی به کپلر ۱۶-بی داشت (ناسا/ جی‌پی‌ال کتلک/ تی. پایل)



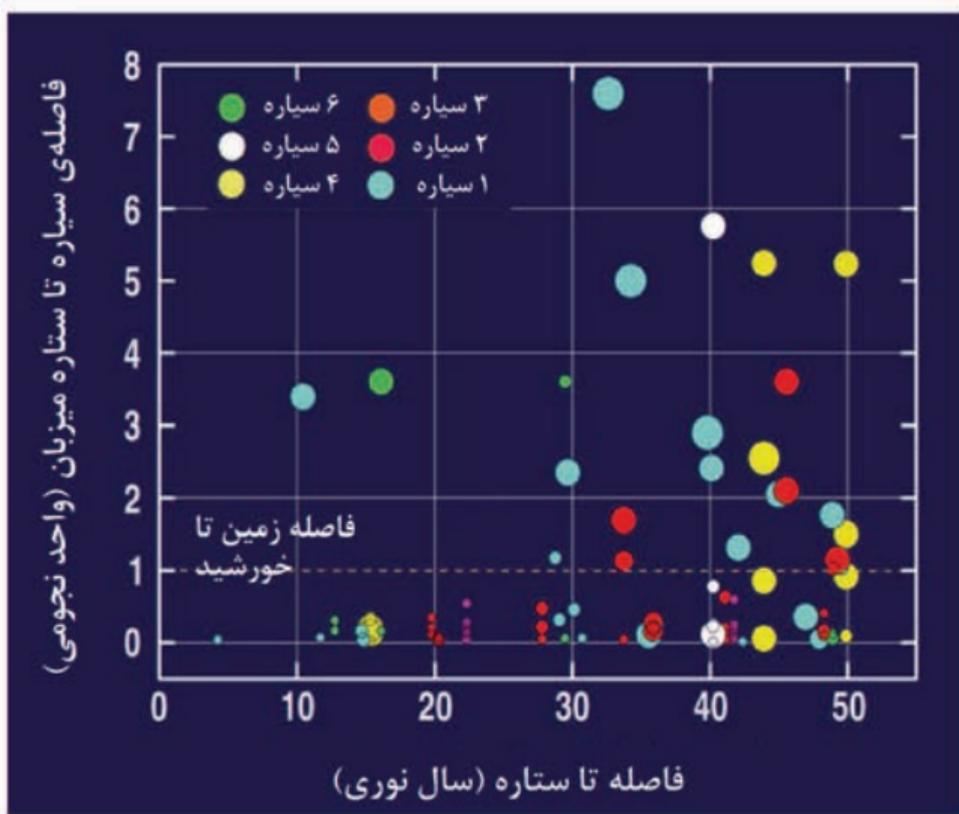
شکل ۲۵.۶ چشم‌اندازی تخیلی از یک ماه فرضی که به سیاره‌ای بزرگ تعلق دارد و به دور سامانه‌ی ستاره‌ای سه‌گانه اچ‌دی ۱۸۸۷۵۳ می‌گردد. بعضی از دانشمندان موجودیت این سیاره را زیر سؤال برده‌اند.



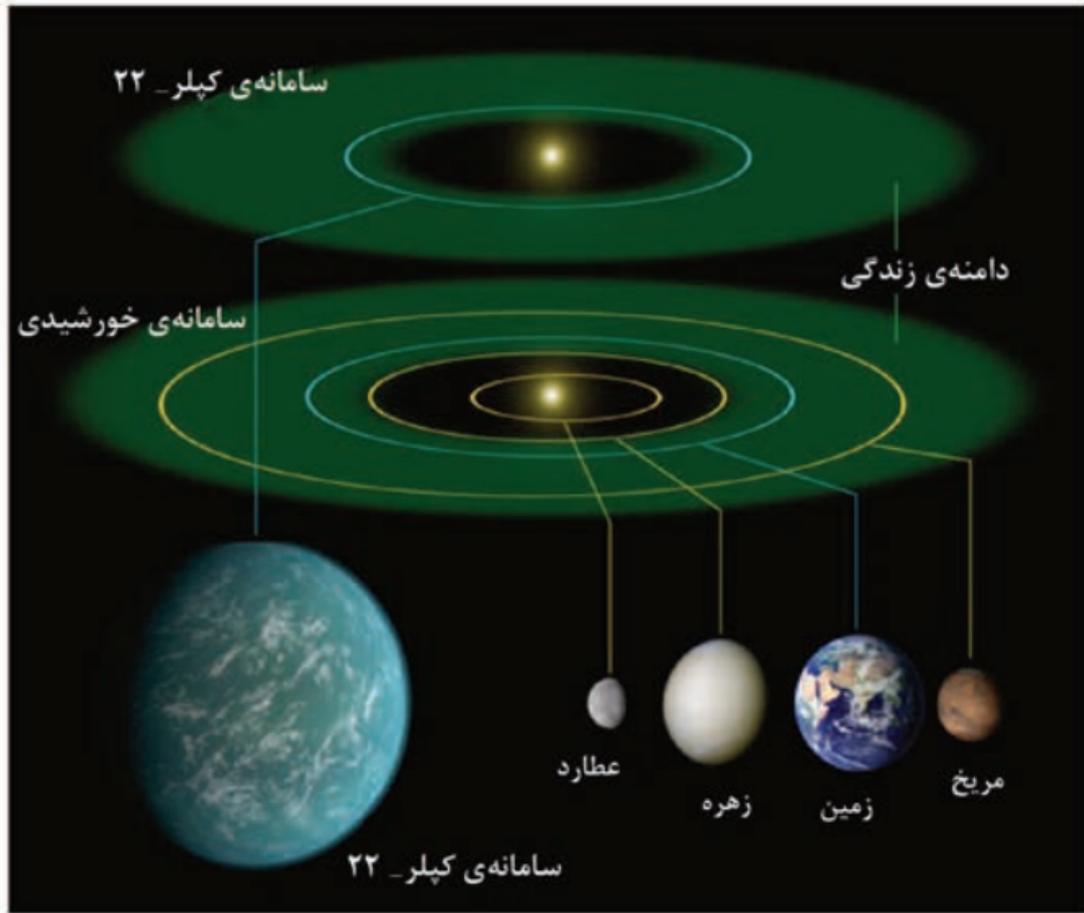
شکل ۲۶.۶ اصول کلی برای تشخیص سدیم در جو سیاره‌ی اچ‌دی ۲۰۹۴۵۸ بی. جو سیاره بر طیف نوری ستاره تأثیر می‌گذارد (پیتر لینده)



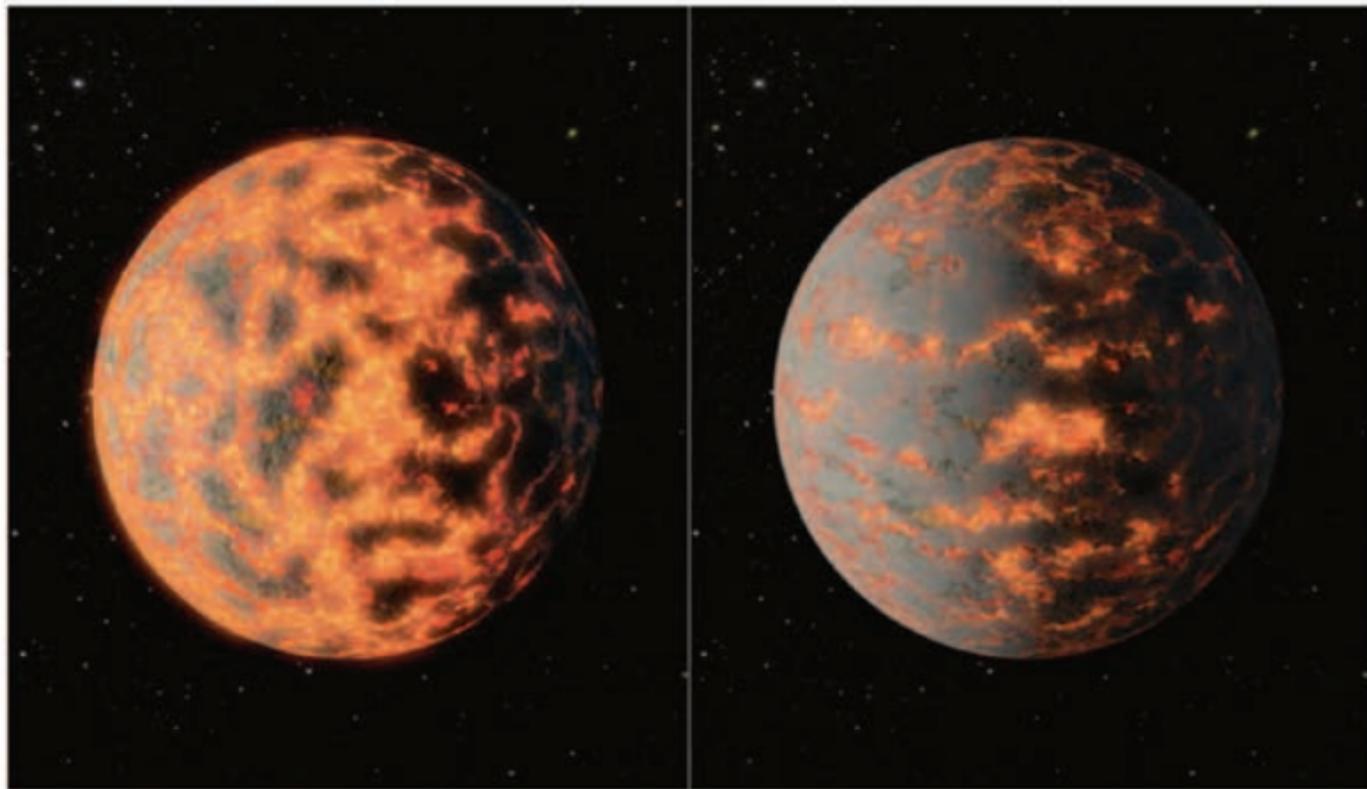
شکل ۲۷.۶ سیاره‌ی اچ‌دی ۱۸۹۷۳۳ بی، یک مشتری داغ است (900°C) که آن قدر به ستاره‌ی خود نزدیک است که تناوب مداری آن تنها ۲ روز طول می‌کشد. در جو آن، بخار آب، متان و مولکول‌های زیستی پیدا شده است (آژانس فضایی اروپا/ سی. کاریو)



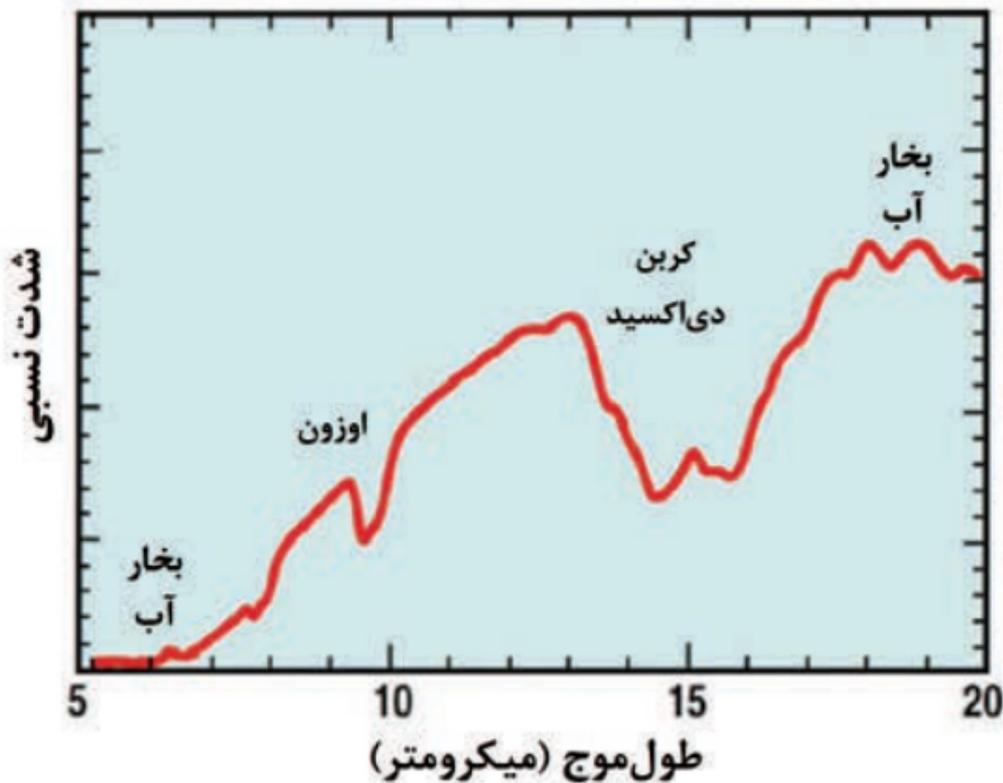
شکل ۲۸.۶ سیارات فراخورشیدی برای ستارگانی که در نزدیکی خورشید قرار دارند. اندازه‌ی این علامت‌ها متناسب با جرم سیاره هستند. رنگ آن‌ها تعداد سیارات در سامانه‌ها را نشان می‌دهد (پیتر لینده / www.exoplanet.eu)



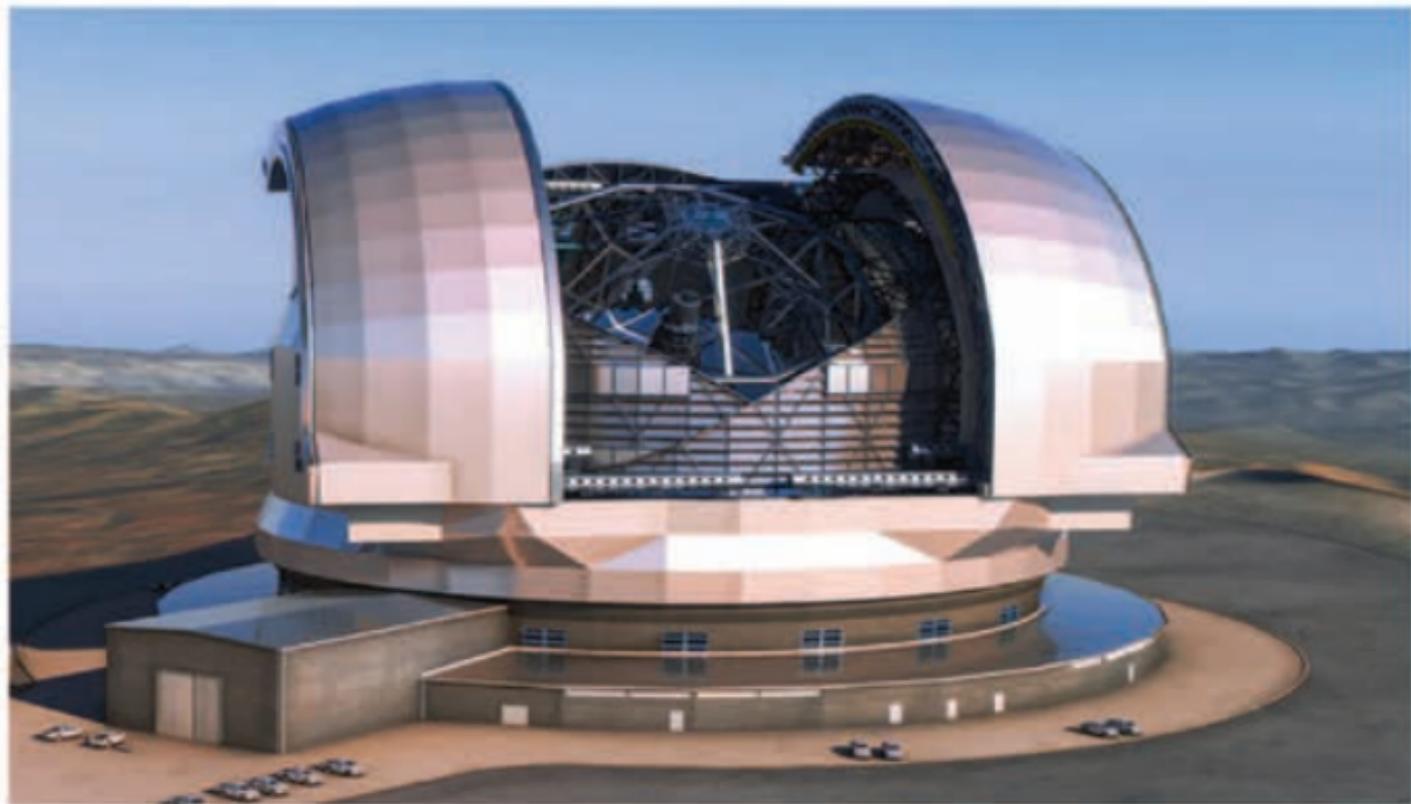
شکل ۲۹.۶ کپلر ۲۲ بی، ابرزمینی که احتمالاً در دامنه‌ی زندگی ستاره‌ی میزبان‌ش قرار دارد (ناسا)



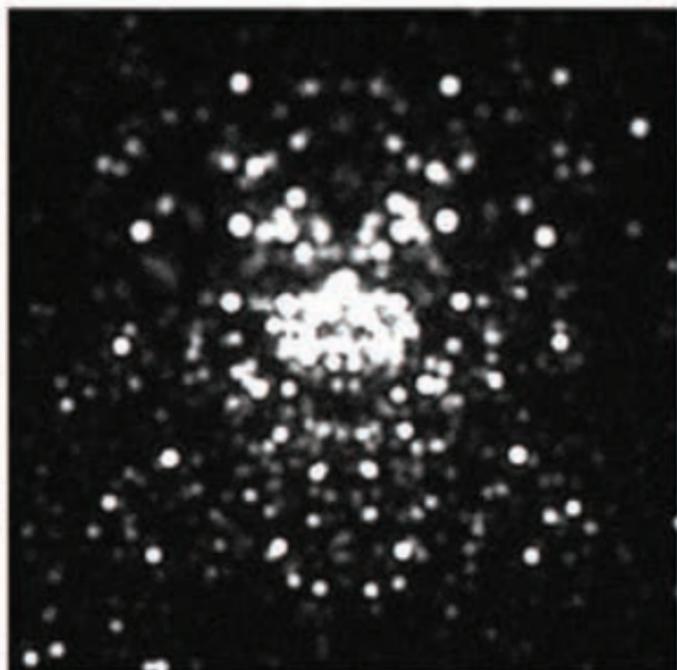
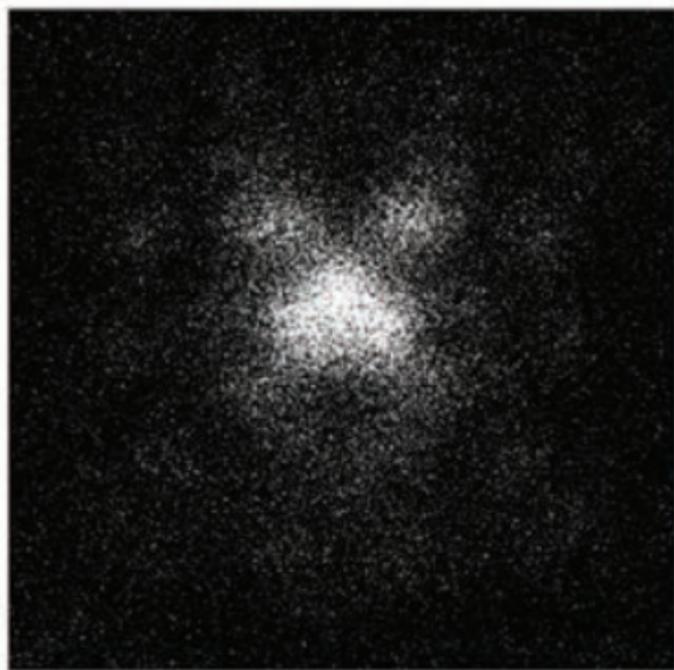
شکل ۳۰.۶ سیاره‌ی ۵۵ سی‌ان‌سی دی یک سیاره‌ی فراخورشیدی است که تغییرات دمایی بالایی را نشان داده است و احتمالاً می‌توان آن را با فعالیت‌های آتش‌فشانی متنوع تبیین کرد (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت - کلتنک / آر. هرت)



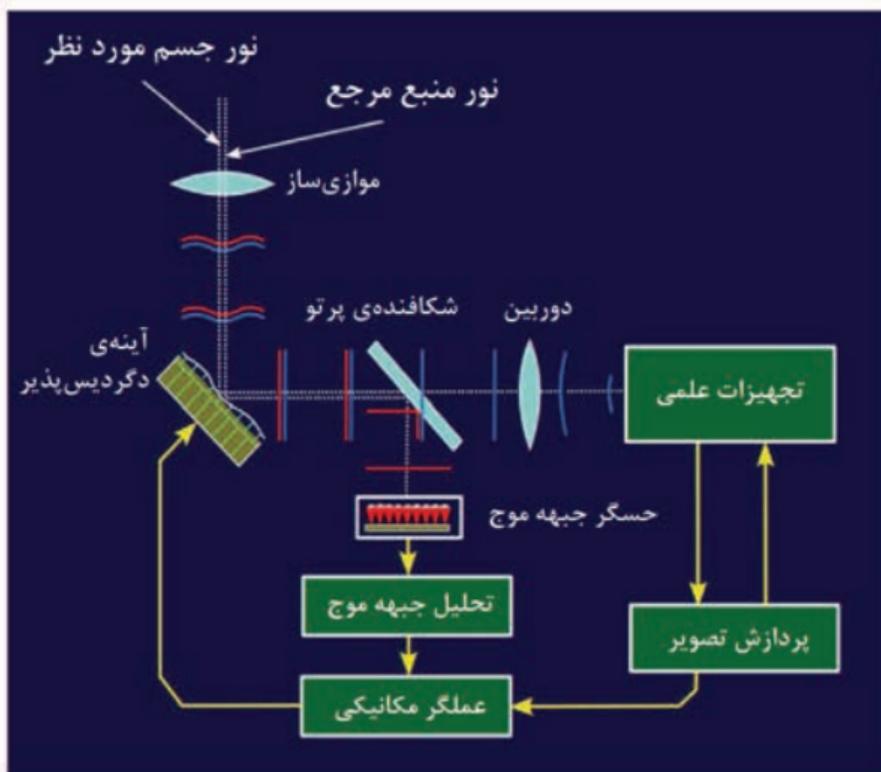
شکل ۱.۷ قسمت فروسرخ طیف شبیه‌سازی شده از نور بازتاب یافته‌ی یک سیاره‌ی زمین‌شکل. بعضی از خطوط جذبی که تصور می‌شود زیست‌نشانگر باشند نشان داده شده‌اند (پیتر لینده)



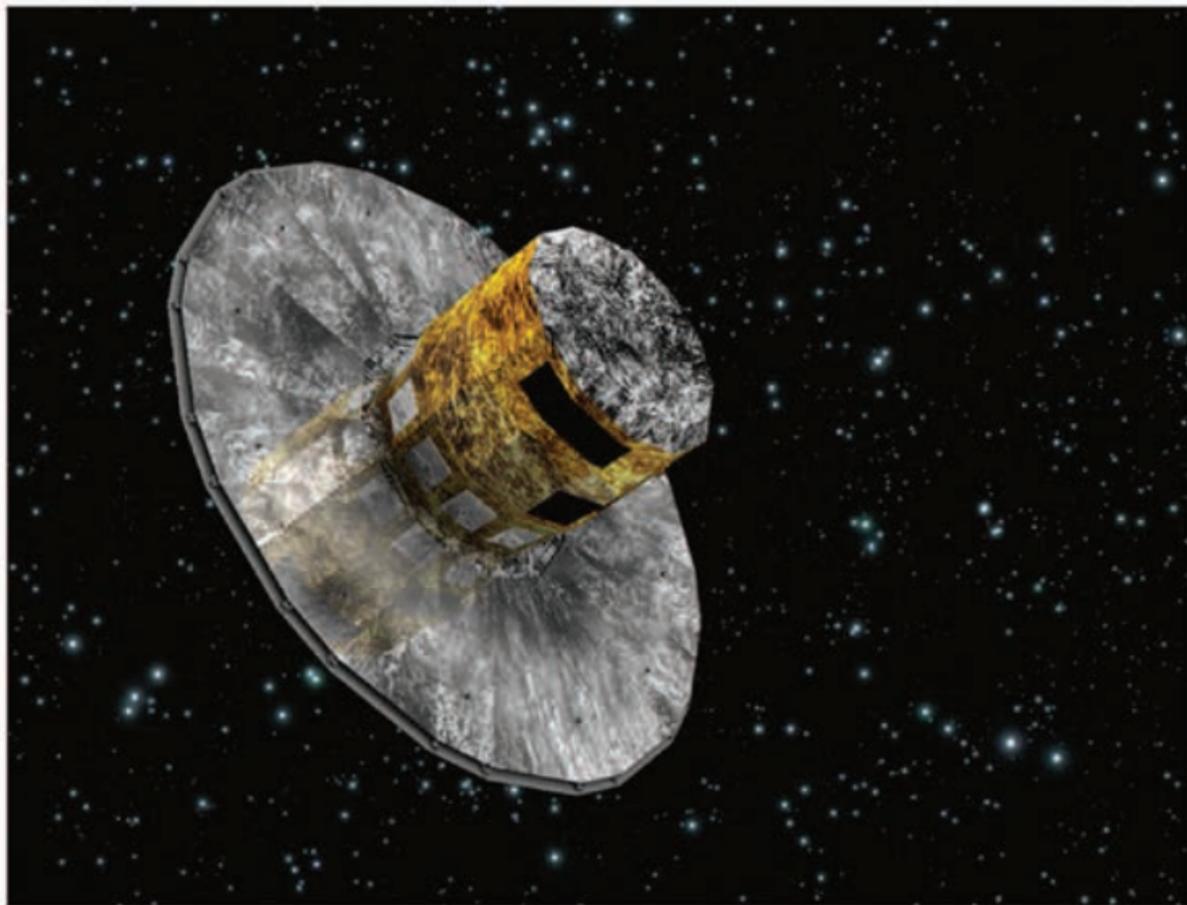
شکل ۲.۷ تصویری کامپیوتری از بزرگ‌ترین تلسکوپ در حال ساخت جهان. اندازه‌ی عظیم آن را می‌توان با ماشین‌هایی که در پایین تصویر قرار دارند مقایسه کرد.



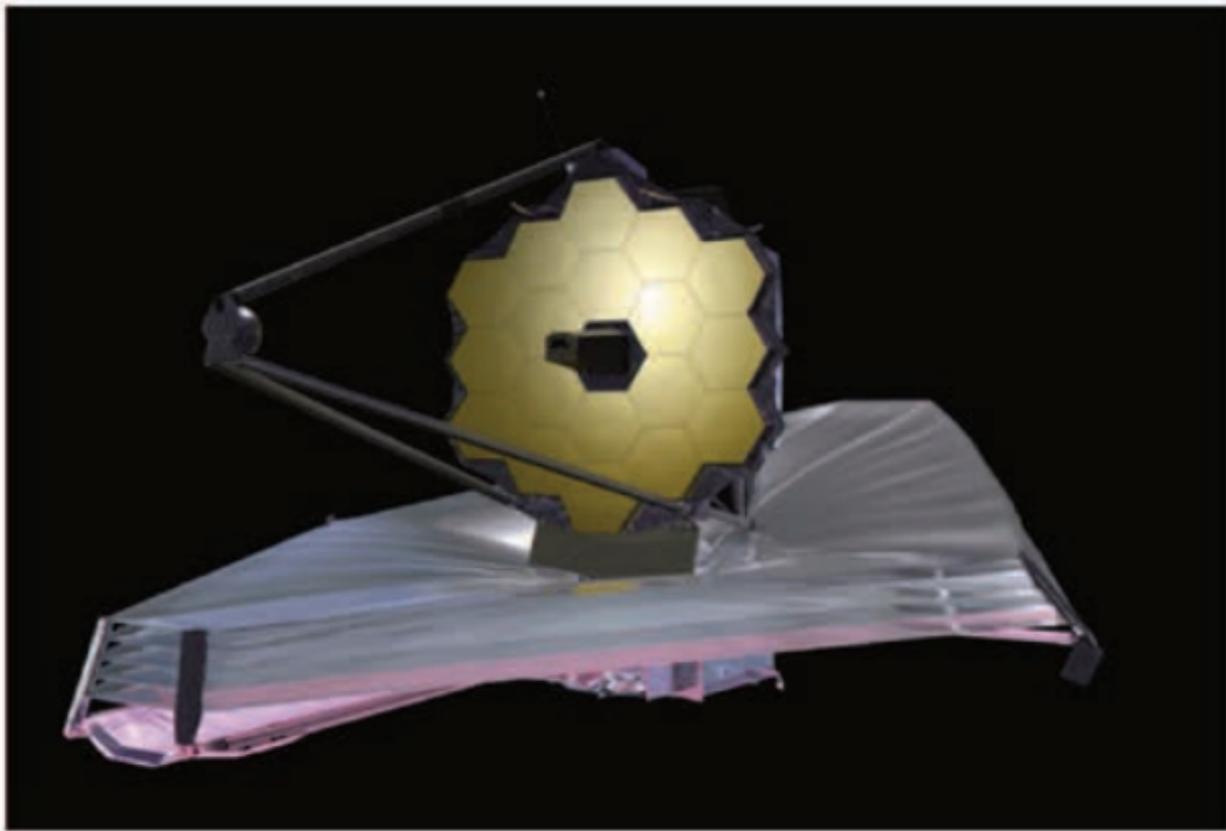
شکل ۷.۳ دو تصویر شبیه‌سازی شده از یک خوشه‌ی فرضی و بسیار دور (۶۰ میلیون سال نوری). تصویر سمت چپ برای یک تلسکوپ ۱۰ متری و تصویر سمت راست برای تلسکوپ E-ELT است که هر دو از اپتیک‌های تطبیقی استفاده می‌کنند و می‌توان دید که پَرَاش نور^۲، باعث محدودیت در وضوح تصویر می‌شود. به این دلیل تلسکوپ ۱۰ متری از وضوح تصویر تلسکوپ هابل پیشی گرفته و پتانسیل تحسین‌برانگیز تلسکوپ E-ELT به خوبی نشان داده شده است (پیتر لینده)



شکل ۴.۷ اصول کلی اپتیک‌های تطبیقی. یک آینه‌ی شکل‌پذیر قادر به اصلاحات سریع و حذف مزاحمت‌های آشفتگی تلاطم‌های جوی است. این آینه با دستگاه‌های الکترونیکی و مکانیکی پیشرفته‌ای کنترل می‌شود و اطلاعات را با استفاده از مرجع قرار دادن طول موج بلندتر یک منبع نوری، از حس‌گرهای جبهه‌موج می‌گیرد (پیتر لینده)



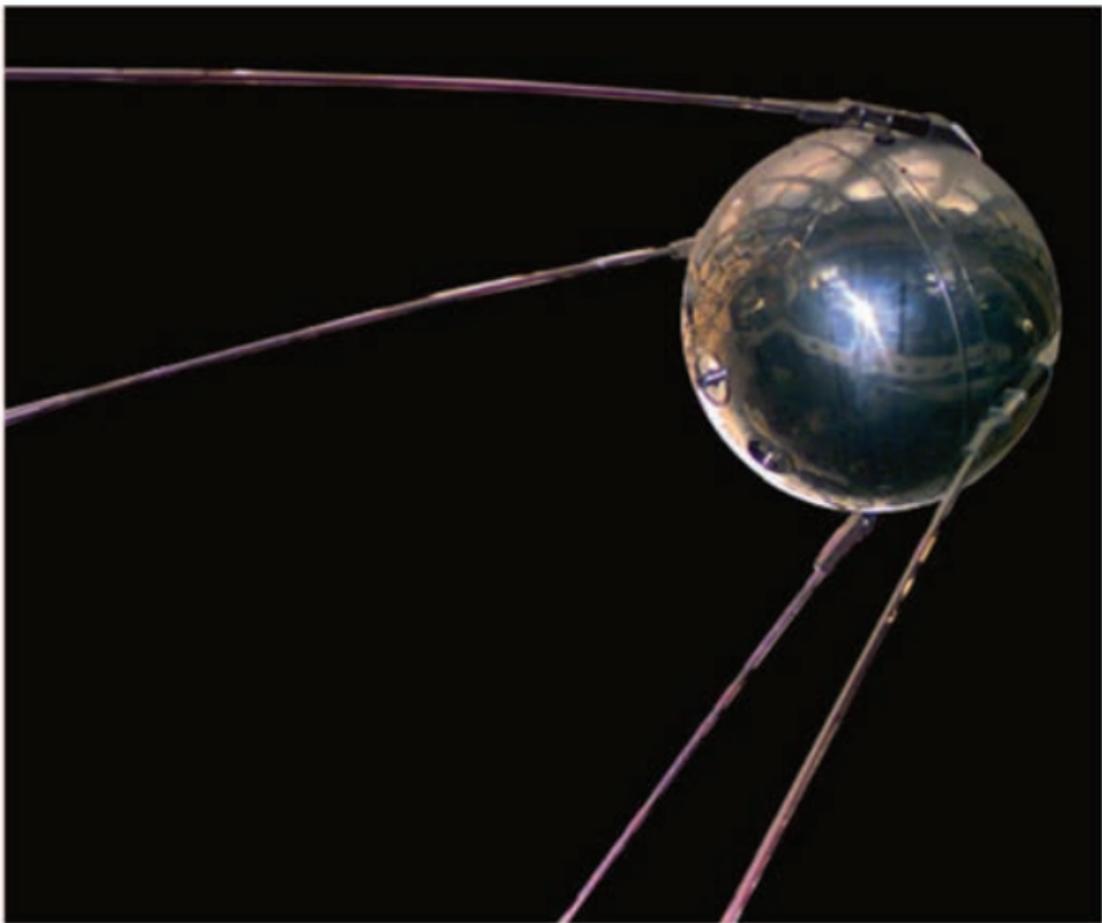
شکل ۵.۷ ماهواره‌ی اخترسنج گایا در سال ۲۰۱۳ به فضا پرتاب شد (آژانس فضایی اروپا/ سی. کرو)



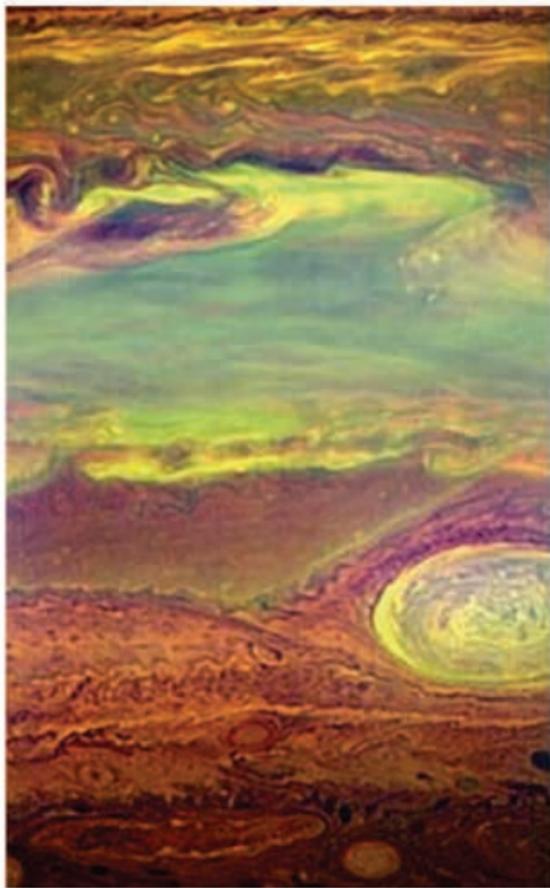
شکل ۶.۷ تلسکوپ فضایی جیمز وب. آینه‌ی چند قطعه‌ای آن با حفاظ حرارتی که از چندین لایه درست شده است محافظت می‌شود (ناسا)



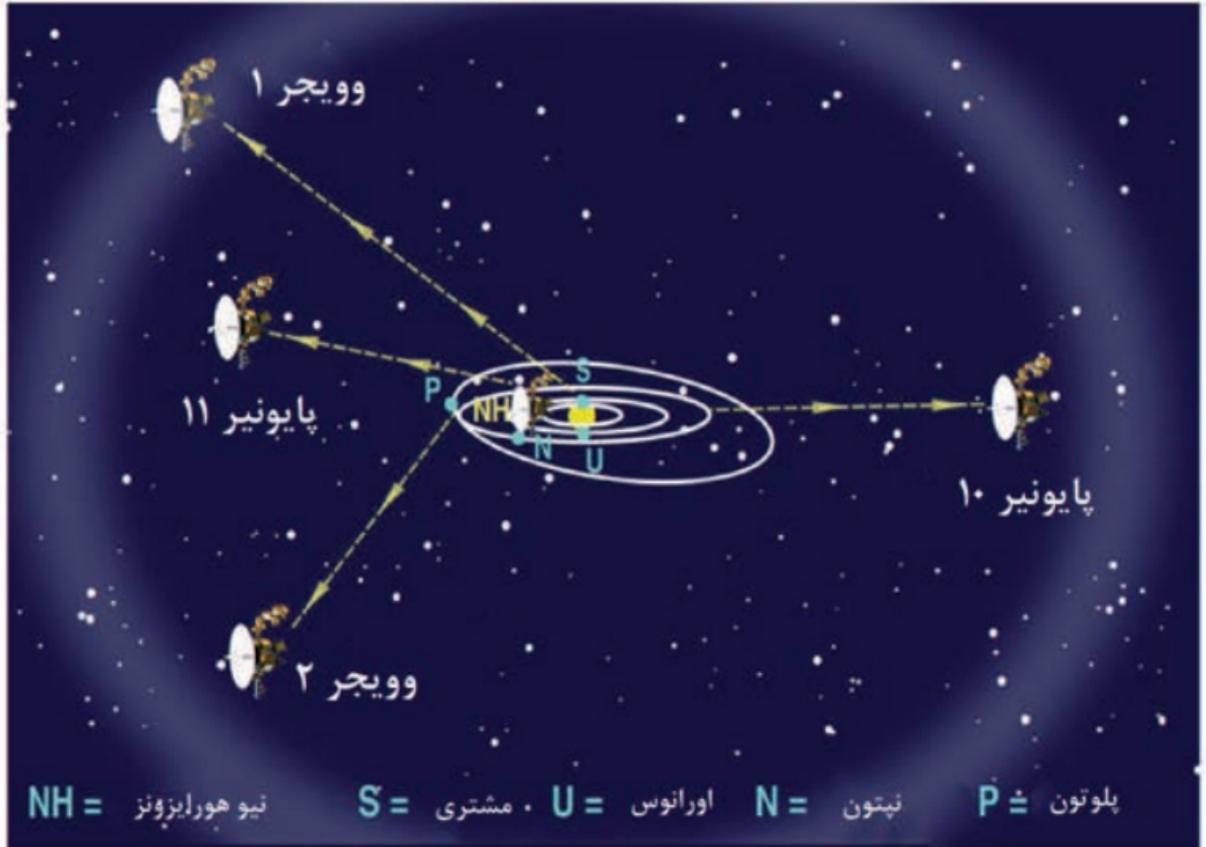
شکل ۷.۷ اوریسکوپ خلاقانه که از ۲۷ تلسکوپ کوچک تشکیل و روی یک پایه سوار شده است
(نیکولاس لاو)



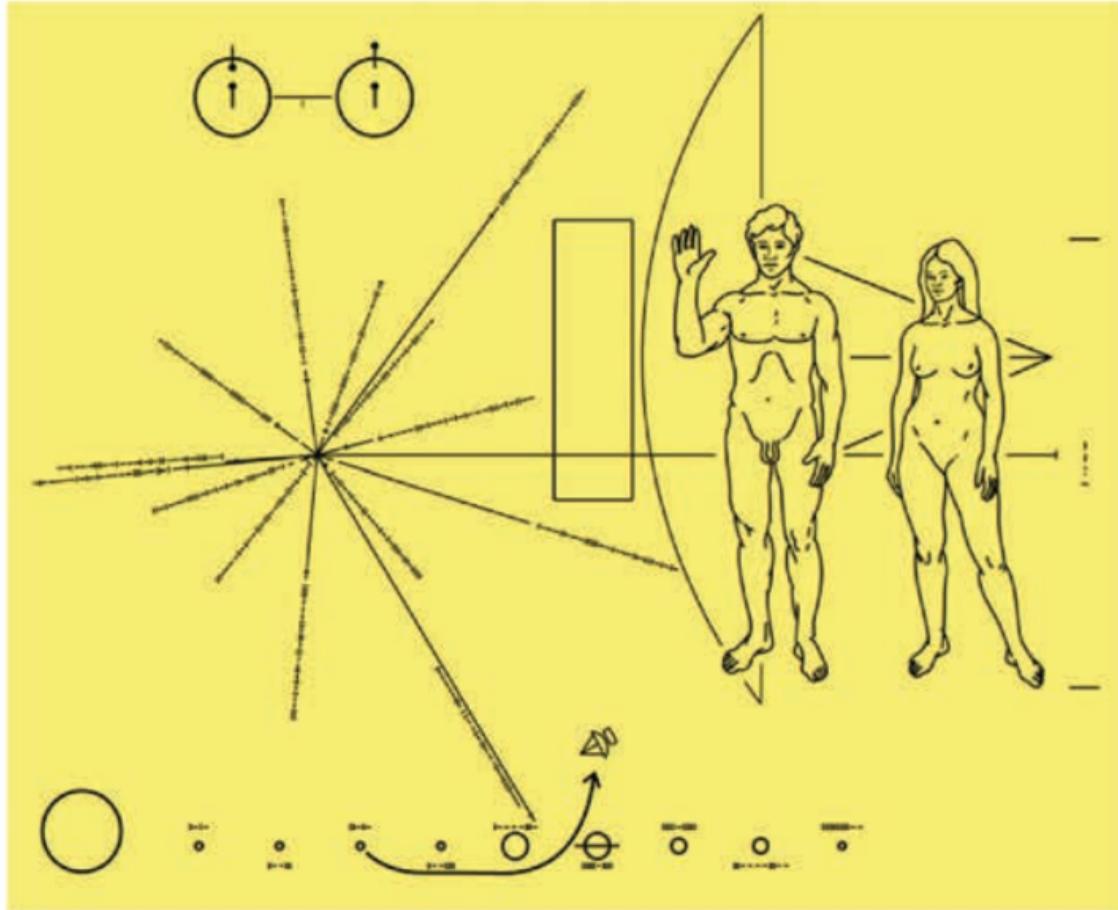
شکل ۱.۸ ماهواره‌ی اسپوتنیک ۱ متعلق به شوروی که شروع‌کننده‌ی مسابقه‌ی فضایی بود (ناسا)



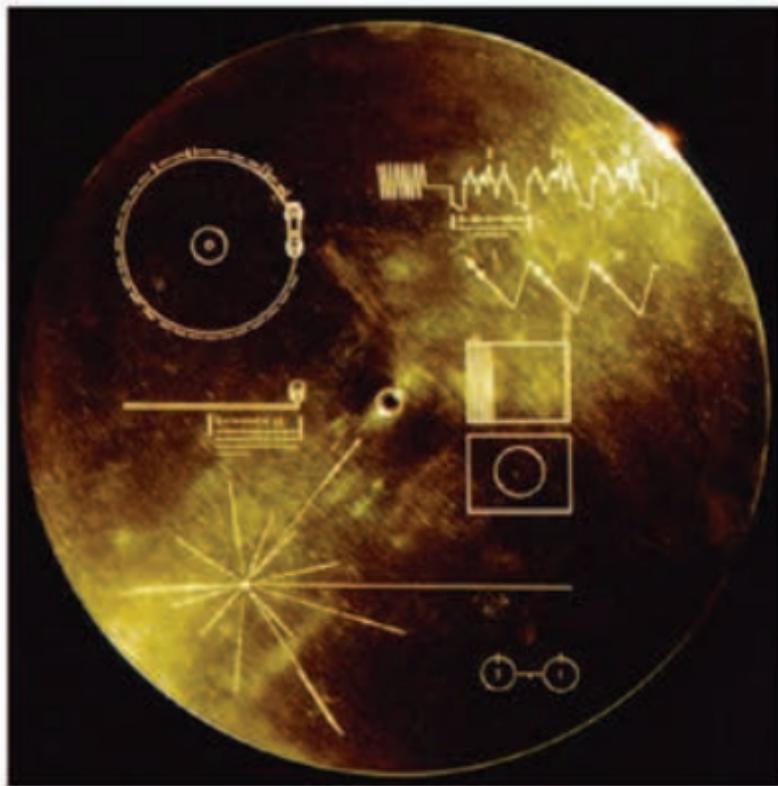
شکل ۲.۸ جزئیات جو مشتری که توسط فضاییمی نیوهورایزن تصویربرداری شده است (ناسا/ آژانس فضایی اروپا/ ای. سیمون میلر)



شکل ۳.۸ موقعیت کاوشگران فضایی بین ستاره‌ای در سال ۲۰۱۵. مدار سیارات بیرونی سامانه‌ی خورشیدی و به اصطلاح هلیوسفر مشخص شده‌اند (پیتر لینده)



شکل ۴.۸ لوحی که با اطلاعاتی برای آینده، توسط فضاپیماهای پایونیر حمل می‌شود (ناسا)



شکل ۵.۸ صفحه‌ی طلایی که توسط فضاپیماهای وویجر حمل می‌شود. در چپ پوشش صفحه با تجهیزات و دستورالعمل‌ها و در راست خود صفحه دیده می‌شود (ناسا)



شکل ۶.۸ وویجر ۱ در مسیر خود به سمت ابدیت. صفحه، بیرون فضاپیما نصب شده است. در پس‌زمینه‌ی تصویر صورت‌فلکی مارافسای و مربع، مسیر حرکت در آسمان را نشان می‌دهد (ناسا/ آزمایشگاه پیش‌رانش جت - کلتک / پیتر لینده)



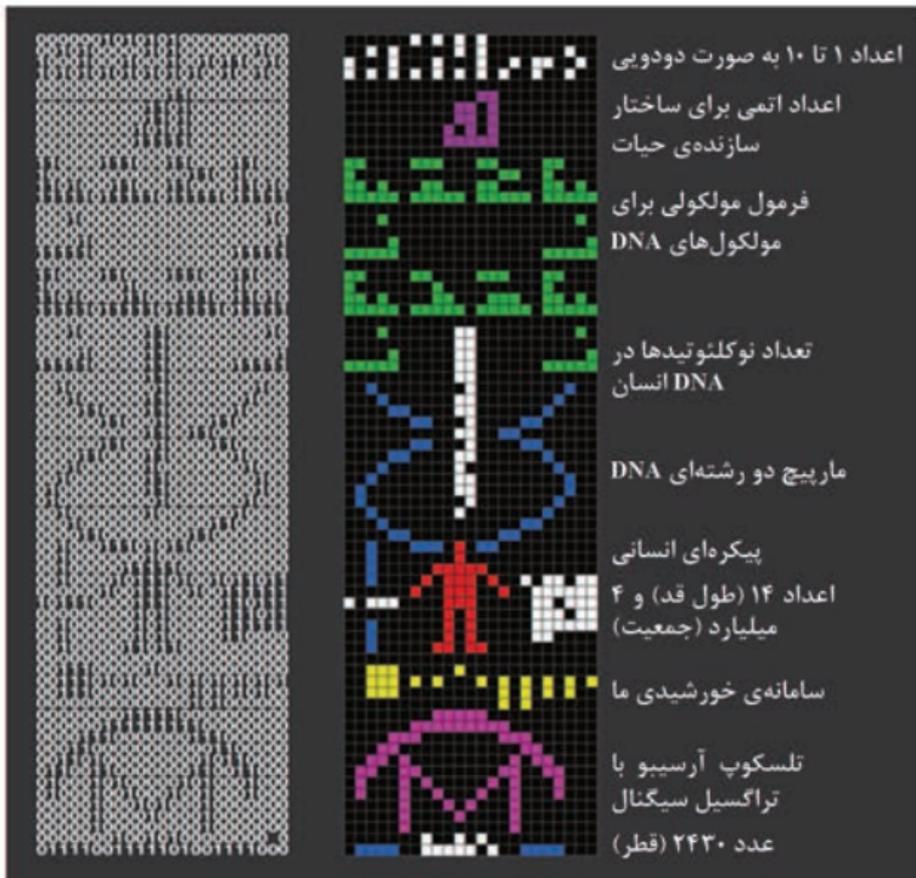
شکل ۷.۸ طرحی هنری از کهکشان راه شیری که از بالا دیده می شود. این ناحیه ی وسیع شامل سامانه ی خورشیدی ما هم می شود. نقطه ی موجود قطری برابر ۲۰۰ سال نوری دارد، حداکثر وسعتی که هر نوع سیگنال رادیویی زمینی توانسته طی کند (نیک رایزینگر / پیتر لینده)



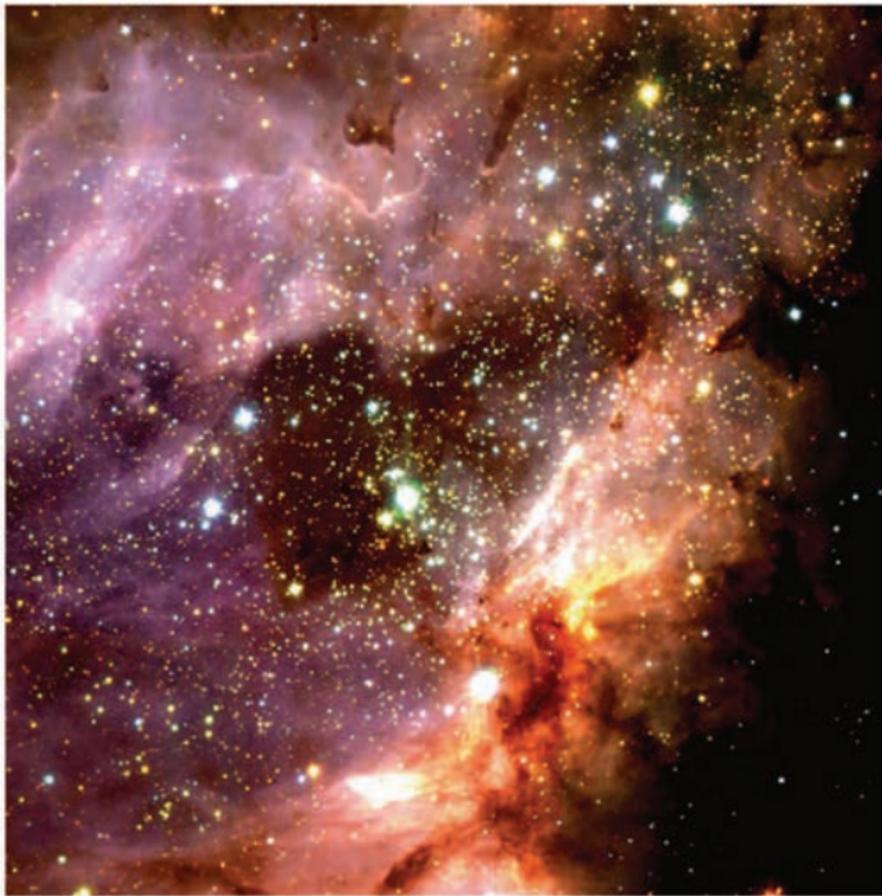
شکل ۸.۸ تلسکوپ بزرگ رادیویی در آرسیبو شهر پورتوریکو (رصدخانه‌ی آرسیبو / بنیاد ملی علوم)



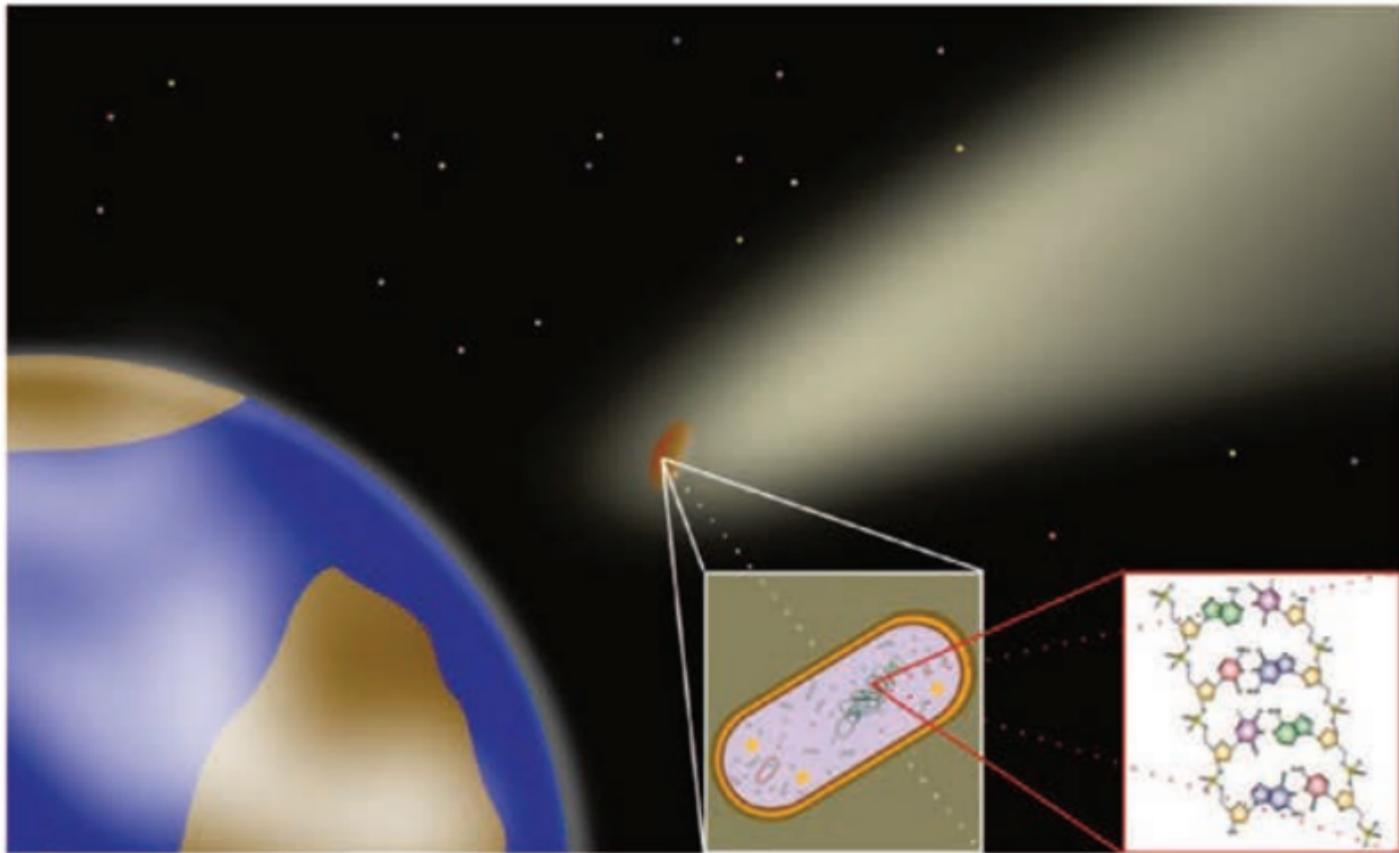
شکل ۹.۸ قسمت‌های درونی خوشه‌ی ستاره‌ای ام ۱۳. پیام آرسیبو به سمت این خوشه می‌رود
(آژانس فضایی اروپا/ هابل/ ناسا)



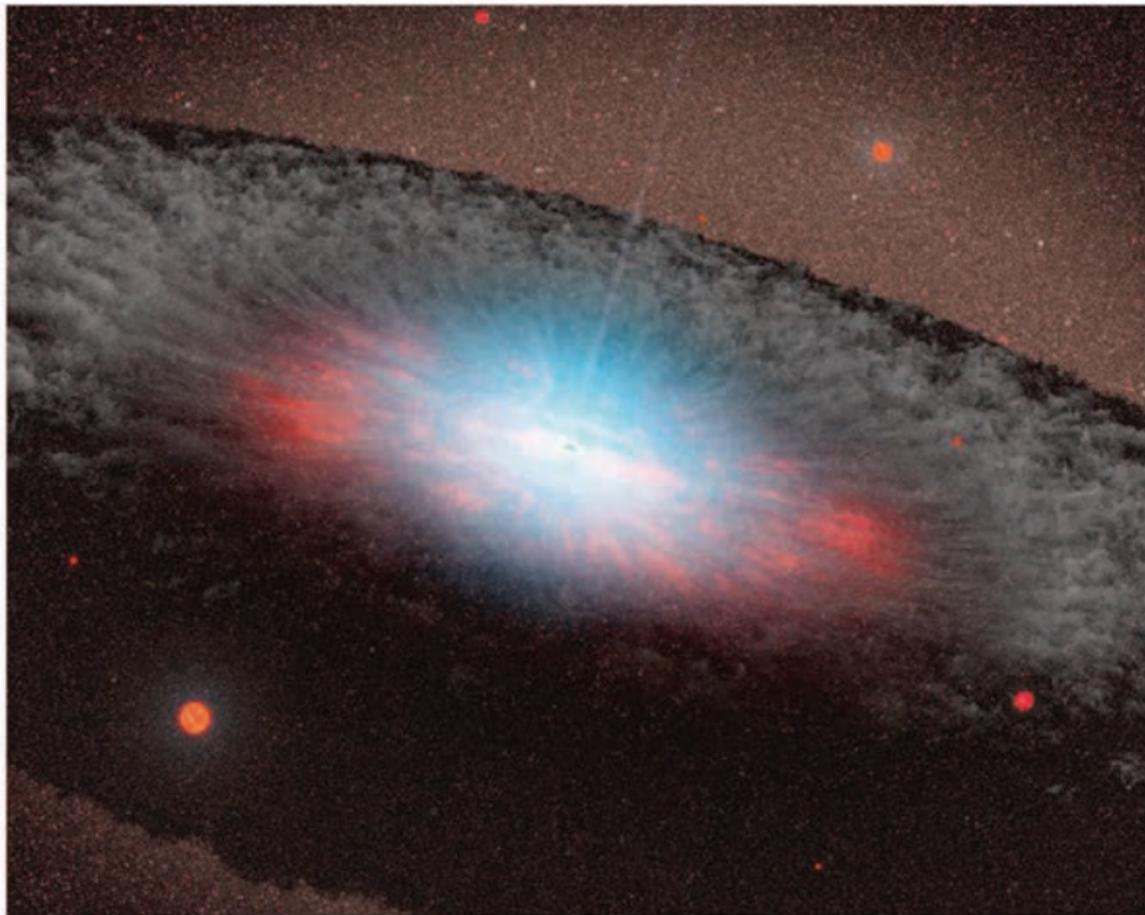
شکل ۱۰.۸ پیامی از تلسکوپ آرسیبو. در سمت چپ، شکل اصلی اعداد دودویی، در وسط، آن‌هایی که برای توضیح رنگ شده‌اند و در سمت راست توضیحات قرار گرفته است (پیتر لینده)



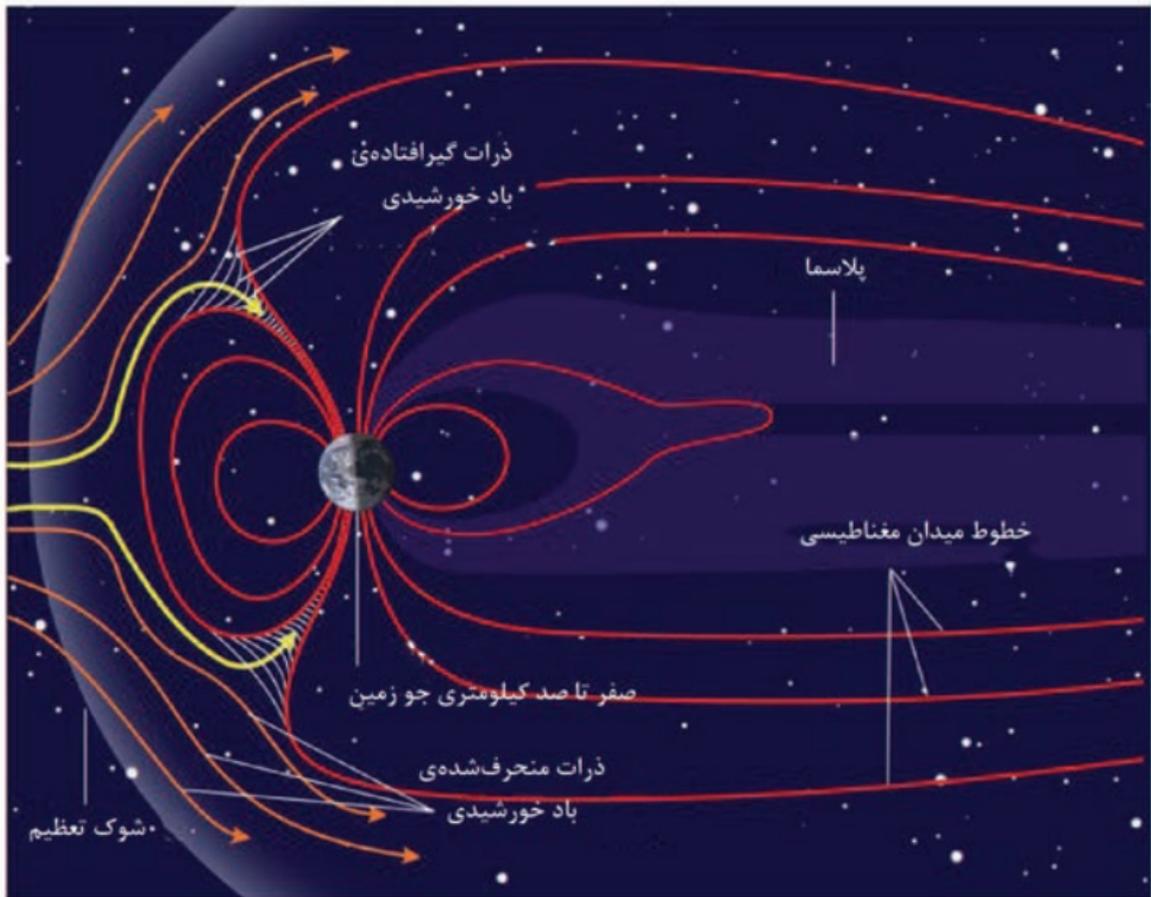
شکل ۱.۹ یک منطقه‌ی ستاره‌زایی معمولی. نواحی تاریک حاوی گرد و غبار هستند. تعدادی از غول‌های آبی قبلاً متولد شده‌اند (آژانس فضایی اروپا)



شکل ۲.۹ طبق فرضیه‌ی پان اسپرمیا، حیات از طریق اجسام فضایی، به زمین آمده است (سیلور اسپون سوک پاپ / ویکیپدیا)



شکل ۳.۱۰ تصویری هنری از یک سیاهچاله‌ی فوق‌سنگین (ناسا- آزمایشگاه پیش‌رانش جت- کلتک)



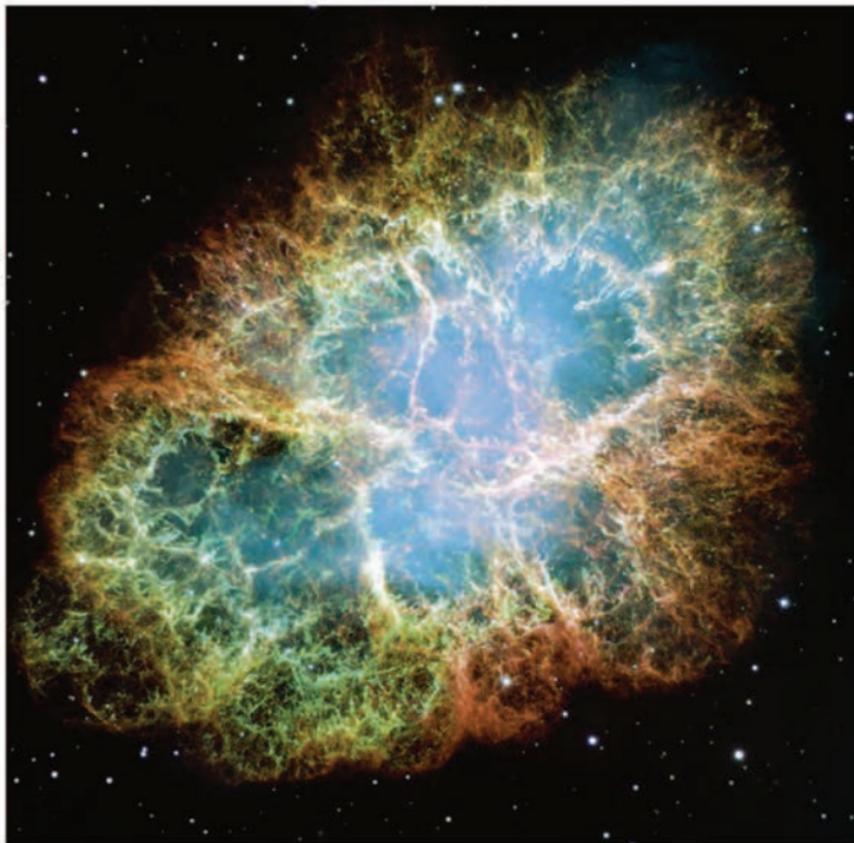
شکل ۴.۱۰ میدان مغناطیسی زمین از ما در برابر ذرات مضر تابش خورشید محافظت می‌کند (پیتر لینده)



شکل ۵.۱۰ دینو کاکوس ریڈیو دورانس، ملقب به «باکتری کائن» (مایکل جی. دلی / کتابخانه‌ی تصاویر علمی)

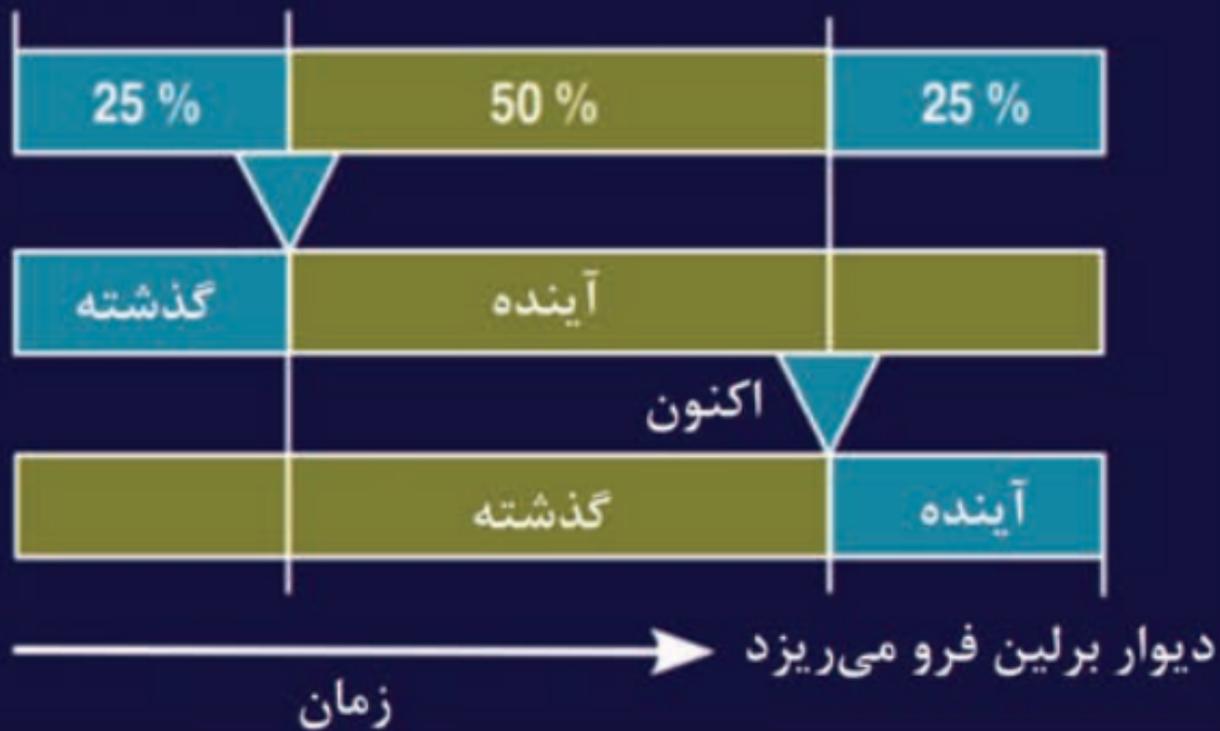


شکل ۶.۱۰ دنباله‌دار شو میکر-لوی ۹ در سال ۱۹۹۴ با مشتری برخورد کرد (اچ همل / دانشگاه MIT / ناسا)



شکل ۷.۱۰ در سال ۱۰۵۴ ستاره‌شناسان چینی یک ابرنواختر را رصد کردند. تقریباً هزار سال بعد محل این فاجعه به این صورت بوده است. ما به آن سحابی خرچنگ می‌گوییم. در مرکز آن بازمانده‌های ویران‌شده‌ی ستاره به صورت ستاره‌ی نوترونی با چرخشی سریع قرار گرفته است (شکل ۳.۱۱ را هم ببینید) (ناسا/ آژانس فضایی اروپا/ رصدخانه‌ی پرتوی ایکس چاندرا، آزمایشگاه پیش‌رانس جت)

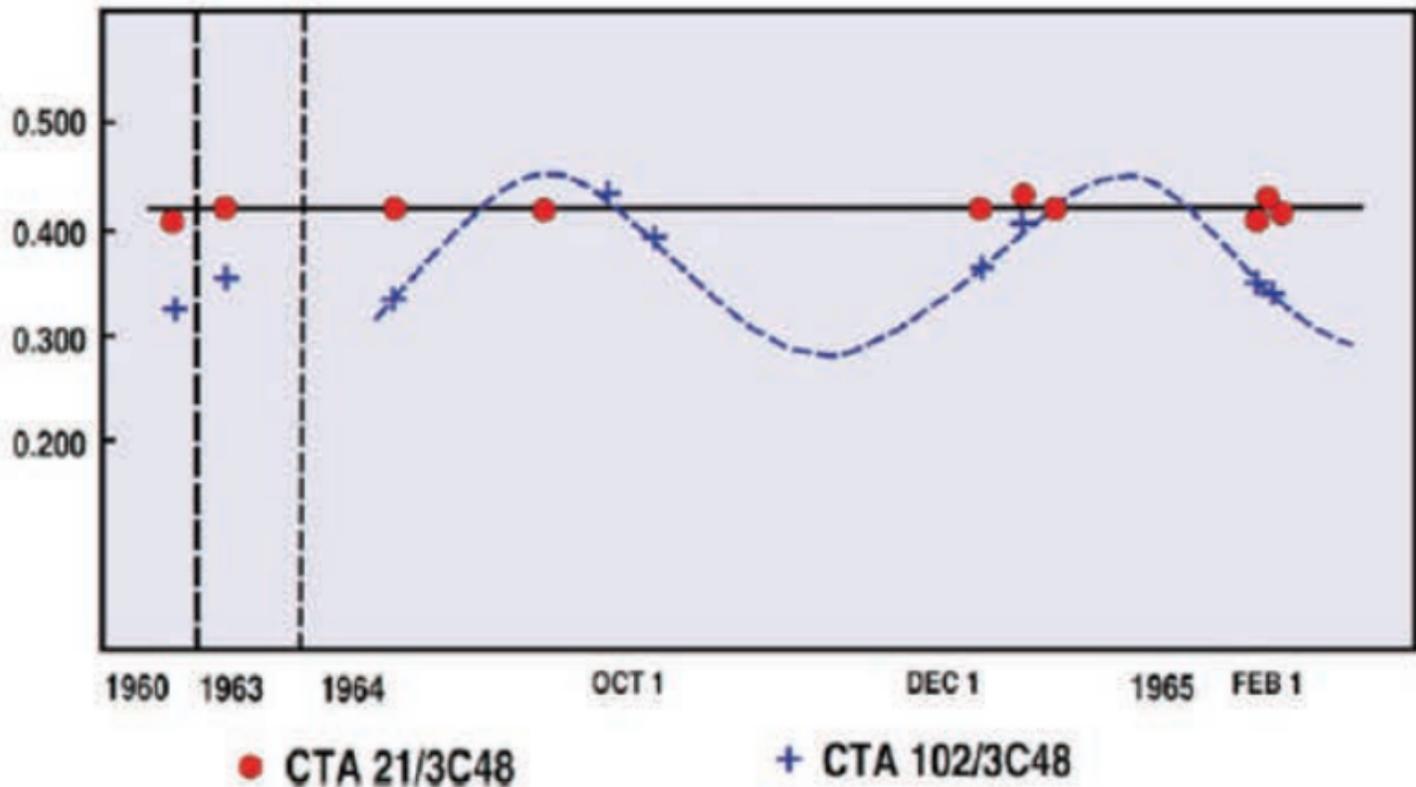
دیوار برلین ساخته شد



شکل ۸.۱۰ ملاقات گات از دیوار برلین، عمر متوسط آن را پیش‌بینی می‌کند (پیتر لینده)



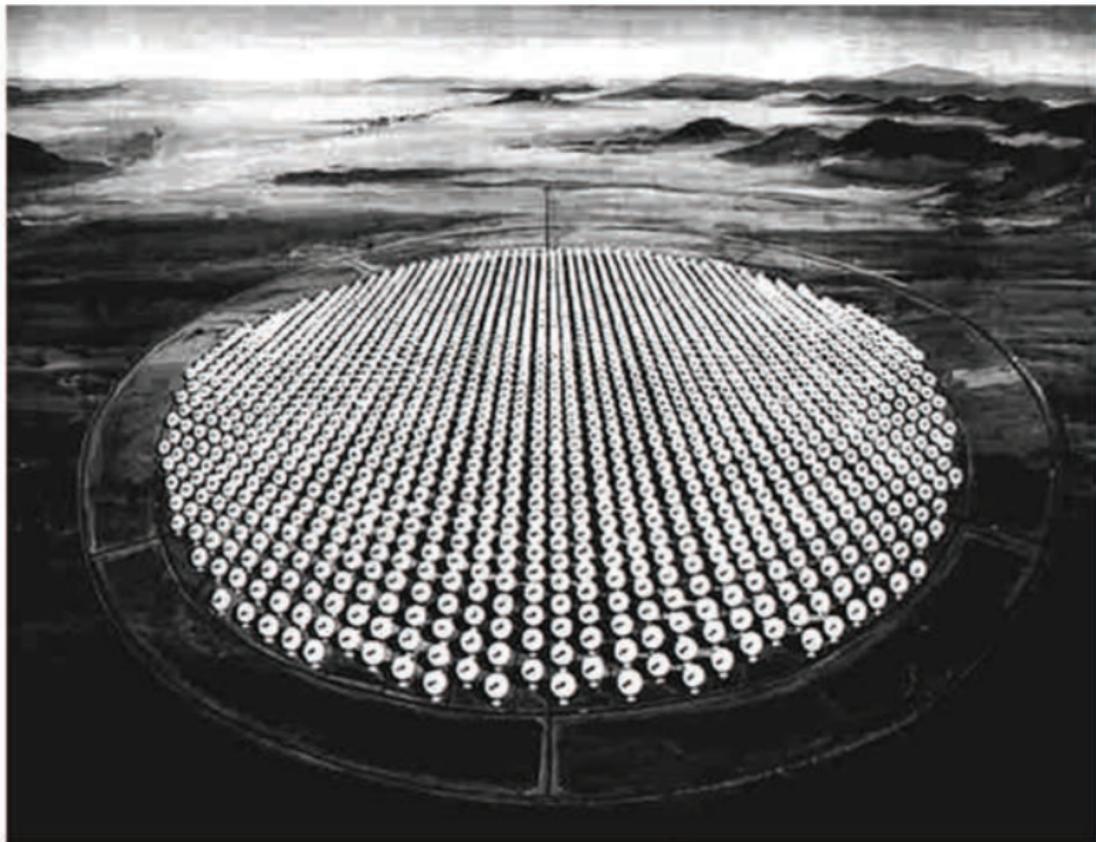
شکل ۱.۱۱ تلسکوپ رادیویی در گرین بانک که فرانک دریک از آن در اولین تلاش‌ها برای شنود سیگنال‌های هوشمند کیهانی استفاده کرد (رصدخانه‌ی ملی رادیویی آمریکا/ موسسه‌ی دانشگاه‌های وابسته)



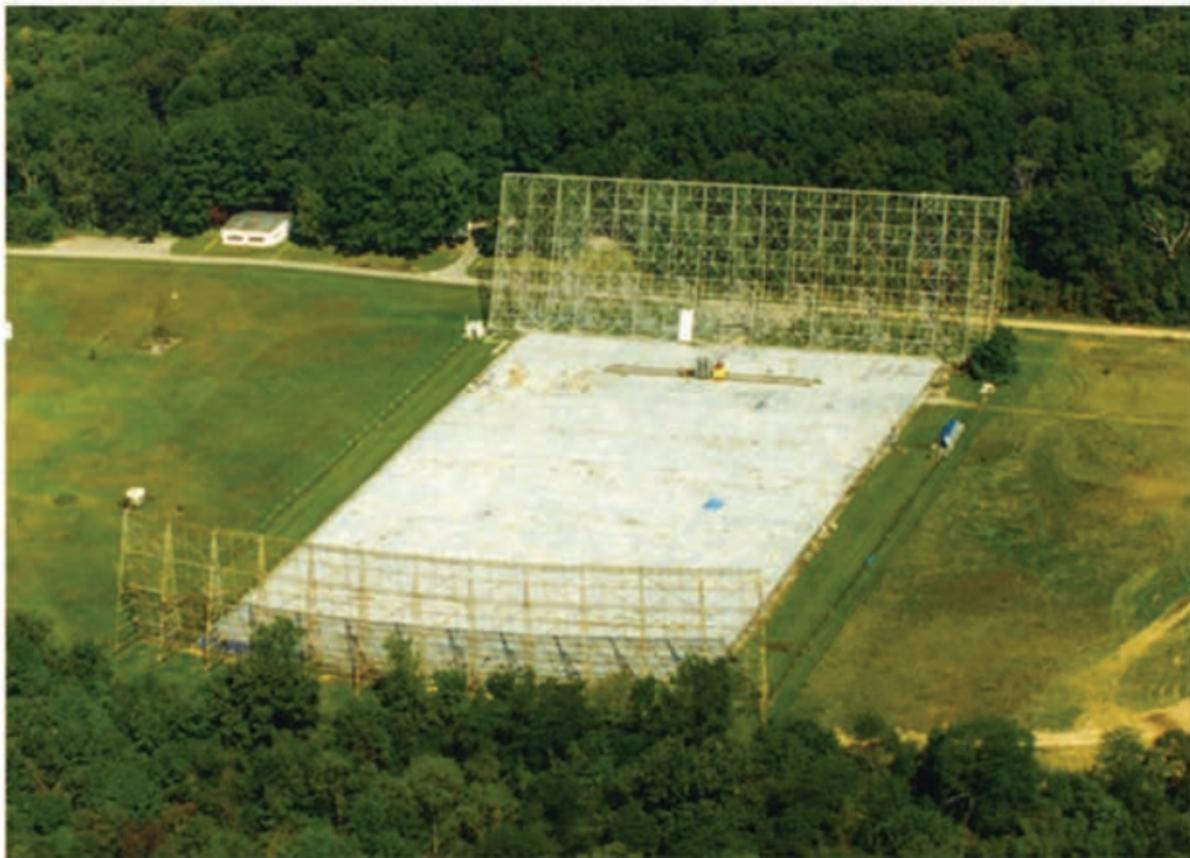
شکل ۲.۱۱ مشاهدات کارداشف از منابع رادیویی CTA-21 و CTA-102. CTA-102 از خود تغییراتی را نشان می‌دهد که می‌توان آن را به عنوان دوره یا قاعده تفسیر کرد (پیتر لینده)



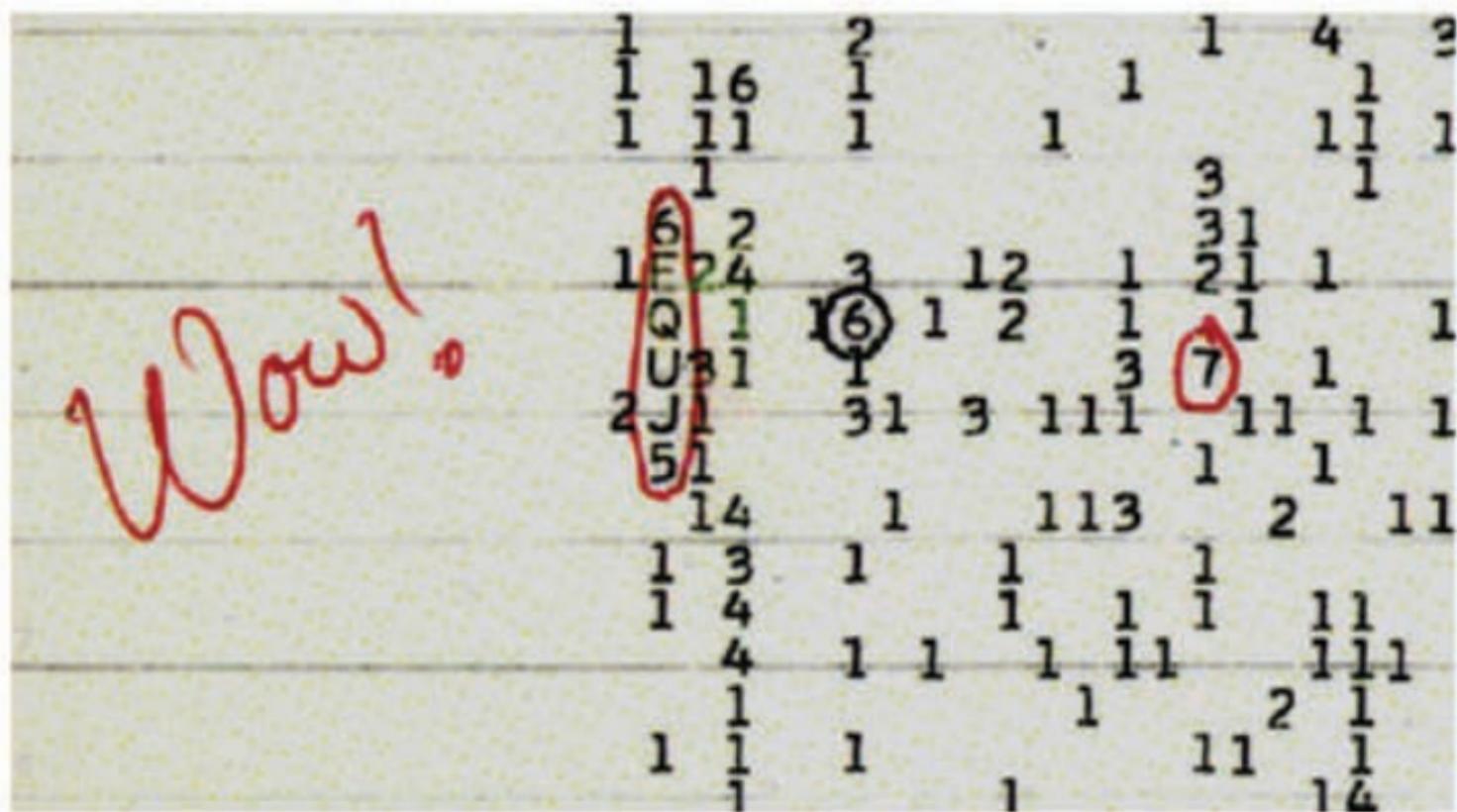
شکل ۳.۱۱ تپاختر سحابی خرخنگ ستاره‌ای نوترونی است که در ثانیه، ۳۰ بار به دور خود می‌چرخد. این عکس ترکیبی از تصویرهای اپتیکی و پرتو ایکس است (ناسا/ رصدخانه‌ی پرتوی ایکس چاندرا/ تلسکوپ فضایی هابل/ دانشگاه آریزونا/ جی. هستر و دیگران)



شکل ۴.۱۱ قرار بود پروژه‌ی سایکلایپس شامل حدود یکصد هزار تلسکوپ رادیویی باشد که با هم کار می‌کنند و هر کدام از آن‌ها قطری ۱۰۰ متری داشت. این تصویری هنری از چگونگی قرار گرفتن آن‌ها در یک دایره با قطر تقریبی ۱۰ کیلومتر است (ناسا)



شکل ۵.۱۱ گوش بزرگ، تلسکوپ رادیویی که سیگنال معروف را دریافت کرد. امروزه این ناحیه به یک زمین بازی گلف تغییر شکل داده است (رصدخانه‌ی اخترفیزیک آمریکای شمالی)

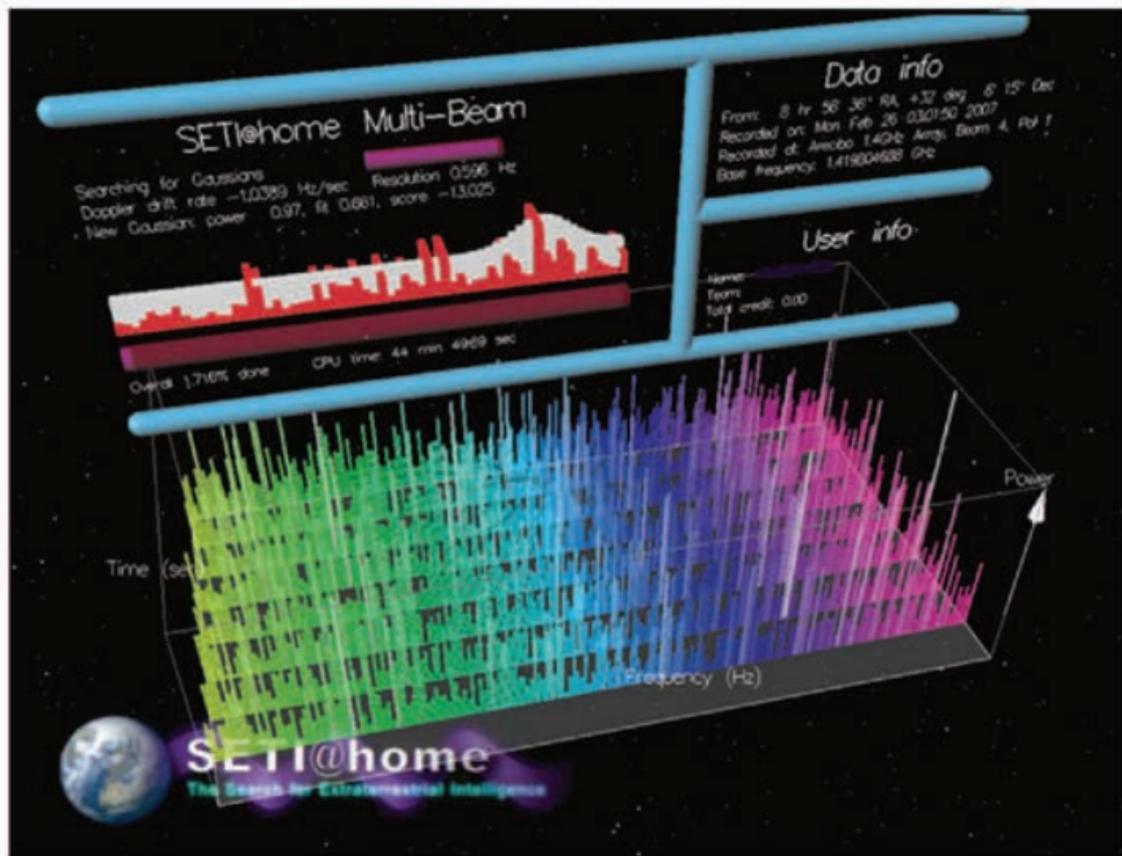


Wow!

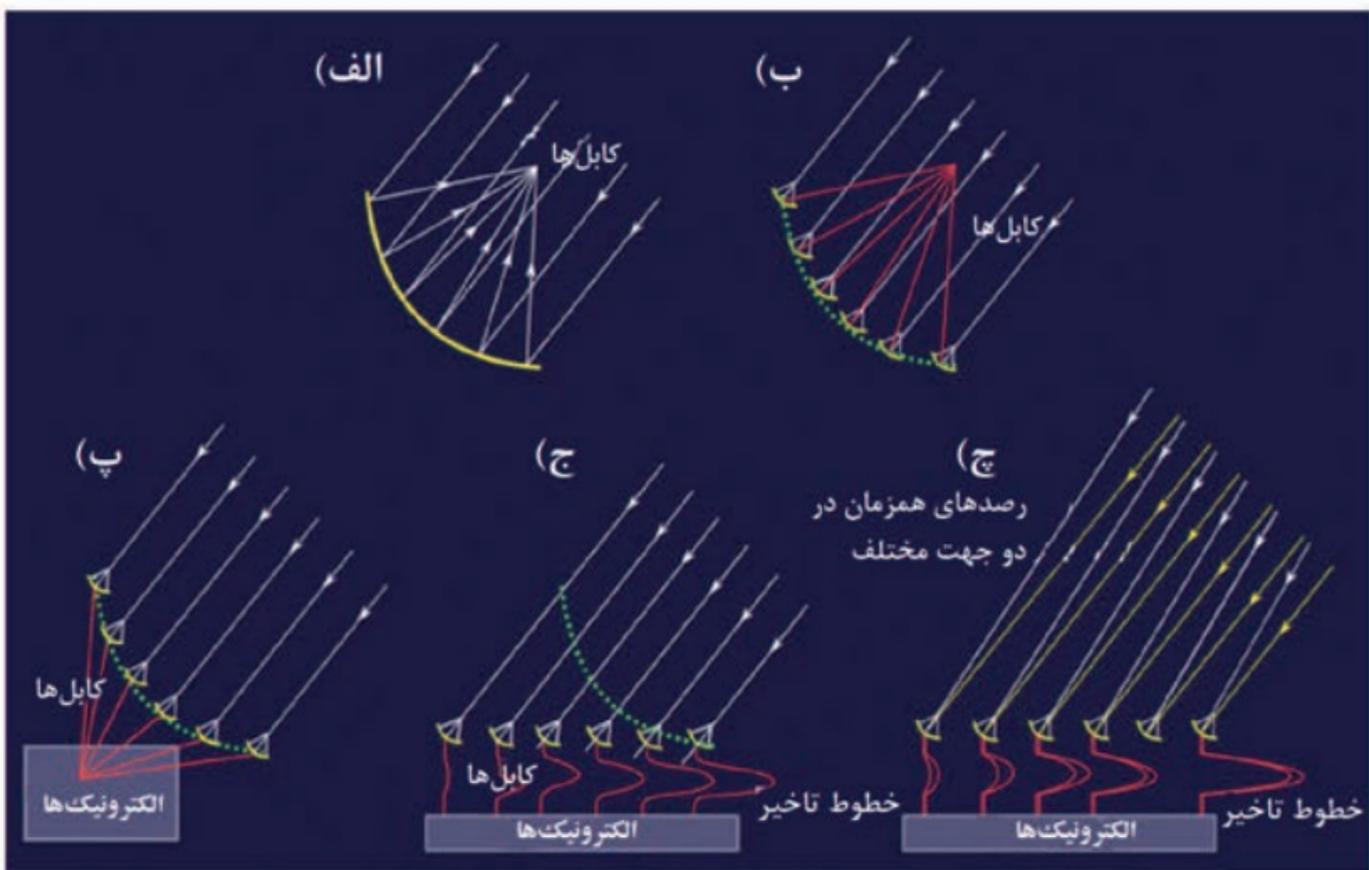
شکل ۶.۱۱ سیگنال و آو سال ۱۹۷۷. در پرینت خروجی کامپیوتر دور سیگنال قدرتمند خط کشیده شده است (رصدخانه‌ی اخترفیزیک آمریکای شمالی)



شکل ۷.۱۱ تلسکوپ رادیویی پارکس در ولز جنوبی استرالیا. قطر آن ۶۴ متر است (استیون وست دایسمن)



شکل ۸.۱۱ مثالی از تصویر محافظ نمایشگر ستی در خانه. داده‌ای برای ۱۰۷ ثانیه رصد با موفقیت تحلیل شده است. معمولاً در هنگام تحلیل‌ها، تنها نوفه‌ای را روی نمایشگر نشان می‌دهد (ستی در خانه)



شکل ۹.۱۱ یک تلسکوپ رادیویی بزرگ را می‌توان با تعداد زیادی از تلسکوپ‌های کوچک که با هم در یک آرایه‌ی فازی، کار می‌کنند تعویض کرد.



شکل ۱۰.۱۱ نمایی نزدیک از یکی از آنتن‌های تلسکوپ آلن که شامل تعدادی از صفحات به هم پیوسته است که هر کدام از آن‌ها ۵ متر اندازه دارد (کولبی گوتیرز- کریبیل)



شکل ۱۱.۱۱ بزرگ‌ترین رصدخانه‌ی رادیویی دنیا آلمان نام دارد که به تازگی شروع به کار کرده است و در ارتفاع ۵۰۰۰ متری از سطح دریا، در نزدیکی صحرای آتاکامای شمال شیلی قرار گرفته است (رصدخانه‌ی جنوبی اروپا/ رصدخانه‌ی ملی ستاره‌شناسی ژاپن/ رصدخانه‌ی ملی رادیویی آمریکا)



شکل ۱۲.۱۱ یکی از ۹۶ آنتن دوقطبی لوفار که در رصدخانه‌ی فضایی اونسالا در خارج از شهر گوتنبرگ سوئد قرار گرفته‌اند (پیتر لینده)



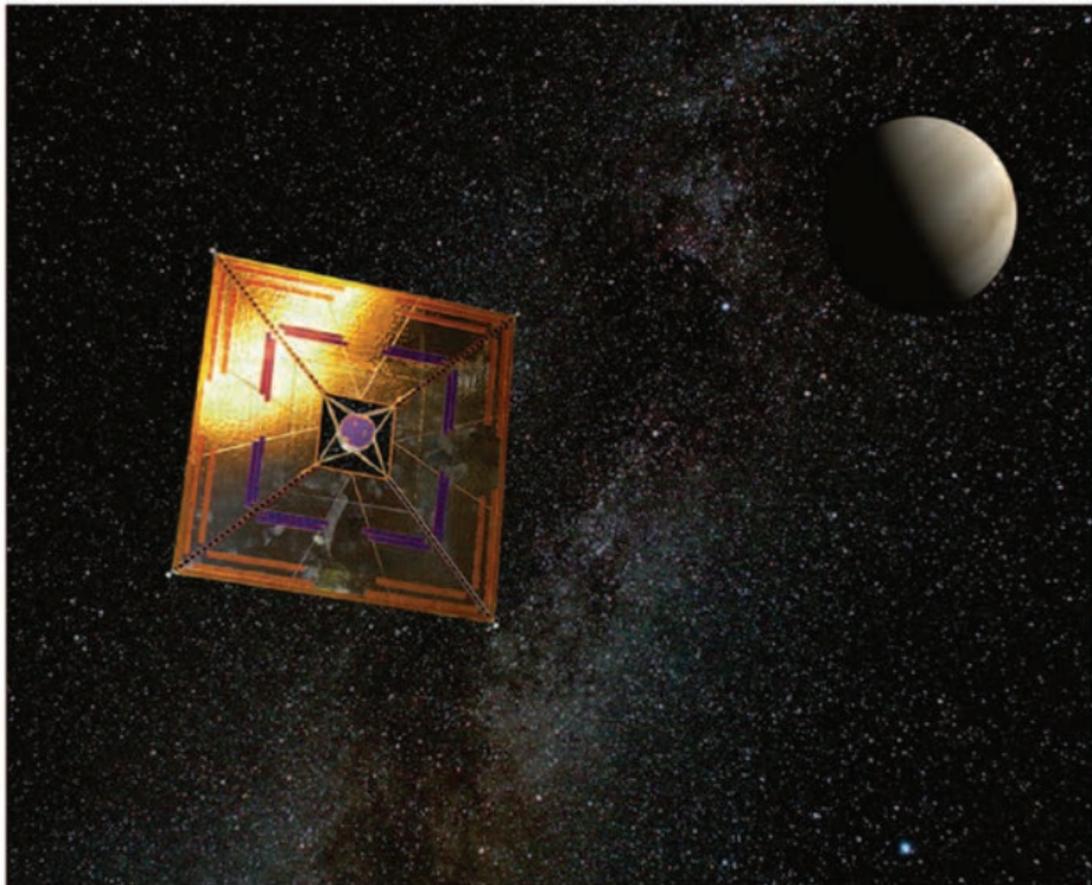
شکل ۱.۱۲ ایستگاه فضایی بین‌المللی مثالی از همکاری‌های عظیم بین‌المللی است (ناسا)



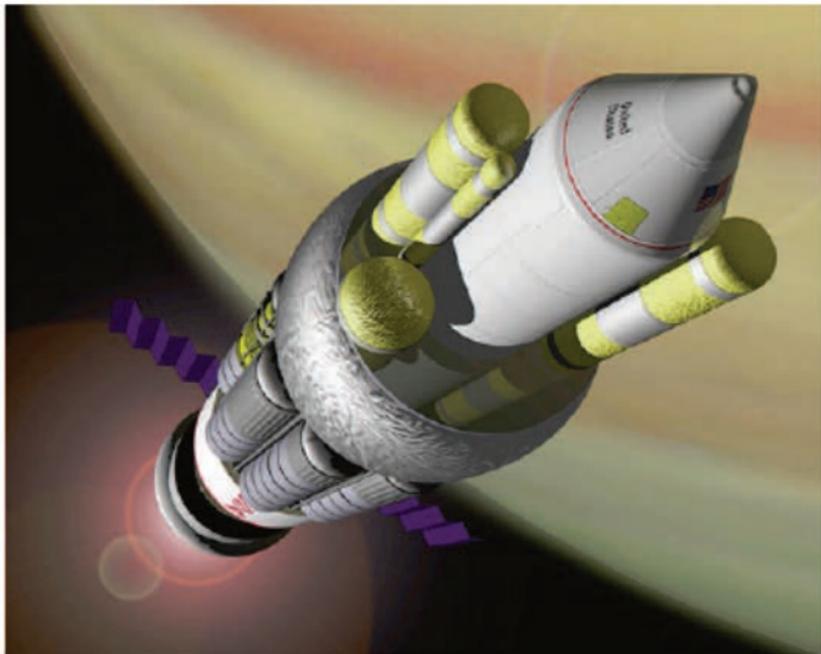
شکل ۲.۱۲ بلند شدن شاتل فضایی آتلانتیس. دو موشک کمکی حاوی سوخت جامد بوده، در حالی که مخزن میانی حاوی سوخت مایع برای موتورهای اصلی شاتل است (ناسا)



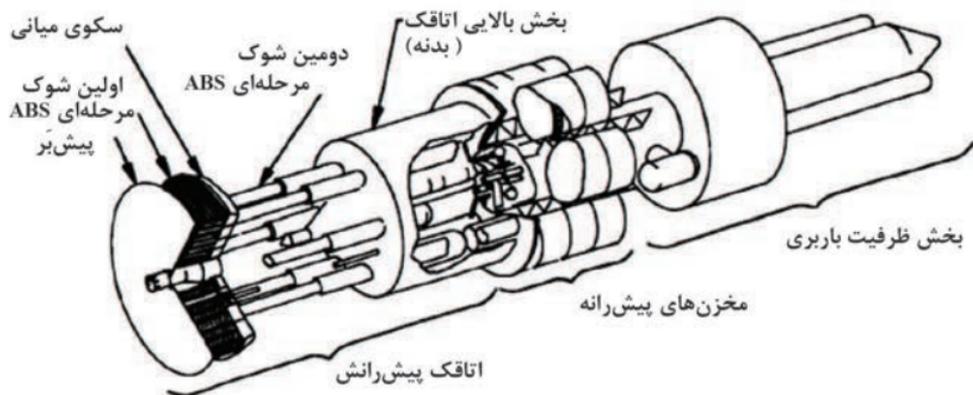
شکل ۳.۱۲ ماهواره‌ی اروپایی اسمارت-۱ با یک موتور محرک یونی (آژانس فضایی اروپا)



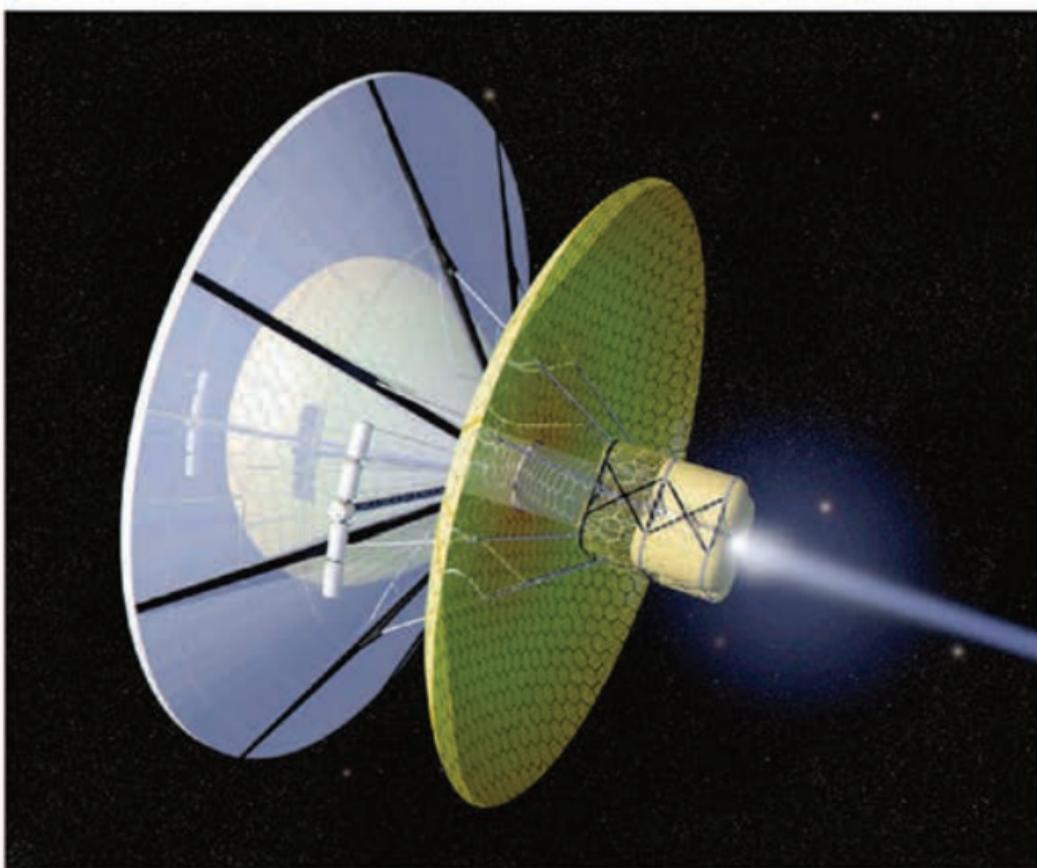
شکل ۴.۱۲ فضایی‌های دارای بادبان خورشیدی ژاپنی با نام ایکاروس در سال ۲۰۱۰ و در طول سفری به زهره آزمایش شد (آندره میرسکی / ویکی مدیا)



شکل ۵.۱۲ یک طراحی محتمل برای فضاییهای شکارچی که با نیروی بمب اتمی کار می کند (ناسا)

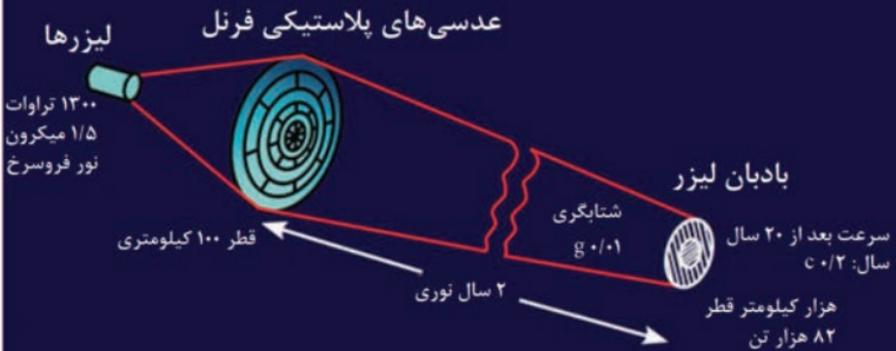


شکل ۶.۱۲ تصویری از گزارش ناسا درباره‌ی پروژهِ شکارچی. این طراحی خصوصیات کلی محرک‌های هسته‌ای دست‌نشان را نشان می دهد (ناسا)

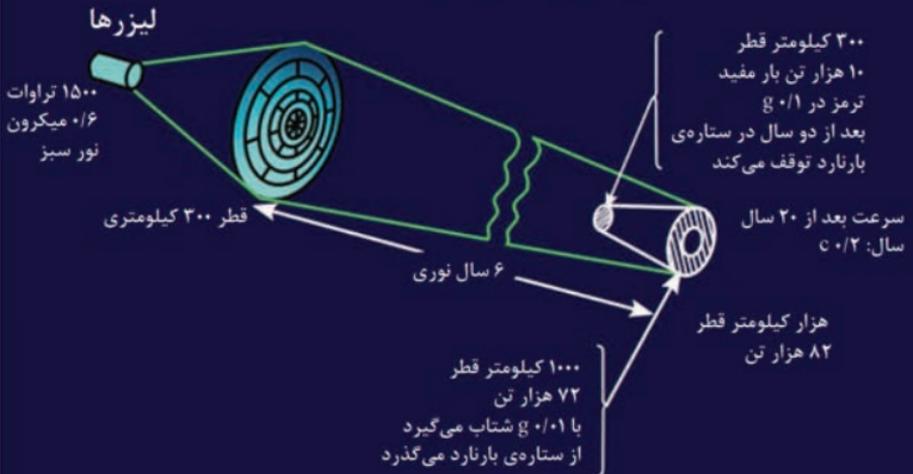


شکل ۷.۱۲ طراحی ارائه شده برای یک رمزجت که طبق اصل باسارد کار می‌کند. در جلوی دستگاه، میدان مغناطیسی‌ای درست شده است که هیدروژن بین ستاره‌ای را جمع‌آوری می‌کند (ناسا)

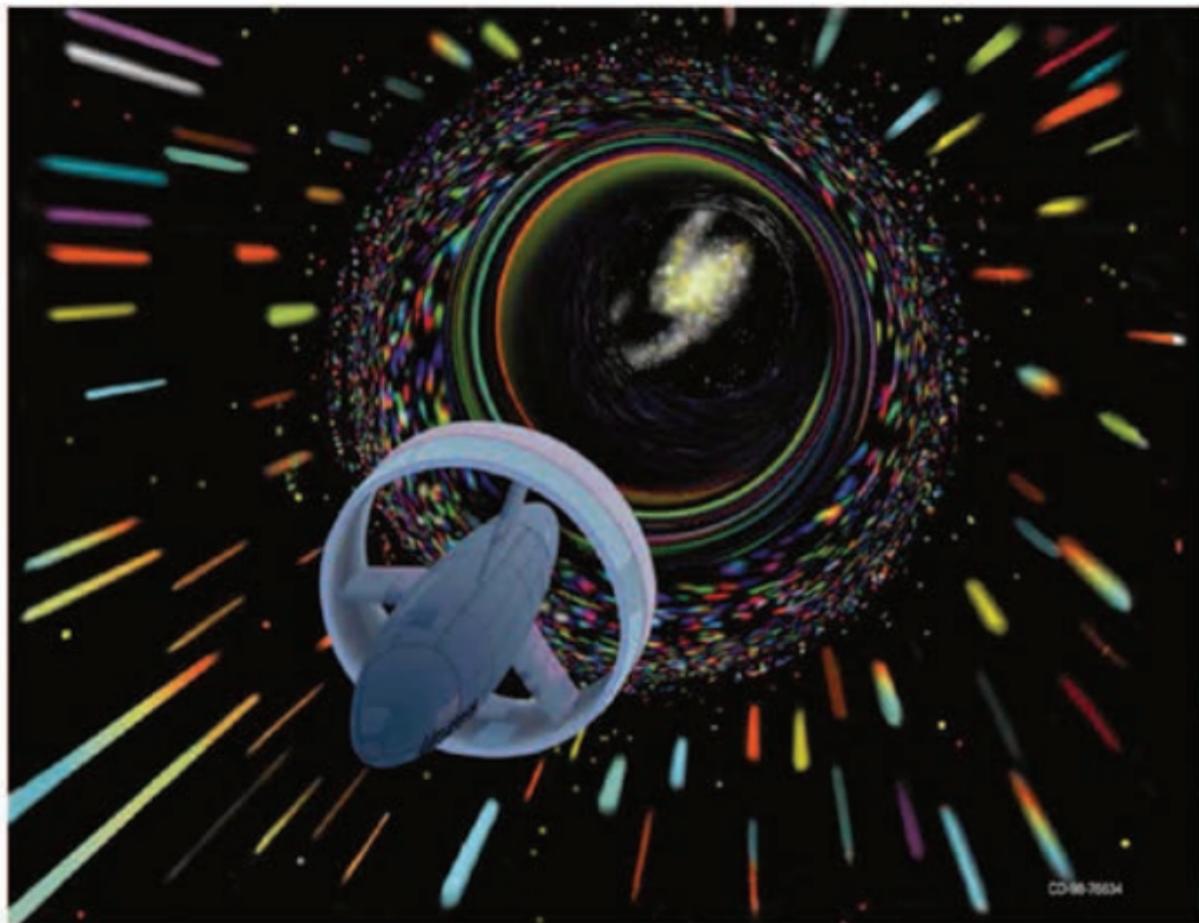
مرحله‌ی افزایش سرعت



مرحله‌ی کاهش سرعت



شکل ۸.۱۲ در رمان علمی-تخیلی «جهان سنگی»، رابرت ال. فوروارد توضیح می‌دهد چگونه یک فضاپیمای دارای بادبان می‌تواند به ستاره‌ی دیگری سفر کند. (پیتر لینده)



شکل ۹.۱۲ سفری خیالی از طریق یک سیاهچاله (ناسا)



Luna 10 år

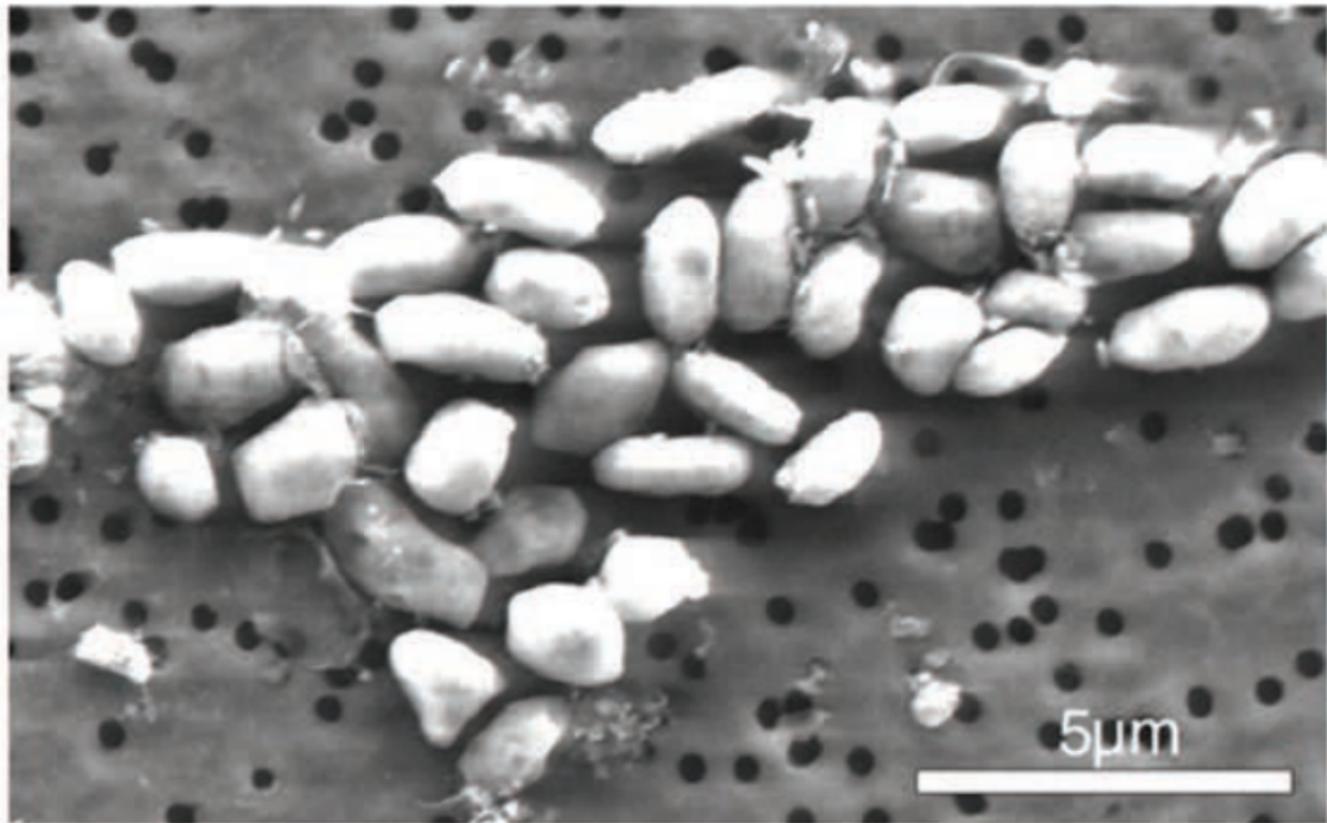


Melchior 10 år

! رستا



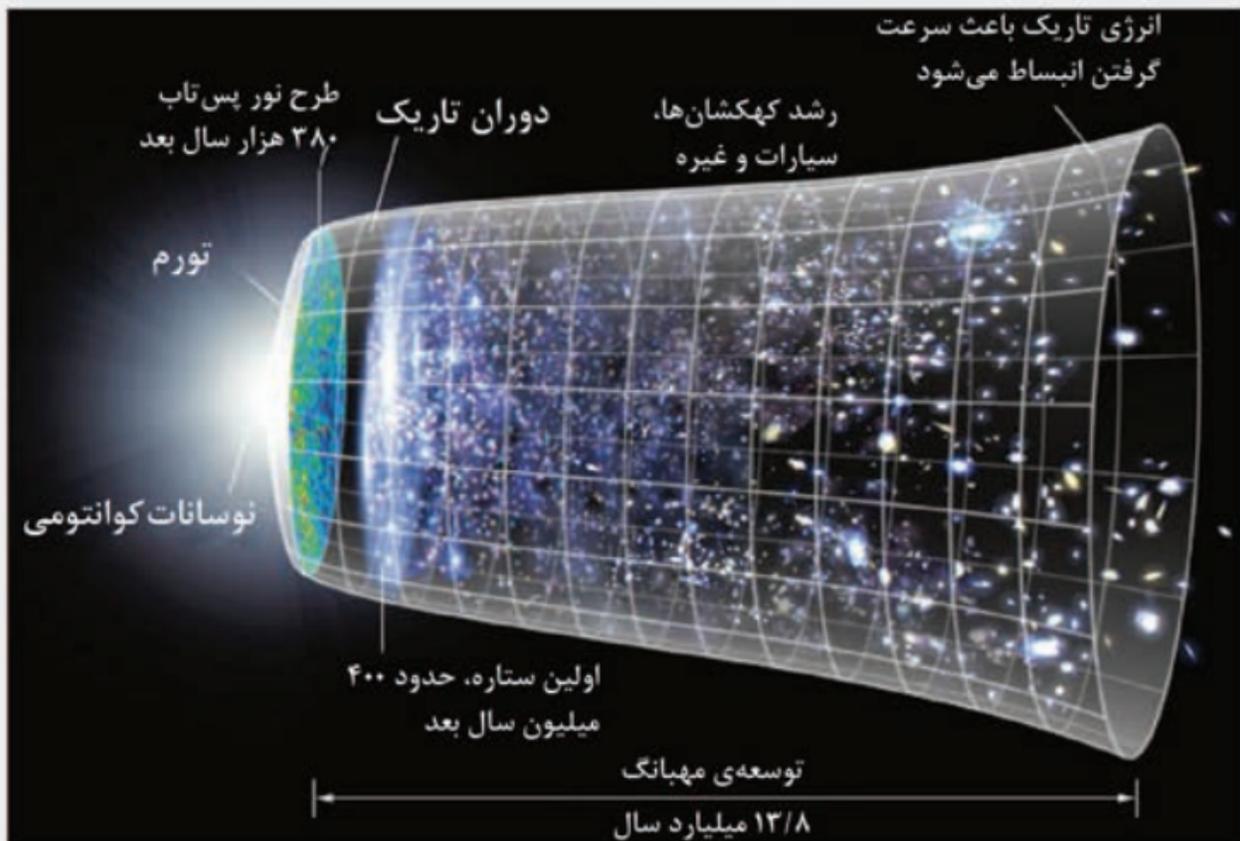
شکل ۱.۱۳ یک سری از نقاشی‌هایی کودکان که بیگانگان را به تصویر کشیده‌اند. مشخصه‌ای عادی در این تصویرها، دوستانه بودن بیگانگان و نشان دادن مشابهت‌های ناچیز آن‌ها با انسان‌ها است.



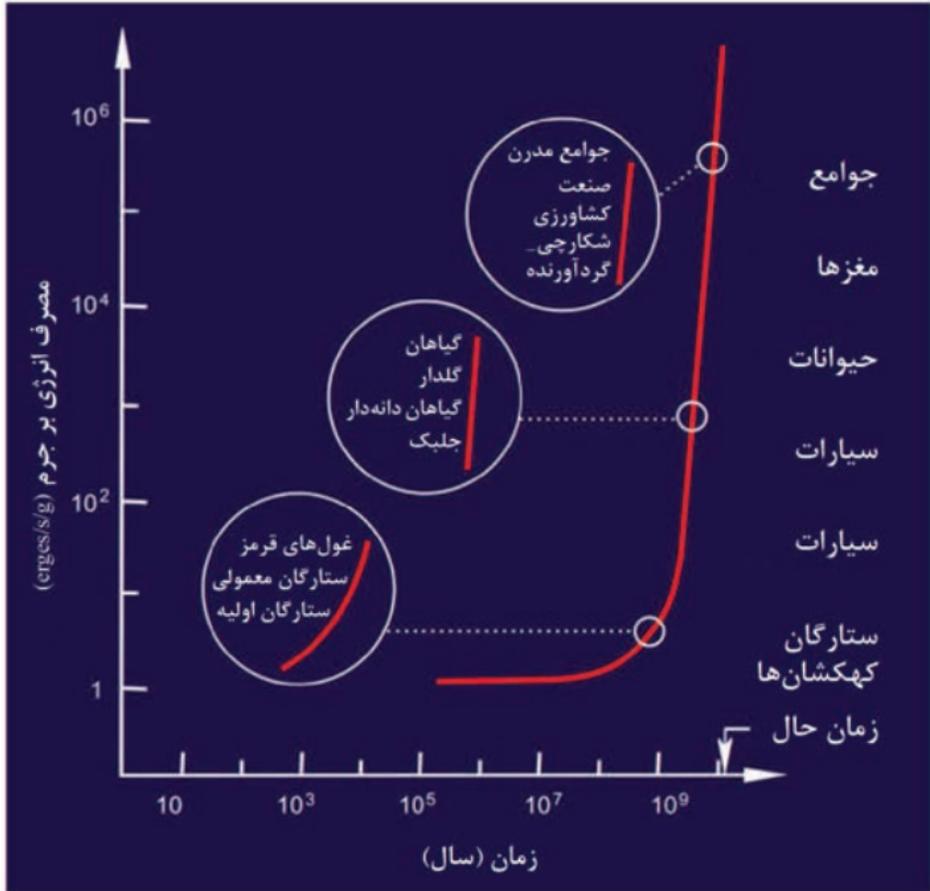
شکل ۲.۱۳ باکتری جی اف ای جی - ۱ (GFAJ-1) زیر یک میکروسکوپ. عرض تصویر تقریباً یک صدم یک میلی متر است (ناسا)



شکل ۳.۱۳ طرحی تخیلی ولی محتمل که صحنه‌ای از یک تمدن پیشرفته را نشان می‌دهد که در امتداد خطوط مشابهی با بشریت رشد کرده‌اند (مایک کارول)



شکل ۴.۱۳ خلاصه‌ای از رشد اخت‌فیزیکی جهان از زمان مهبانگ. ماهواره‌ی WMAP، تصویری با جزئیات از تابش زمینه کیهان ارائه داد (ناسا/ گروه علمی WMAP)



شکل ۵.۱۳ تصویری که نشان می‌دهد چطور فرگشت جهان و زمین به سمت درجه‌های بالاتری از نظم پیش می‌رود. انرژی به صورت تصاعدی بالا می‌رود. (پیتر لینده / ای. جی. چیسون)



شکل ۶۱.۱۳ ابر گرد و غبار تیره‌ی بارنارد ۶۸. گرد و غبار و گاز جلوی تمام نورهایی که از ستاره‌های پس‌زمینه می‌آیند را می‌گیرد (رصدخانه جنوبی اروپا)