

حاکمیت انسان در فضا

۱۰-۱ تلسکوپ

چشم انسان از حساس‌ترین ابزارهای نوری خلق شده است که حتی می‌تواند ذره کوچکی، مانند فوتون نور، را آشکار سازد. با این حال، به عنوان یک جمع‌کننده نور خیلی ضعیف عمل می‌کند؛ حتی تلسکوپ اسباب‌بازی کودکان با عدسی خود ۱۵۰ برابر عدسی‌های کوچک چشم انسان نور جمع می‌کند.

بیشتر اطلاعاتی که از ستارگان داریم به دلیل نوری است که از آن‌ها به زمین می‌رسد. تحلیل جزئیات این نور اطلاعات مربوط به مواد شیمیایی موجود در ستاره، دمای سطحی آن، جرم، سرعت ستاره، و مقدار زیادی آگاهی‌های دیگر را فراهم می‌کند. نظر به محدودیت فاصله دید ما در فضا، شناخت ما از جهان، فراسوی آنچه با چشم غیرمسلح می‌توان دید، همواره محدود بود، تا اینکه اسباب جمع‌کننده نور به طور تصادفی اختراع شد و این محدودیت را از بین برد. این اسباب بعدها تلسکوپ نامیده شد. واژه تلسکوپ از دو کلمه یونانی «tele» به معنی «واقع در دوردست» و «scopein» به معنی «مشاهده کردن» ساخته شده است. تلسکوپ از ۳ راه متفاوت به منجم کمک می‌کند:

۱. نوری که از ستاره ساطع می‌شود را جمع می‌کند و به این ترتیب موجب می‌شود که ستاره نورانی‌تر به نظر آید؛ این خاصیت دستگاه را توان جمع‌آوری نور می‌نامند.

۲. جزئیات را مشخص می کند. برای مثال، مؤلفه های یک ستاره دو گانه را از هم جدا می کند؛ این ویژگی را توان تفکیک می نامند.

۳. بخشی از آسمان را، که مورد مطالعه است، بزرگ می کند، که این توان بزرگ نمایی^۱ تلسکوپ است.

بزرگ نمایی یک تلسکوپ به فاصله کانونی عدسی یا آینه شیئی آن تقسیم بر فاصله کانونی عدسی یا عدسی های چشمی آن بستگی دارد.

$$\text{بزرگ نمایی} = \frac{\text{فاصله کانونی عدسی با آینه شیئی}}{\text{فاصله کانونی عدسی چشمی}}$$

برای مثال، چنانچه در تلسکوپ شکستی یا بازتابی (انعکاسی) با فاصله کانونی ۱۵۲ سانتی متر (۶۰ اینچ) یک عدسی چشمی با فاصله کانونی ۲/۵ سانتی متر (۱ اینچ) به کار رود، در آن صورت بزرگ نمایی آن ۶۰ خواهد بود. اگر در این تلسکوپ فاصله کانونی عدسی چشمی فقط ۱/۳ سانتی متر (۱/۴ اینچ) باشد، در آن صورت بزرگ نمایی برابر ۱۲۰ خواهد بود.

هیچ کس به طور حتم نمی داند که چه کسی اولین مخترع تلسکوپ بوده است. بنا بر یک روایت، شاگردی از روی شیطنت یکی از عدسی های عینک استاد کار خود را در مقابل عدسی دیگر آن قرار داد و برای نخستین بار دریافت که از پشت آن ها می تواند برج کلیسایی را که در فاصله دور قرار داشت بسیار نزدیک ببیند. با این حال، امروز بر این عقیده ایم که احتمالاً تلسکوپ را هانس لیپرش^۲، عینک ساز هلندی، در سال ۱۶۰۸ اختراع کرده است. در هلند کسی اختراع جدید را ابزار مشاهده آسمان در نظر نمی گرفت، بلکه آن ها از این اختراع فقط به صورت یک اسلحه نظامی استفاده می کردند؛ زیرا با عدسی می توانستند محل دشمن را، بدون آنکه دیده شود، پیدا کنند. در همان سال ۱۶۰۸ بود که اخبار و شایعات مربوط

1. Magnification
2. Hance Lypershy

به این اختراع شگفت آور در سراسر اروپا پیچید. وقتی گاليله، استاد دانشگاه پادو ایتالیا، از آن باخبر شد، اهمیت کاربرد این وسیله را در زمان جنگ دریافت، ولی در عین حال به امکان کاربردهای دیگر آن نیز توجه کرد و حتی قبل از آنکه یکی از تلسکوپ‌های هلندی در ایتالیا به دستش برسد، برای خودش یک تلسکوپ ساخت. گاليله هنگامی که با این ابزار مهم و نوین به آسمان نگاه می‌کرد، کریستف کلمب جدیدی به حساب می‌آمد که به سفر اکتشافی پرداخته است.

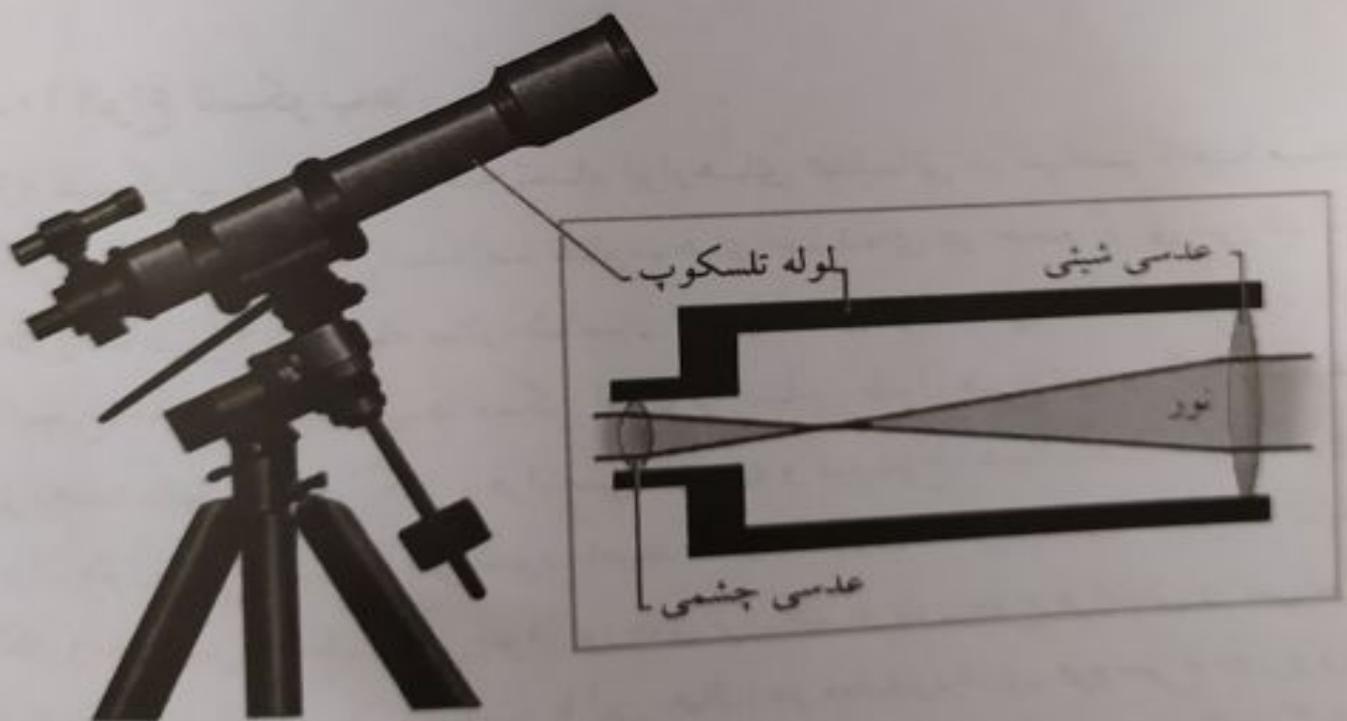
گاليله حفره‌ها و کوه‌های روی ماه و لکه‌های خورشیدی را کشف کرد. او در ژانویه ۱۶۱۰ با تلسکوپ خود مشتری را نشانه گرفت و بلافاصله سه نقطه نورانی، به کوچکی سر سوزن، مشاهده کرد که تقریباً بر روی یک خط مستقیم در نزدیکی قرص زرد و کوچک این سیاره قرار گرفته‌اند. او شش روز بعد از اولین رصد خود متوجه چهارمین نقطه نورانی شد و آنگاه دریافت آنچه را رصد کرده است چهار قمر کوچک مشتری هستند که، همچون گردش ماه به دور زمین، به دور مشتری در گردش‌اند و امروز این ۴ قمر را ماه‌های گاليله می‌نامند.

۲-۱۰ انواع تلسکوپ‌ها

واژه تلسکوپ می‌تواند به تمام ابزارهای عملیاتی در سراسر ناحیه میدان الکترومغناطیس اشاره کند، اما تفاوت‌های عمده‌ای در جمع‌آوری نور (تابش الکترومغناطیس) به وسیله ستاره‌شناسان در پهناهای فرکانسی مختلف وجود دارد (کیچین، ۱۳۸۰). تلسکوپ‌ها ممکن است بر اساس طول موج نوری که تشخیص می‌دهند، مانند امواج ایکس، فرابنفش، نوری، و فروسرخ، دسته‌بندی شوند. هرچه میزان طول موج بلندتر می‌شود، استفاده از فناوری آنتن، برای تعامل با تابش الکترومغناطیس، آسان‌تر می‌شود. نورهای نزدیک به طول موج فرابنفش را می‌توان شبیه به نور مرئی در نظر گرفت، با این حال، در محدوده نور فروسرخ دور و زیر میلی‌متر، تلسکوپ‌ها می‌توانند بیشتر شبیه به یک تلسکوپ رادیویی به کار گرفته شوند. برای نمونه، تلسکوپ جیمز کلارک ماکسول^۱ با استفاده از یک آنتن سهمی

آلومینیومی، از طول موج ۳ میکرومتر (۰/۰۰۳ میلی متر) تا ۲۰۰۰ میکرومتر (۲ میلی متر) را مشاهده می کند. با استفاده از بازتاب های نوری تلسکوپ فضایی هابل، طول موج های بین ۲ میکرومتر (۰/۰۰۳ میلی متر) تا ۱/۷ میکرومتر (۰/۰۰۱۷ میلی متر)، از محدوده نور فرابنفش تا فرورسرخ، را می توان مشاهده کرد.

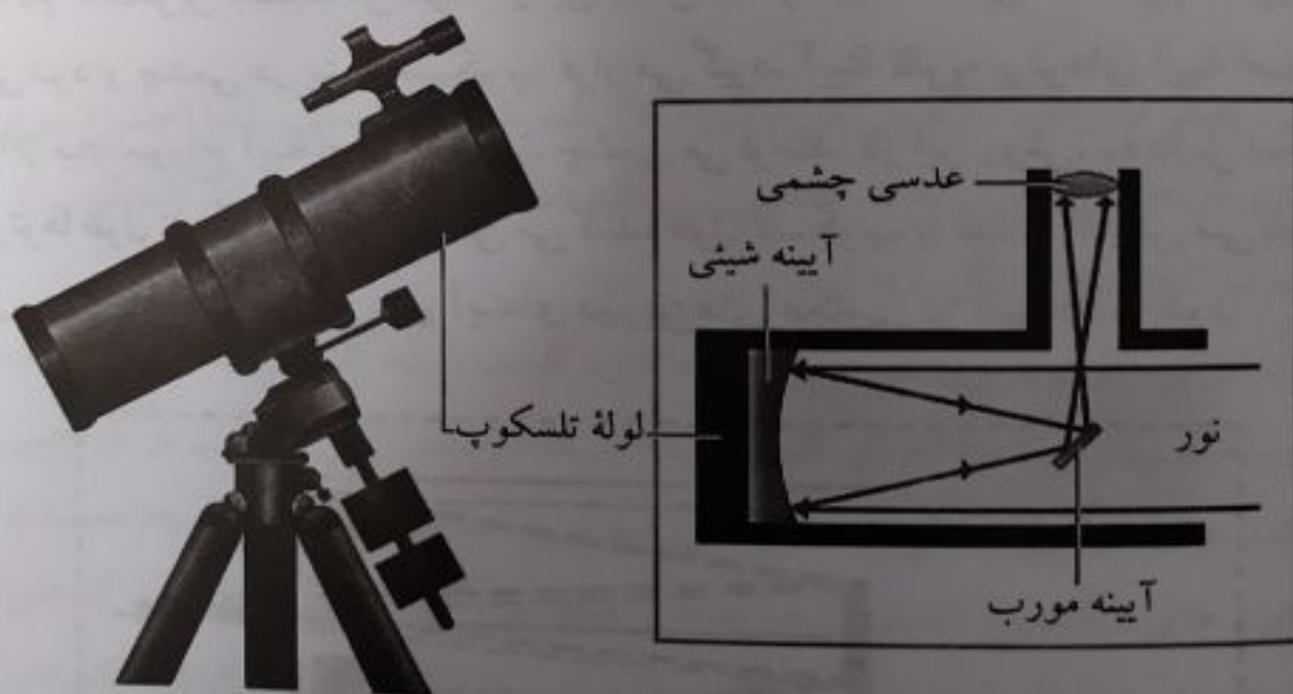
تلسکوپ ها بر ۳ نوع اند: (۱) شکستی، (۲) بازتابی، (۳) شکستی - بازتابی
 شیئی تلسکوپ شکستی یک عدسی است، نور در عبور از عدسی می شکند (شکل ۱-۱۰). در تلسکوپ بازتابی، شیئی یک آینه است. نور از آینه باز می تابد و در نزدیک چشمی تصویر را به وجود می آورد. به عبارت دیگر، در تلسکوپ های بازتابی کار عدسی شیئی را یک آینه انجام می دهد و، به جای عدسی، آینه ای کاو موجب همگرایی نور ورودی می شود. تلسکوپ های شکستی - بازتابی شیشه تلسکوپ های بازتابی هستند، با این تفاوت که در ساخت آنان از تیغه های شیشه ای استفاده شده است تا بتوان از آینه کروی به جای آینه سهموی استفاده کرد.



شکل ۱-۱۰ تلسکوپ شکستی

1. Refractor
2. Reflector

تلسکوپ‌های اشعیت و ماکسوتف - باورز از این دسته‌اند. از اولین تلسکوپ‌ها، و از جمله تلسکوپ گالیله، تلسکوپ شکستی بودند. در تلسکوپ شکستی اولیه، عدسی‌های شیئی غالباً مانند منشور عمل می‌کردند و در تمام لبه‌های شیئی مورد مشاهده رنگین کمان را به وجود می‌آوردند. این پدیده را کنج‌نمایی رنگی می‌نامند. این مشکلی آزاردهنده بود و برای از بین بردن آن تلسکوپ‌هایی با فاصله کانونی طولانی ساخته شد که به کاهش کنج‌نمایی رنگی کمک می‌کرد. در سال ۱۶۶۸ اسحاق نیوتن با استفاده از آینه، به جای عدسی شیئی، یک نوع تلسکوپ کاملاً جدید (بازتابی) ساخت. این تلسکوپ مشکل کنج‌نمایی رنگی را نداشت، زیرا آینه آن با تمرکز دادن نور آن را به رنگ‌های اولیه تجزیه نمی‌کرد. آینه‌ای که در تلسکوپ نیوتن، و بعدها در تلسکوپ‌های بازتابی استفاده شد، از فلز جلا‌داری به نام «فلز آینه» ساخته شده بود که زود از جلا می‌افتاد و به جلا دادن و بازپرداخت مکرر نیاز داشت.

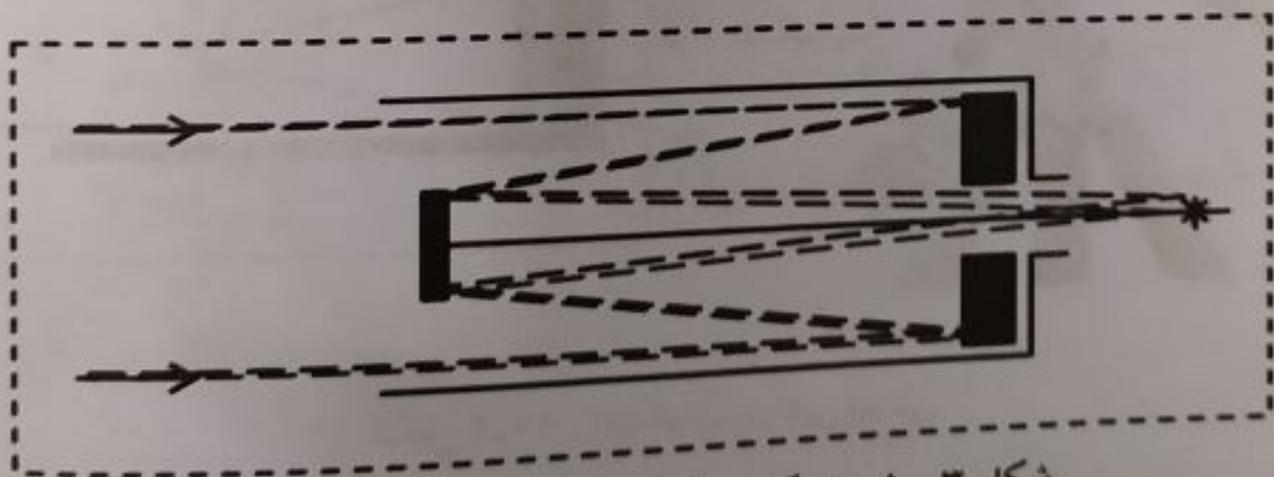


شکل ۲-۱۰ تلسکوپ بازتابی نیوتنی

در همه تلسکوپ‌ها، نور جمع‌آوری، کانونی و سپس بزرگ‌نمایی می‌شود. در انتهای جلو تلسکوپ انکساری (شکستی) یک عدسی شیشه‌ای (عدسی شیئی) و

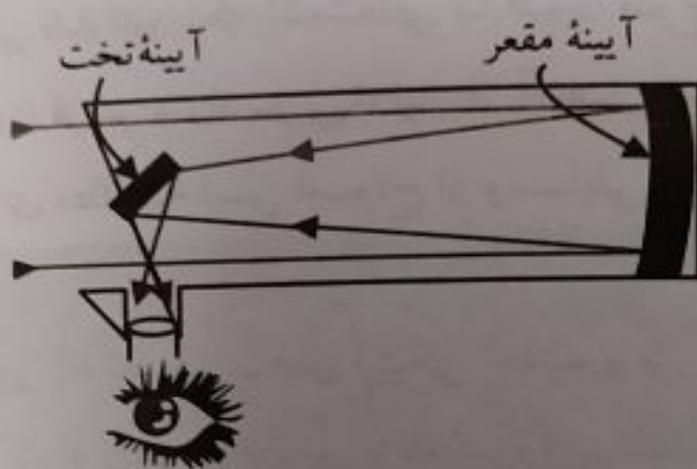
در انتهای چشمی آن یک عدسی دیگر (چشمی)، که ممکن است از یک یا چند عدسی کوچک تشکیل شده باشد، قرار داده می‌شود؛ از طریق عدسی چشمی تصویر کانونی شده رؤیت می‌شود. تلسکوپ گاليله نیز از این نوع بوده است، با این تفاوت که عدسی چشمی آن مقعر بود. در سال ۱۶۶۸ اسحاق نیوتن تلسکوپ بازتابی (انعکاسی) را اختراع کرد که در آن پرتو نور به وسیلهٔ آینهٔ مقعری جمع‌آوری و سپس روی آینهٔ تخت کوچک مقابل کانونی می‌شود. آنگاه آینهٔ اخیر تصویر را به طرف عدسی چشمی باز می‌تاباند. در سال ۱۶۷۲ شخصی فرانسوی به نام ن. کاسگرین^۱ تلسکوپ پراچی کرد که در آن پرتو نور بازتابیده از آینهٔ کوچکی از طریق سوراخی در آینهٔ مقعری، از لولهٔ تلسکوپ خارج می‌گردد (ویکتوری، ۱۳۸۷).

تلسکوپ‌های نیوتنی نسبتاً بلندند و هنگامی که اندازهٔ آینهٔ اصلی آنها بزرگ‌تر می‌شود، طول تلسکوپ بسیار زیاد می‌شود. برای حل این مشکل از روشی به نام کاسگرین استفاده می‌شود. در این روش مرکز آینهٔ اصلی تلسکوپ سوراخ می‌شود و چشمی در پشت تلسکوپ قرار می‌گیرد. آینهٔ ثانویه پرتوهای آینهٔ اصلی را از میان سوراخ آینهٔ اصلی به سمت چشمی می‌فرستد. در این روش، به دلیل اینکه پرتوها طول تلسکوپ را دو بار طی می‌کنند، طول تلسکوپ به نصف کاهش می‌یابد. از روش کاسگرین در لنزهای آینه‌ای دوربین‌های عکاسی نیز استفاده می‌شود.



شکل ۳-۱۰ تلسکوپ بازتابی (انعکاسی) کاسگرین

در تلسکوپ بازتابی (انعکاسی) کوده، که در سال ۱۸۹۴ ستاره‌شناس اتریشی - فرانسوی به نام م. لوراوی^۱ اختراع کرده بود، برای تابیدن نور به عدسی چشمی از آینه استفاده می‌شد. همه تلسکوپ‌های بزرگ با تقلید از اصول عملی تلسکوپ‌های نیوتن، کاسگرین و کوده ساخته شده‌اند، زیرا در برخی از رصدها یک نوع به انواع دیگر برتری دارد (شکل ۱۰-۴).



شکل ۱۰-۴ تلسکوپ بازتابی (انعکاسی) کوده

چستر مورهال^۲ انگلیسی در سال ۱۷۳۳ تلسکوپ شکستی را با اختراع نوع جدیدی از عدسی شیئی، به نام عدسی بی‌رنگ اصلاح کرد و سرانجام، تلسکوپ از مزاحمت کنج‌نمایی رنگی رها شد.

در اواسط قرن نوزدهم، روش نقره‌اندود کردن شیشه کشف شد و در نتیجه، از شیشه نقره‌اندود به جای فلز شیشه استفاده شد. این کشف در طراحی تلسکوپ‌های بازتابی انقلابی به وجود آورد و هزینه ساخت این تلسکوپ‌ها نسبت به تلسکوپ‌های شکستی، که در آن‌ها عدسی‌های بزرگ استفاده می‌شد، کاهش یافت. امروزه همه تلسکوپ‌های بزرگ، مانند تلسکوپ غول‌پیکر ۵۰۸ سانتی‌متر (۲۰۰ اینچ) کوه پالومار^۳، از نوع بازتابی‌اند؛ در این تلسکوپ‌ها شیشه خاصی جای

1. Loravy
2. Morhal
3. Palomar

شیشه‌های معمولی را، که در قدیم استفاده می‌شد، گرفته است و برای اندودن آینه نیز از یک لایه نازک آلومینیوم استفاده شده است.

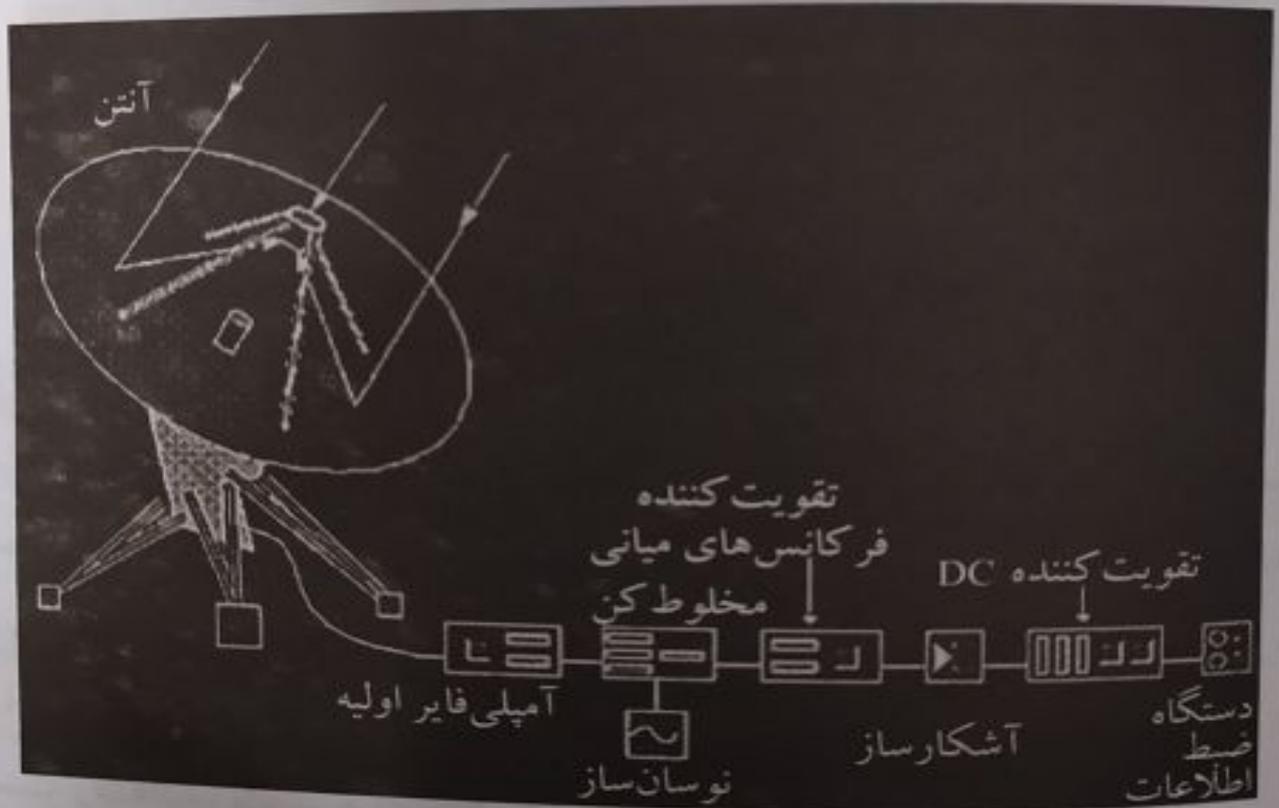
۳-۱۰ رادیو تلسکوپ‌ها و انواع آن

نور مرئی و امواج رادیویی هر دو امواج الکترومغناطیس هستند. به عبارت دیگر، ستارگان تنها اشعه مرئی ندارند، بلکه تشعشعاتی با طول موج کوتاه‌تر، مانند (x)، و بلندتر، مانند (مادون قرمز و رادیویی)، نیز از آن‌ها پخش می‌شود (نصیری قیداری، ۱۳۸۴). برای مطالعه این امواج از وسایلی به نام رادیو تلسکوپ استفاده می‌شود.

درست همان‌طور که تلسکوپ‌های اپتیکی جدید و بزرگ امروزی مستقیماً از نمونه‌های ساخته‌شده گالیله و نیوتن تکامل یافته‌اند، رادیو تلسکوپ‌های بزرگ نیز نوع تکامل یافته اولین تلسکوپ رادیویی ساده‌ای هستند که در سال ۱۹۳۲ کارل یانسکی طراحی کرده بود. یانسکی زمانی که به عنوان مهندس در شرکت تلفن بل مشغول به کار بود، به طور تصادفی امواج رادیویی کیهانی را کشف کرد. امواج رادیویی، برخلاف امواج نوری، به راحتی می‌توانند از غبار بگذرند و به زمین برسند. با ذکر مثالی می‌توان به اهمیت رادیو تلسکوپ‌ها پی برد. در کهکشان راه شیری فواصل بین ستارگان را توده‌های عظیم گرد و غبار فرا گرفته است و تلسکوپ‌های نوری نمی‌توانند آن‌ها را ببینند، ولی ستاره‌شناسان، به کمک رادیو تلسکوپ‌ها موفق شده‌اند نه تنها تمام قسمت‌های کهکشان راه شیری را مشاهده کنند، بلکه از آن نقشه‌برداری کرده‌اند. آن‌ها به وسیله رادیو تلسکوپ‌ها توانسته‌اند کهکشان‌هایی را ببینند که از نظر فاصله دو بار دورتر از کهکشان‌های قابل رؤیت با تلسکوپ‌های نوری بوده‌اند. امروزه رادیو تلسکوپ‌ها به صورت گول‌پیکر و در اندازه‌های مختلف از دو نوع آنتن بشقابی و خطی ساخته شده‌اند.

۱۰-۳-۱ تلسکوپ‌های رادیویی با آنتن بشقابی

تلسکوپ‌های رادیویی با آنتن بشقابی متداول‌ترین تلسکوپ‌ها به‌شمار می‌روند. همان‌طور که تلسکوپ اپتیکی، امواج نور را جمع می‌کند، تلسکوپ رادیویی نیز امواج رادیویی را جمع می‌کند و آن‌ها را در یک گیرنده رادیویی متمرکز می‌سازد. امواج در گیرنده رادیویی تقویت می‌شوند و در اتاق کنترل مجاور، که به وسیله کامپیوتر کار می‌کند، ثبت می‌شوند. قطر دهانه بشقاب نشان‌دهنده آن است که تلسکوپ رادیویی تا چه عمق از فضا را می‌بیند (شکل ۵-۱۰).



شکل ۵-۱۰ رادیوتلسکوپ با آنتن بشقابی

۱۰-۳-۲ تلسکوپ‌های رادیویی با آنتن خطی

این رادیوتلسکوپ‌ها با آنتن‌های خطی بلندی، در شکل‌های گوناگون مرتب می‌شوند (شکل ۶-۱۰). در حال حاضر بزرگ‌ترین تلسکوپ رادیویی دنیا رادیوتلسکوپ ۳۳۳ متری آرسیبو است که در جزیره پرتوریکو روی دهانه یک آتشفشان نصب شده است.



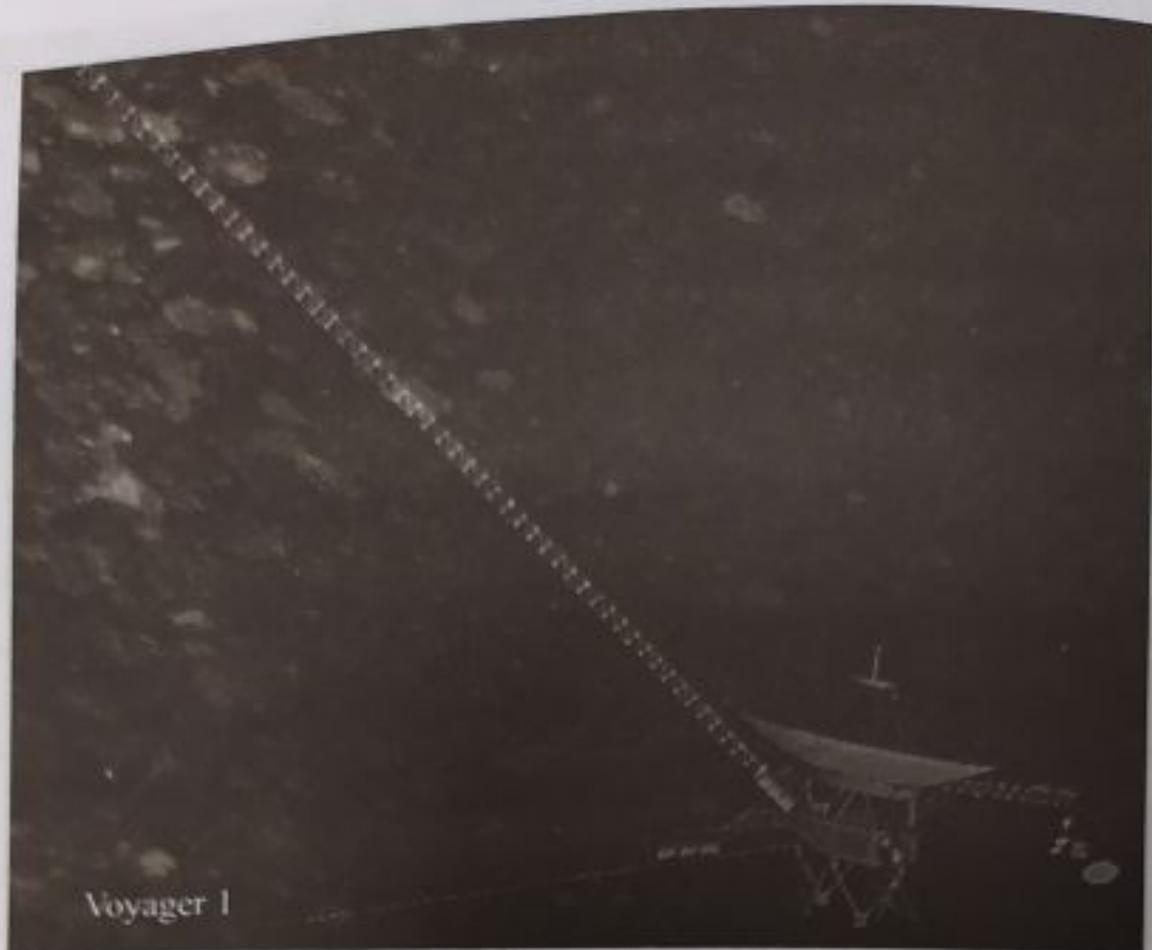
شکل ۶-۱۰ رادیو تلسکوپ با آنتن خطی

۴-۱۰ رصد های فضایی^۱

جو زمین دید ما را در مورد اشیاء خارج از آن محدود ساخته است. از این رو، رصدخانه های فضایی سرنشین دار، که به دور زمین می چرخند، و رصدخانه های بدون سرنشین، که به سوی سیارات گسیل شده اند، اطلاعات جدیدی در مورد منظومه خورشیدی ارائه می کنند. فضا کاو های پایونیر و وویجر^۲ به نقاط خیلی دور دست رفته اند. پایونیرهای ۱۰ و ۱۱ در سال های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۳ برای بررسی مشتری و وویجرهای ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ برای بررسی سیارات دورتر از آن پرتاب شده اند (شکل ۷-۱۰).

در ۲۸ آگوست ۱۹۹۰ سفینه وویجر در ۴ میلیارد کیلومتری زمین قرار داشت و از ۴ هزار کیلومتری سیاره نپتون به طور پیاپی پیام های علمی به زمین می فرستاد و با آنکه پیام های رادیویی وویجر با سرعت نور به زمین می رسید، ولی رسیدن

1. space observation
2. Pioneer and Voyager



شکل ۷-۱۰ فضاکاو وویجر

هر پیامی ۴ ساعت به طول می انجامید. سفینه وویجر در تاریخ ۲۸ آگوست ۱۹۹۰ از کره نپتون با سرعت ۹۸ هزار کیلومتر در ساعت عبور کرد و رهسپار بزرگ‌ترین ماه آن به نام تریتون^۱ شد. وویجر پس از عبور از منظومه خورشیدی وارد فضای لایتهای خواهد شد و میلیاردها سال به سفر خود ادامه خواهد داد، اما متخصصان همچنان رد سفینه را دنبال خواهند کرد. بعید به نظر می رسد که وویجر ۴۰ هزار سال بعد به نزدیکی یک ستاره دیگر برسد و احتمال دارد که میلیونها سال به سفر خود در اطراف کهکشانها ادامه دهد. باید امیدوار بود که تا آن زمان کره زمین وجود دارد و چنانچه از بین رفته باشد، در وویجر پلاکی با اطلاعات لازم نصب شده است تا اگر زمانی ساکنان سیاره دیگر آن را به دست آوردند، بدانند که این سفینه از کجا آمده است. تصویرها و صداهای ضبط شده از زندگی در کره زمین بخشی از اطلاعاتی است که در وویجر گذاشته شده است.

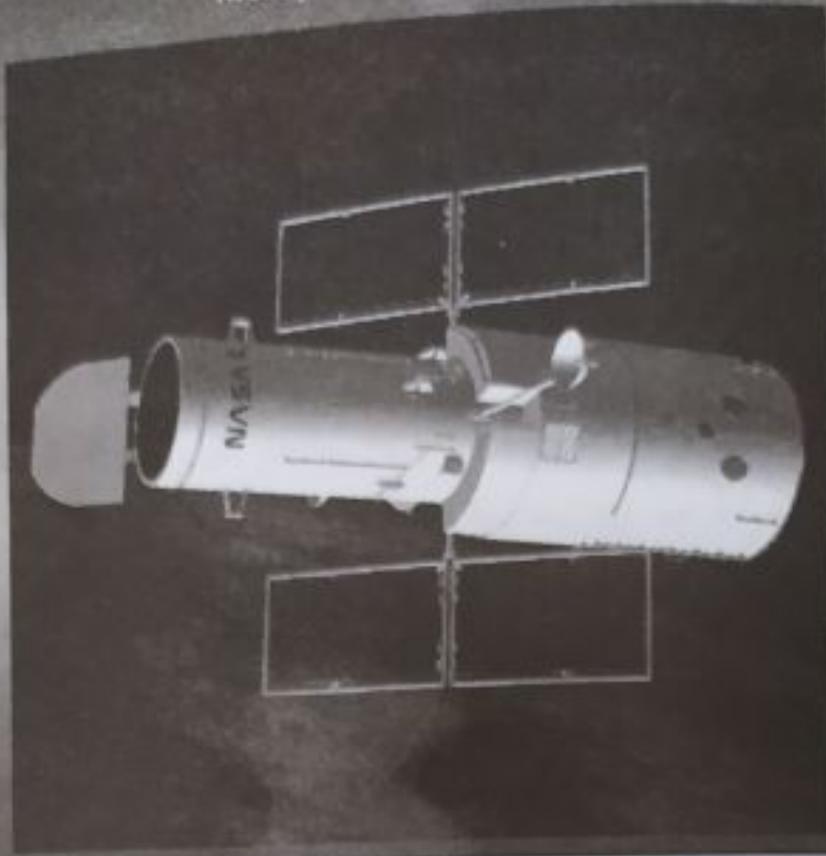
۵-۱۰ تلسکوپ فضایی هابل

تلسکوپ فضایی هابل^۱ (HST) تلسکوپی است که در سال ۱۹۹۰ شاتل دیسکاوری آن را در مدار گردش قرار داد. این تلسکوپ رباتیک در لبه بیرونی اتمسفر در مدار دایره‌ای در فاصله ۵۹۳ کیلومتری از سطح دریا قرار گرفته است. دوره مداری این تلسکوپ بین ۹۶ تا ۹۷ دقیقه با سرعت ۲۸ هزار کیلومتر در ساعت است. وزن این تلسکوپ ۱۱ تن و طول آن ۱۳/۲ متر و بیشترین قطرش ۴/۲ متر است (شکل ۸-۱۰). این تلسکوپ تصاویری با قدرت تفکیک چشمی بیش از ۰/۱ ثانیه از قوس تهیه می‌کند. نام این تلسکوپ از نام کیهان‌شناسی به نام ادوین هابل گرفته شد. اگرچه هابل اولین تلسکوپ فضایی نبود، ولی یکی از بزرگ‌ترین و پرکاربردترین‌ها به شمار می‌آید. تلسکوپ فضایی هابل برنامه مشترک بین ناسا و سازمان فضایی اروپاست. اولین طرح تلسکوپ فضایی در سال ۱۹۲۳ تدوین شد. در دهه ۷۰ میلادی روی هابل سرمایه‌گذاری و قرار شد در سال ۱۹۸۳ در مدار قرار گیرد، اما طرح با تأخیر فنی و مشکل بودجه مواجه شد و چند سالی عقب افتاد. وقتی در سال ۱۹۹۰ مأموریت آن شروع شد، دانشمندان دریافتند که آینه اصلی آن در جای مناسب خود قرار نگرفته و به شدت کارایی آن را کاهش داده است. با این همه، در سال ۱۹۹۳ به کیفیت مورد نظر دانشمندان رسید و عملیات خود را آغاز کرد. هابل اولین تلسکوپی است که می‌توان آن را در فضا تعمیر کرد و تاکنون حدود چهار بار روی آن تعمیرات صورت گرفته است.

آخرین مأموریت تعمیراتی هابل در سال ۲۰۰۲ میلادی انجام شد. در این مأموریت با تعویض بخش‌هایی از تلسکوپ فضایی کارایی آن به میزان بسیاری افزایش یافت. در این مأموریت صفحات خورشیدی تلسکوپ فضایی، که آسیب دیده بودند، تعویض شدند. منبع تغذیه نیروی الکتریکی، که انرژی تلسکوپ را فراهم می‌کرد، به کلی تعویض شد و برای این کار برق تلسکوپ فضایی برای اولین بار در فضا قطع شد و ارتباط آن با مرکز کنترل و فرماندهی روی زمین هم از بین رفت.

1. Hubble Space Telescope

More pictures from Hubble



شکل ۸-۱۰ تصاویری از تلسکوپ فضایی هابل

همچنین، در این مأموریت، دوربین فرسوخ، که به دلیل مشکل سیستم خنک کننده بی استفاده مانده بود، تعمیر و راه اندازی شد. علاوه بر همه این اصلاحات، مهندسان ناسا دوربین بسیار قوی جدید خود، موسوم به دوربین پیشرفته نقشه برداری، را روی تلسکوپ فضایی نصب کردند. عکس های خارق العاده این دوربین تا مدت ها مورد بحث مجامع علمی جهان بود. تلسکوپ فضایی هابل هم مانند بسیاری از مأموریت های فضایی موفق دیگر، بیشتر از آنچه پیش بینی می شد، کار کرده است و زمزمه ها درباره بازنشستگی اش به گوش می رسد. در مورد زمان پایان کار هابل و چگونگی پایان کارش حرف ها متفاوت است، اما چیزی که آشکار است این است که تا تلسکوپ فضایی بعدی آماده رفتن به فضا نباشد، این اتفاق نمی افتد. روز شنبه ۱۶ مه ۲۰۰۹ تلسکوپ فضایی هابل تعمیر اساسی شد و برخی از باتری های آن و همچنین دوربین اصلی آن تعویض شد. انتظار می رود که پس از این تعمیر این تلسکوپ بتواند ۸ سال دیگر نیز کار کند. تمام فعالیت های تلسکوپ فضایی هابل با پایگاه های زمینی کنترل می شوند. نقطه مرکزی تمام عملیات ها تیم عملیات پرواز است که در مرکز پرواز فضایی گودارد، واقع در مریلند، قرار دارد. کار قسمت عملیات پرواز هابل به صورت شبانه روزی و هفت روز هفته است. مهندسان و کارشناسان فنی مخصوص آموزش دیده، که گروه عملیات پرواز را تشکیل می دهند، در شیفت های چرخشی با سه یا چهار نفر در هر نوبت کار می کنند. مکان هابل بالای جو زمین است؛ اگرچه این مکان برتری های فراوانی دارد، اما این نکته فقط قسمتی از جواب این پرسش است. بدون دید قوی، هابل نمی تواند چنین عکس های مفیدی را از نقاط دور بگیرد. چشم های هابل در حقیقت سیستمی هستند که مجموعه نوری تلسکوپ نام دارند. این سیستم از دو آینه تشکیل می شود. سیستم نوری هابل یک طرح درست نوری موسوم به گاسگرین است که در آن شکل و طراحی مخصوص دو آینه عکس هایی از بزرگ ترین میدان دید ممکن را کانونی می کنند. آینه های هابل بسیار صاف اند و سطحی به دقت شکل داده شده برای بازتاب نور دارند. آن ها با تراش شیشه با ساینده ها به وجود آمده اند به طوری که سطحشان بیشتر از یک هشتصد هزارم در یک اینچ از شکل منحنی انحراف ندارد. اگر آینه اصلی

هابل قطری هم‌اندازه با قطر زمین داشت، ارتفاع بزرگ‌ترین برآمدگی آن تنها ۶ اینچ می‌شد.

۶-۱۰ اکتشافات و دستاوردهای تلسکوپ هابل

هابل به حل بسیاری از مشکلات نجوم، که دانشمندان قبل از در مدار قرار گرفتن آن با آن‌ها دست و پنجه نرم می‌کردند، کمک کرده است. این تلسکوپ توانست فاصله میان ستارگان را دقیق‌تر اندازه‌گیری کند و سرعت گسترش جهان را تنها با ۱۰ درصد خطا تخمین بزند. همچنین، هابل توانست سن جهان و راهی را که در پیش‌رو دارد اندازه‌گیری کند، که این نتایج ناقص بسیاری از نظریه‌های قبلی بود. تصاویر با دقت بالای این تلسکوپ امکان مشاهده چگونگی شکل‌گیری سیاه‌چاله‌ها را، در کهکشان‌های نزدیک به ما، فراهم کرد و نیز توانست کهکشان‌هایی را، که میلیاردها سال نوری از ما فاصله دارند، آشکار کند و درهای جدیدی از علم را برای دانشمندان بگشاید. هابل هر روز بین ۱۰ تا ۱۵ گیگابایت تصویر برای ستاره‌شناسان ارسال می‌کند. حجم این داده‌ها تاکنون بیش از ۱۰ ترابایت بوده است. هابل اولین تلسکوپ نوری‌ای بود که توانست از یک سیاه‌چاله تصویربرداری کند. این سیاه‌چاله جرمی معادل چندین میلیارد برابر خورشید دارد. این تلسکوپ، برای اولین بار، تصاویری واضح از تولد و مرگ ستارگان ارائه داد. در سال ۱۹۹۴، هابل از برخورد ستاره‌ای دنباله‌دار با مشتری تصویربرداری کرد. هابل دورترین و قدیمی‌ترین اجرام آسمانی نسبت به زمین را که تاکنون نور آن‌ها به زمین رسیده، ثبت کرده است. تلسکوپ هابل در ۹ ژانویه ۲۰۱۳ دورترین ابرنواختر شناخته‌شده را کشف کرد؛ فاصله این ابرنواختر حدود ۱۰ میلیارد سال نوری است.

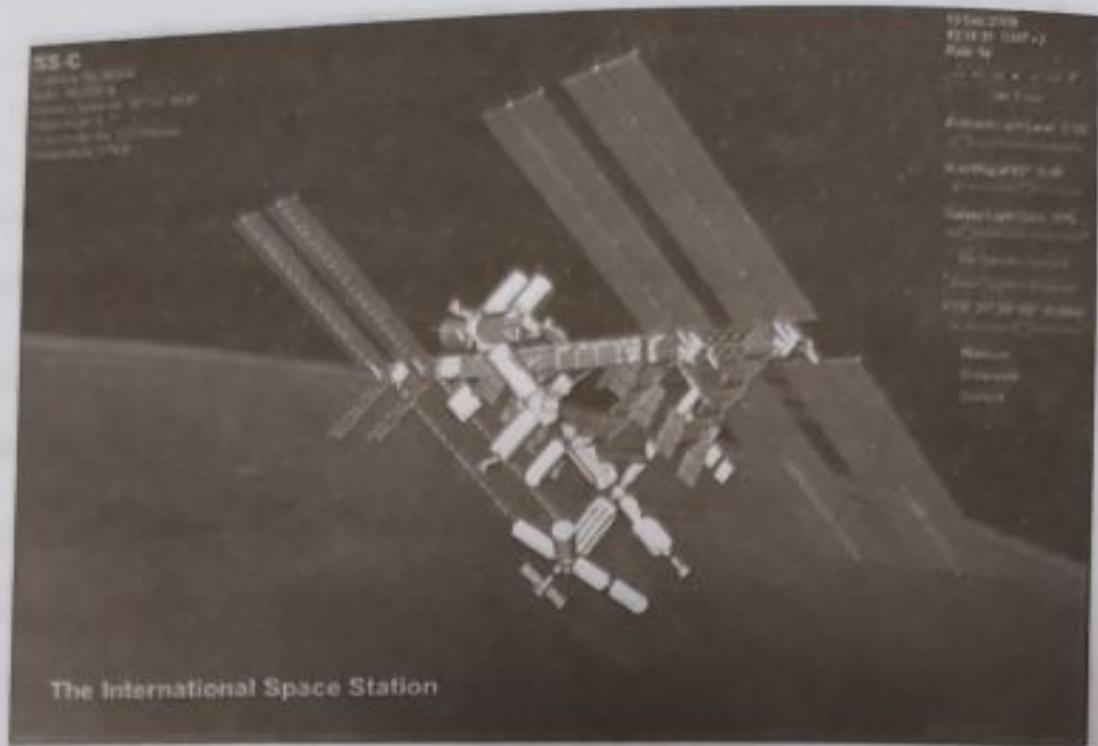
جانشین هابل

طرح تلسکوپ فضایی بعدی به نام تلسکوپ فضایی جیمز وب با اندازه‌ای بزرگ‌تر و قدرتی بالاتر و البته هدف‌هایی متفاوت در دست طراحی است. ابعاد این تلسکوپ بزرگ‌تر از هابل است و آینه‌ای بزرگ دارد که بر قدرت رصدگری آن می‌افزاید،

به علاوه نسبت به هابل دورتر از زمین مستقر خواهد شد. بودجه ۸/۸ میلیارد دلاری تلسکوپ آن را به یکی از بزرگ‌ترین و پرهزینه‌ترین پروژه‌های تاریخ ناسا مبدل ساخته است. چهار ابزار علمی بسیار پیشرفته برای تلسکوپ فضایی جیمز وب در نظر گرفته شده است. کنسرسیوم اروپا ابزار مادون قرمز متوسط برای تهیه تصاویر شبیه هابل از کهکشان‌ها، دنباله‌دارها، و اجرام آسمانی سنگین آماده کرده است که در سال ۲۰۱۲ به ناسا تحویل داده شد. آژانس فضایی کانادا نیز دوربین فیلتردار مجهز به حس‌گرهای دقیق را برای تصاویر با وضوح بالا از سایر اجرام آسمانی ساخته و آن را در اختیار ناسا قرار داده است. ابزار دوربین مادون قرمز نزدیک و طیف‌نگار مادون قرمز نزدیک نیز در سال ۲۰۱۳ آماده شد. پس از این مرحله، عملکرد هر چهار ابزار علمی بر روی تلسکوپ فضایی جیمز وب با ابعاد یک زمین تنیس و شعاع آینه ۵/۶ متری آزمایش می‌شود. ناسا امیدوار است که برنامه تلسکوپ فضایی هابل با عمر ۲۳ سال را تا سال ۲۰۱۸ و هم‌زمان با پرتاب شدن تلسکوپ فضایی جیمز وب تمدید کند.

۷-۱۰ ایستگاه فضایی بین‌المللی

ایستگاه فضایی بین‌المللی ISS ایستگاهی است که با مشارکت بیش از ۱۵ کشور از بخش‌های گوناگون ساخته شده است. اولین بخش ایستگاه در ۲۹ آبان ۱۳۷۷ (۲۰ نوامبر ۱۹۹۸) به مدار زمین پرتاب شد و ۲ سال بعد در ۱۲ آبان ۱۳۷۹ (۲ نوامبر ۲۰۰۰)، با ورود اولین اردوی فضانوردان، استفاده مفید از ایستگاه آغاز شد. علاوه بر خود ایستگاه مداری، تشکیلات زمینی کنترل پرواز، در کشورهای گوناگون، عملیات ایستگاه فضایی را زیر نظر دارند. این ایستگاه فضایی در مدار زمین و در ارتفاع ۳۵۰ کیلومتری از سطح زمین در حرکت است. سرعت آن در مدار معادل ۲۷۷۰۰ کیلومتر بر ساعت است که به این ترتیب روزی ۱۵ بار به دور سیاره زمین می‌گردد. وزن این ایستگاه فضایی ۴۵۰ تن و ۱۲۰۰ متر مکعب فضای کار، پژوهش، و زندگی برای فضانوردان فراهم کرده است (شکل ۹-۱۰).



شکل ۹-۱۰ ایستگاه فضایی بین‌المللی

ایستگاه فضایی بین‌المللی در شب به صورت ستاره‌ای متحرک با چشم غیر مسلح قابل رؤیت است. این ایستگاه محصول همکاری مشترک سازمان ناسا، سازمان فضایی روسیه، سازمان فضایی اروپا، سازمان فضایی ژاپن، و سازمان فضایی کانادا است. سازمان فضایی برزیل از طریق همکاری با ناسا با این برنامه مشارکت می‌کند. سازمان فضایی ایتالیا هم به عنوان یک عضو فعال در سازمان فضایی اروپا و هم به طور مستقل در برنامه ایستگاه فضایی مشارکت می‌کند. سازمان فضایی چین نیز علاقه خود را برای پیوستن به جمع مشارکت کنندگان، به‌ویژه از طریق همکاری با سازمان فضایی روسیه، اعلام کرده است. ایستگاه فضایی بین‌المللی در حقیقت نسل جدید و ترکیبی از چندین طرح فضایی است که از قبل کشورهای مختلف برنامه‌ریزی کرده بودند. از جمله این برنامه‌ها می‌توان به ایستگاه فضایی میر ۲ (روسیه)، ایستگاه فضایی آزادی (امریکا)، آزمایشگاه فضایی کلمبوس (اروپا) و آزمایشگاه فضایی کیبو (ژاپن) اشاره کرد. فضا کاوها از سه پایگاه اصلی به فضا پرتاب می‌شوند، این پایگاه‌ها شامل: ۱) پایگاه فضایی بایکونور (جمهوری قزاقستان که جزئی از اتحاد جماهیر شوروی سابق بود)؛ این پایگاه تا سال ۲۰۵۰ در اجاره

روسیه است؛ ۲) پایگاه فضایی کندی (ایالات متحده امریکا)؛ ۳) پایگاه فضایی گویان در گویان فرانسه (سازمان فضایی اروپا).

حضور فضانوردان در ایستگاه فضایی بین‌المللی از آغاز نخستین مأموریت در ۱۲ آبان ۱۳۷۹ تاکنون بدون وقفه ادامه داشته است. این ایستگاه در حال حاضر به اندازه ۶ سرنشین دائمی ظرفیت دارد، در حالی که هنگام اتصال فضاپیماها و ورود اردوهای جدید تعداد فضانوردان درون ایستگاه، به طور موقت، تا بیش از ۱۰ نفر هم افزایش می‌یابد. ۲ فروند فضاپیمای سایوز هر یک با ظرفیت ۳ نفر به طور دائمی برای تخلیه اضطراری ایستگاه در هنگام خطر به آن متصل‌اند. در ابتدای کار ایستگاه، سرنشینان آن از سازمان‌های فضایی روسیه و امریکا انتخاب می‌شدند تا اینکه در ژوئیه ۲۰۰۶ یک فضانورد آلمانی سازمان فضایی اروپا، در قالب اردوی ۱۳ به ایستگاه فضایی بین‌المللی سفر کرد. تاکنون، فضانوردانی از ۱۶ کشور جهان در این ایستگاه اقامت کرده‌اند. این تعداد شامل ۵ توریست فضایی نیز هست. اتوشه انصاری، فضانورد ایرانی، ۲۷ شهریور ۱۳۸۵ به ایستگاه فضایی بین‌المللی وارد شد و ۹ روز در آن اقامت داشت.

در حال حاضر، فضاپیماهای سایوز، پروگرس، فضاپیمای ترابری خودکار، فضاپیمای ترابری اچ ۲، و فضاپیمای دراگن مسئولیت رساندن سرنشین، خدمات، و پشتیبانی را به ایستگاه فضایی بر عهده دارند. مأموریت‌های پشتیبانی شاتل فضایی، در پی بازنشسته شدن شاتل‌ها در سال ۲۰۱۱، به پایان رسید. عمر عملیاتی ایستگاه فضایی بین‌المللی تا سال ۲۰۲۰ میلادی برنامه‌ریزی شده است و احتمالاً تا نیمه دهه آینده نیز ادامه خواهد یافت. با این حال، این ایستگاه فضایی حتی ۲ سال پیش از تکمیل، یعنی در سال ۲۰۰۸، رکورددار بزرگ‌ترین ایستگاه ساخته‌شده در مدار زمین در طول تاریخ فضانوردی شد.

تکمیل ساخت ایستگاه فضایی بین‌المللی از آغاز تا پایان بیش از ۱۰۰ میلیارد یورو برآورد شده است. به این ترتیب، ایستگاه فضایی بین‌المللی پرهزینه‌ترین دستگاه ساخته‌شده در طول تاریخ بشر است.

۸-۱۰ کاربردهای اصلی ایستگاه فضایی بین‌المللی

(۱) آزمایشگاه فضایی برای پژوهش‌های نوین، پژوهش‌ها و آزمایش‌هایی که به علت وجود جاذبه، انجام دادن آن‌ها روی زمین، ممکن نیست یا با دشواری‌هایی همراه است. (۲) رصدخانه دائمی در مدار زمین برای رصد کردن زمین، خورشید، منظومه خورشیدی، و کیهان. (۳) مرکز حمل و نقل مداری که می‌توان در آن فضاپیماها، بار، و قطعات گوناگون را گردآوری کرد و پس از مونتاژ و تنظیم، آن‌ها را به مقصد مورد نظر فرستاد. (۴) مرکز سرویس برای تعمیر، نگهداری، و تنظیم فضاپیماها و ماهواره‌ها در مدار زمین. (۵) مرکز ساخت و ساز برای مونتاژ و نصب سازه‌های بزرگ فضایی. (۶) مرکز همکاری پژوهشی با بخش خصوصی در زمینه مهندسی هوافضا با هدف پیشبرد فناوری فضایی و تشویق بیشتر بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در آن.

منبع نیروی الکتریکی ایستگاه فضایی بین‌المللی انرژی خورشیدی است. انرژی خورشیدی ابتدا فقط با صفحات خورشیدی متصل به بخش‌های روسی ایستگاه، یعنی زاریا و زیوزدا، تأمین می‌شد. بخش‌های روسی ایستگاه از جریان برق مستقیم ۲۸ ولتی بهره می‌برند. آرایه صفحات خورشیدی طولی معادل ۵۸ متر و سطحی برابر ۳۷۵ متر مربع دارد. این صفحات با حرکت‌های دورانی و چرخشی، خود را برای گرفتن بیشترین مقدار نور از خورشید تنظیم می‌کنند. پس از توسعه ایستگاه و نصب بخش‌ها و سازه‌های جدید، صفحات خورشیدی متصل به ستون فقرات ایستگاه، با تولید برق مستقیم ۱۳۰ تا ۱۸۰ ولتی، برق مورد نیاز بخش‌های دیگر را تأمین می‌کنند. این برق پس از دریافت از سامانه انرژی خورشیدی در سراسر ایستگاه با ولتاژ ۱۶۰ ولت (مستقیم) پخش می‌شود و در صورت نیاز به صورت ۱۲۴ ولت (مستقیم) در اختیار فضانوردان قرار می‌گیرد. تبادل نیروی الکتریکی با توان و ولتاژ متفاوت بین بخش‌های مختلف ایستگاه به وسیله ترانسفورماتور انجام می‌شود. در تاریخ ۲۰ مارس ۲۰۰۹ میلادی، قسمت چهارم و نهمی صفحات خورشیدی ایستگاه (حاوی دو بال) با هدایت کنترل‌کننده‌های زمینی،

باز و آماده کار شدند. به این ترتیب، ایستگاه بین‌المللی فضایی، ۱۰ سال پس از شروع عملیات مونتاز، با نصب آخرین صفحات خورشیدی به حداکثر ظرفیت الکتریکی خود دست یافت. در ایستگاه فضایی بین‌المللی، نظارت بر فشار هوا، میزان اکسیژن، آب، و اطفاء حریق با سامانه کنترل محیط و پشتیبانی زندگی انجام می‌گیرد. کنترل هوای قابل تنفس (اتمسفر) داخل ایستگاه فضایی بین‌المللی مهم‌ترین وظیفه این سامانه است. وظیفه تولید اکسیژن در ایستگاه به عهده دستگاهی موسوم به الکترون است. الکترون نه تنها هوای درون ایستگاه را تصفیه می‌کند، بلکه با روش الکترولیز اکسیژن و هیدروژن را از آب مصرف‌شده در ایستگاه جدا کرده، اکسیژن را به اتمسفر ایستگاه برمی‌گرداند و هیدروژن را در فضا تخلیه می‌کند. روش اصلی تصفیه هوای داخل ایستگاه در دستگاه الکترون استفاده از فیلترهای مجهز به زغال فعال است. در کنار آن، تمام آب مصرف‌شده در ایستگاه ذخیره و بازیابی می‌شود. فاضلاب ایستگاه، شامل پسماند و پیشاب سرنشینان، از دستشویی‌ها و حمام و بخار آب داخل ایستگاه جمع‌آوری شده، پس از تصفیه مجدد، آب خالص از آن بازیافت و استفاده می‌شود. ارتفاع ایستگاه فضایی بین‌المللی از سطح زمین بین ۲۷۸ کیلومتر تا ۴۶۰ کیلومتر تغییر می‌کند. ارتفاع پایین‌تر معمولاً برای اتصال شاتل با محموله سنگین و ارتفاع حداکثر ۴۲۵ کیلومتر برای اتصال فضاپیماهای پشتیبانی سایوز حامل سرنشینان به ایستگاه مناسب است.



شکل ۱۰-۱۰ شاتل دسکاوری در حال نزدیک شدن به ایستگاه

به دلیل نیروی گرانش زمین و اصطکاک جزئی، ولی دائمی، با اتمسفر بسیار رقیق لایه‌های فوقانی جو، ارتفاع ایستگاه فضایی بین‌المللی حدود ۲/۵ کیلومتر

در ماه کاهش می یابد. به همین علت، ارتفاع ایستگاه باید چندین مرتبه در سال اصلاح شود. این اصلاح ارتفاع با پیشرانه‌های موجود در بخش زیوزدا و همچنین پس از اتصال شاتل پروگرس و فضاپیمای ترابری خودکار با استفاده از پیشرانه‌های آنها میسر است. اصلاح ارتفاع حدود ۳ ساعت (۲ گردش مداری دور زمین) به طول می انجامد.

تصاویر رنگی

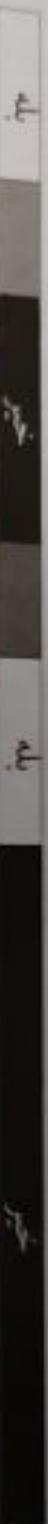


شکل ۱-۱ نمایی از بقایای ابرنواختر N49 واقع در ابر ماژلانی (Sangwook et al., 2012)

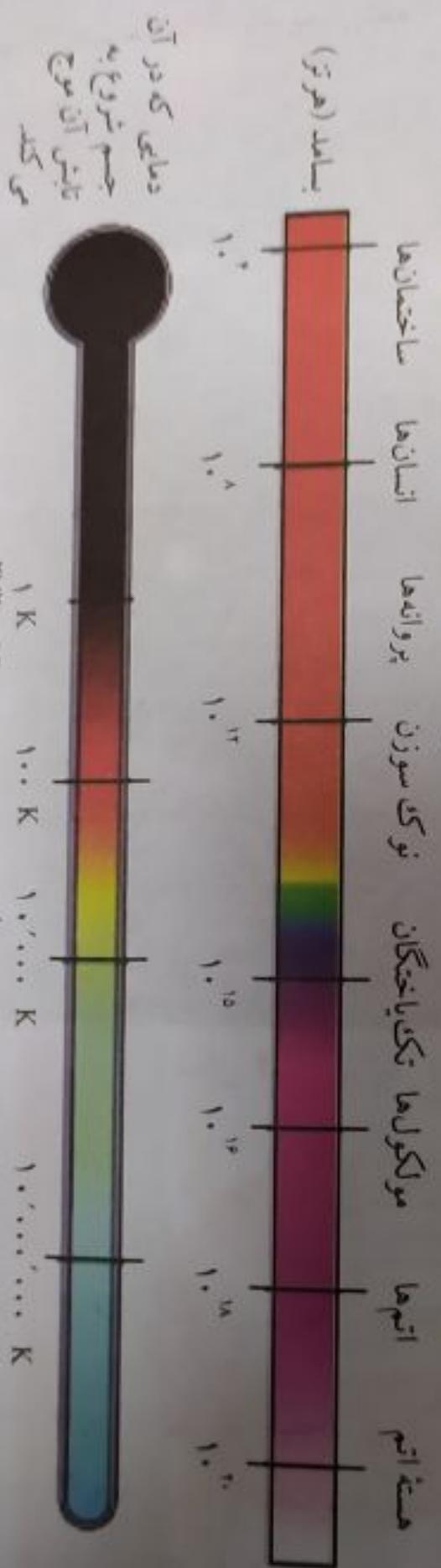


شکل ۱-۳ سحابی سر اسب (Horsehead Nebula)

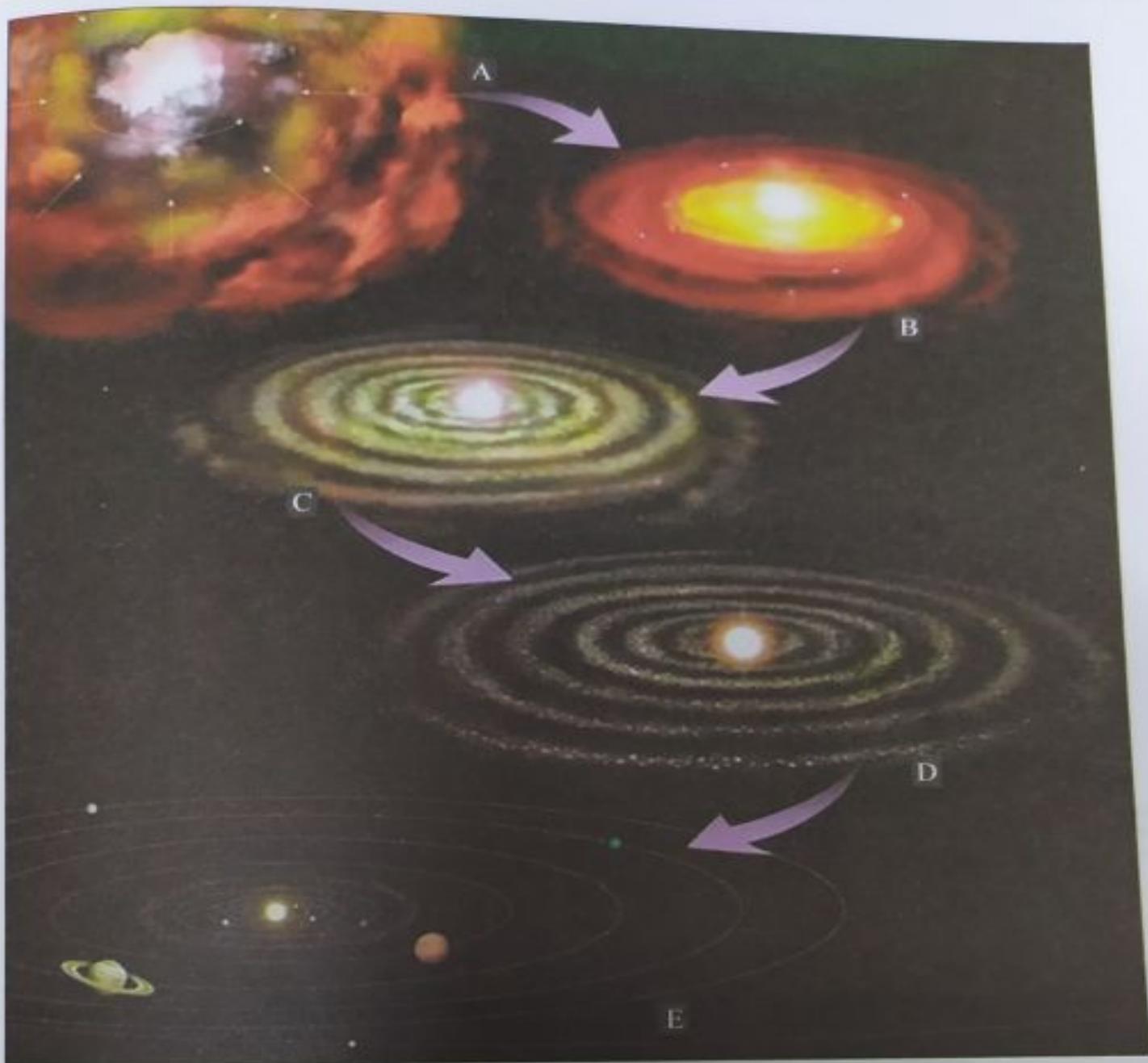
قابل نفوذ در جو زمین



نوع پرتو	طول موج (متر)	اندازه تقریبی طول موج
رادیویی	10^3	
ریزموج	10^{-2}	
فروسرخ	10^{-5}	
مورئی	0.15×10^{-6}	
فرابنفش	10^{-8}	
برنوبیگس	10^{-11}	
برنوبیگما	10^{-12}	



شکل ۲-۴ طیف الکترومغناطیس



شکل ۴-۴ نمایش فرضیه لاپلاس

فوتوسفر

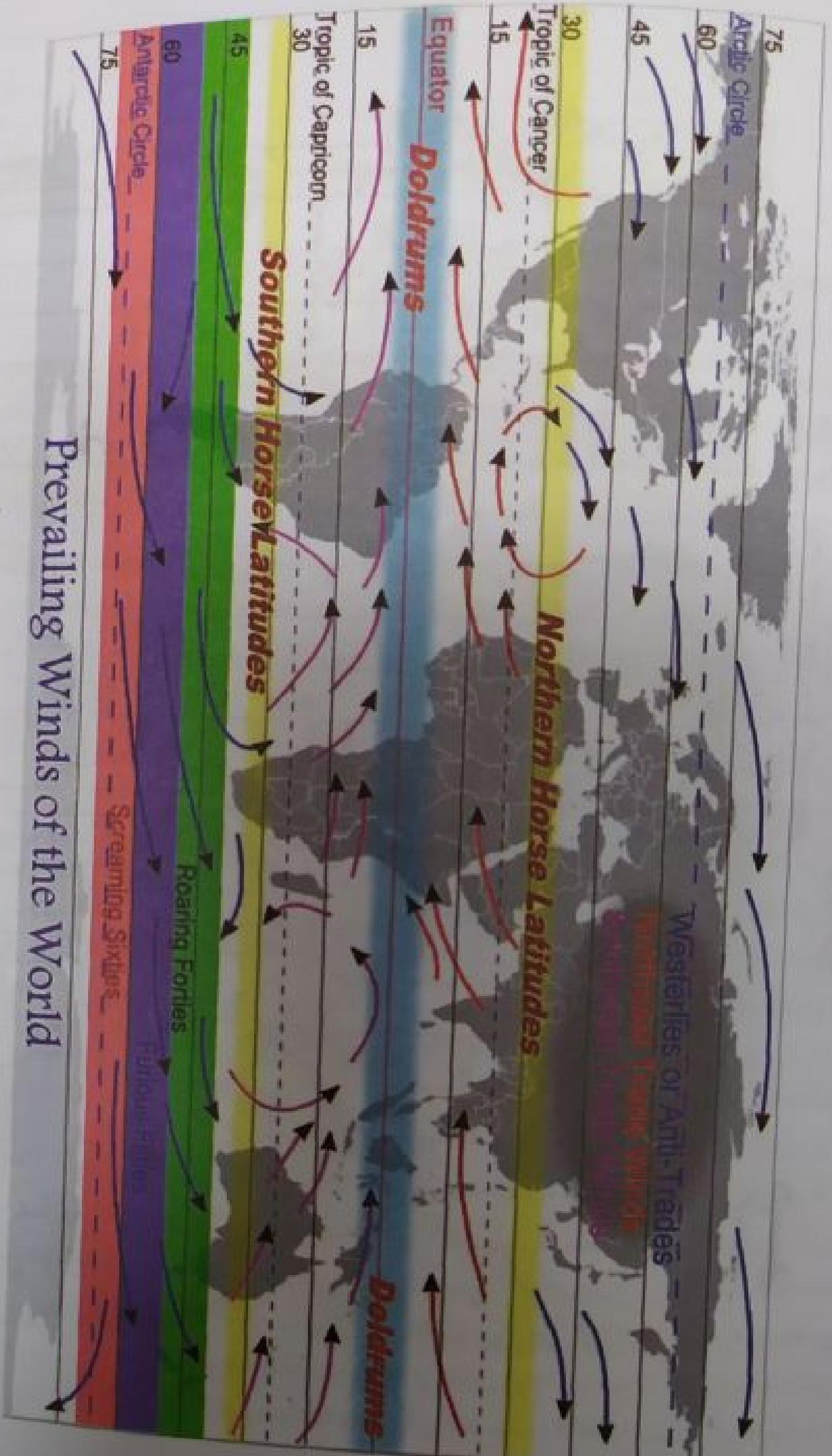
منطقه همرفتی

منطقه تشعشع

هسته



شکل ۵-۱ قسمت‌های داخلی خورشید



Prevailing Winds of the World

شکل ۵-۵ تاثیر جو خشن زمین بر جهت بادها

