# کهکشانها وعالم:

کهکشان‌ها سامانه‌هایی بزرگ و با اندازه و مرزی مشخّص هستند که از ستاره‌ها، بقایای ستاره‌ای، ماده تاریک، گازها و گرد و غبارهای میان ستاره‌ای تشکیل شده اند و با نیروهای گرانشی به گردِ هم آمده‌اند.

کوچک‌ترین کهکشان‌ها دارای پهنایی برابر با چند صد سال نوری، شامل نزدیک به ۱۰ میلیون ستاره هستند. بزرگ‌ترین کهکشان‌ها تا ۳ میلیون سال نوری پهنا دارند و شامل بیش از ۱۰۰،۰۰۰ میلیارد ستاره هستند.

## کهکشان های مارپیچی

کهکشان های مارپیچی رایج ترین نوع کهکشان در جهان هستی می باشند. کهکشان راه شیری و کهکشان مجاورش آندرومدا از این نوع کهکشان ها هستند. این مارپیچ ها مجموعه ای از سحابی ها و دیسک های چرخندهٔ ستاره ای عظیم میباشند که توسط ماده تاریک احاطه شده اند. محدوده نورانی واقع در مرکز یک کهکشان، "منحنی کهکشانی" نامیده می شود.

کهکشان های مارپیچی بسیاری دارای حلقه ها و خوشه هایی پر از ستاره هستند که این حلقه ها و خوشه ها در بالا و پایین دیسک ها صف آرایی کرده اند. کهکشان های مارپیچی که دارای میله های ستاره ای عظیم و موادی که از مناطق مرکزی آنها عبور می کند، هستند "مارپیچ های میله ای" نامیده می شوند.

تعداد بسیاری از کهکشان ها این میله های ستاره ای را در خود جای داده اند و ستاره شناسان این میله ها را برای درک بهتر نقش آنها در کهکشان ها مورد مطالعه خود قرار داده اند.علاوه بر این میله ها، کهکشان ها

ممکن است دارای سیاهچاله های بسیار عظیم در مرکز خود باشند. زیرگروه کهکشان های مارپیچی بر اساس ویژگی های منحنی ها، بازو های مارپیچ و شکل این بازوها تقسیم بندی می شوند.

## کهکشان های بیضوی

کهکشان های بیضوی شکل تقریبا به شکل یک تخم مرغ میباشند و به طور گسترده در خوشه های کهکشانی و گروه های متراکم و کوچکتر یافت می شوند. بیشتر کهکشان های بیضوی دارای ستاره های پیرتر و با چگالی کمتر می باشند و به دلیل کمبود گاز های مورد نیاز برای تشکیل ستاره ها و ابرهای غباری، عمل تشکیل ستاره های جدید در آنها کمتر اتفاق می افتد. کهکشان های بیضوی شکل دست کم دارای صد میلیون تا صد تریلیون ستاره میباشند و طول این کهکشان ها می تواند از صد سال تا چند هزار سال نوری باشد. امروزه ستاره شناسان بر این گمانند که هر کهکشان بیضوی شکل یک سیاهچاله بسیار متراکم در مرکز خود دارد که با تراکم خود کهکشان نیز بی ارتباط نیست. از کهکشان های بیضوی می توان مسیه ۵۷ را نام برد. کهکشان های بیضوی دارای زیرگروهی به نام "کهکشان بیضوی شکل کوتوله" میباشند که چیزی بین کهکشان بیضوی شکل معمولی و گروه های ستاره ای به هم پیوسته ای به نام خوشه های گرد می باشند.

## کهکشان های نامنظم

کهکشان های نامنظم همانطور که در نامگذاری آنها گفته شد در "شکل" نامنظم هستند. بهترین مثال قابل مشاهده از زمین برای این دسته، "ابر ماژلانی کوچک" میباشد. کهکشان های نامنظم را به دلیل عدم وجود ویژگی های هیچ نوع از دو نوع کهکشان های ذکر شده، نمی توان در آن دسته بندی ها جای داد. آنها ممکن است ساختارهای میله ای در کهکشان ها، محدوده های فعال تشکیل ستاره ای را داشته باشند و حتی بعضی

از این کهکشان های کوچک نامنظم بعنوان "کهکشان های نامنظم کوتوله" شناخته شوند. این کهکشان ها شباهت بسیاری به کهکشان های تشکیل شده در ۱۳/۵ میلیارد سال پیش دارند. کهکشان های نامنظم براساس ساختارهای آنها(یا عدم وجود این ساختارها) تقسیم بندی می شوند.

## کهکشانهای انفجاری

به نظر می‌رسد که برخی از کهکشان ها در حال انفجارند آنها را به راستی باید از حیرت انگیزترین اجرام دانست. اخترشناسان هنوز آگاهی کاملی بر علت طغیان این کهکشان‌ها ندارند ولی پیوسته شواهد زیادی در مورد ماهیت آنها به دست می‌آورند. آنچه در این انفجارها قابل ملاحظه است وسعت و اندازه‌ی آن ها است که می‌تواند کل یک کهکشان را از هم بگسلد کهکشانی که از میلیون‌ها میلیون ستاره تشکیل یافته است.

## کهکشانهای رادیویی

کهکشانهای رادیویی، گونه ای دیگر از اجرام انفجاری برون کهکشانی هستند. آنها تابش های بسیار قوی در طول موج های رادیویی نشان می دهند. ولی از سوی دیگر به کهکشانهای عادی که ویژگی های اپتیکی مشخصی دارند، شبیه هستند. بیشتر کهکشانهای رادیویی که از اجرام اپتیکی تمیز داده شده اند، ظاهری نامنظم و گسیخته دارند؛ هسته آنها درخشان است و اغلب مقادیر زیادی از غبار و گاز که به شکل نامنظم پراکنده شده اند در آنها دیده می شود. گاهی نمای این کهکشانها شبیه کهکشانهای بیضوی معمولی است ولی انگار توده ای از غبار و گاز، با آرایشی نا منظم و غیرعادی به آنها اضافه شده است.

## خوشه ی کهکشانها

خوشه های کهکشان ها و تعدادی از گروههای شناخته شده ی آنها، بزرگترین اجرام جهان هستند. اندازه های آنها از حدود تجمع های کوچک نظیر گروه محلی ما با ۲۰ الی ۳۰ عضو، تا سیستمهای کروی عظیم از کهکشانها با دهها هزار عضو است . اختر شناسان با مطالعه ی آنها، اطلاعات بسیار زیاد و با اهمیتی در مورد سختار کیهان به دست می آورند. با مطالعه ی حرکت کهکشان‌های عضو و با به کار بردن قوانین گرانش در مورد این سیستم ها، می‌توان جرم خوشه را بدست آورد.

## کهکشان راه شیری

همیشه ستارگان در جهان وجود نداشتند و کهکشان راه شیری نیز برای همیشه وجود نداشته است. پس از اینکه بیگ بنگ اتفاق افتاد و جهان کمی خنک شد، گاز به طور یکنواخت پخش شد. بی نظمی های کوچک باعث شدند گازها به توده های بزرگ و بزرگتر تبدیل شوند، سپس حرارت دیده و در نهایت سوخت هسته ای را برای ستارگان فراهم کردند. ستارگان شروع به جذب یکدیگر کردند تا گروه های بزرگتر ستاره ای را تشکیل دهند. قدیمی ترین گروه ستارگان، خوشه های کروی نامیده می شوند و برخی از این خوشه ها در کهکشان راه شیری بسیار بسیار قدیمی هستند.

اگرچه قدمت تمام ستارگان در کهکشان راه شیری به جهانِ بسیار کهن بر نمی گردد. اما کهکشان راه شیری بیش از ۷ ستاره در سال تولید می کند. کهکشان راه شیری اغلب کهکشانِ «هم نوع خوار» نامیده می شود

زیرا در حین شکل گیری اش کهکشان های کوچکتر را بلعیده و با خودش ادغام کرده و بدین صورت بیشترین جرم خود را بدست آورده است. ستاره شناسان تصور می کنند که بسیاری از کهکشان های بزرگتر نیز به همین صورت به اندازه ی امروزی خود رسیده اند.

کهکشان راه شیری در مرکز خود نوار ضخیمی از ستارگان را جای داده و از بازوهای مارپیچی ستاره ای تشکیل شده است. خورشید و اجرام منظومه ی شمسی در «صفحه ی باریک» کهکشان ما قرار دارند. در تابستان، در یک مکان شفاف همراه با آسمانِ تاریک شب، می توانید یک نوار درخشان نامنظم را پیدا کنید. باستانیان آن را به نواری از شیر که در آسمان ریخته شده تشبیه کردند.

امروزه می دانیم که این نوار نور در واقع تابشی ترکیبی از میلیون ها ستاره ی بیشمار در صفحه ی مسطحِ کهکشان راه شیری یعنی خانه ی کیهانی ما است. راه شیری یک کهکشان مارپیچی است، بنابراین از بالا به شکل یک چرخ دنده است. این چرخ دنده تقریباً ۱۰۰ هزار سال نوری قطر دارد، اما فقط تقریباً ۲ هزار سال نوری ضخامت دارد، در نتیجه یک صفحه ی باریک را تشکیل می دهد. خورشید ما تقریباً ۲۷ هزار سال نوری تا مرکز کهکشان فاصله دارد.

امروزه می دانیم که این صفحه ی کهکشانی شامل ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلیارد ستاره است. یک سیاهچاله شاید چهار میلیون بار پرجرم تر از خورشید در مرکز کهکشان راه شیری واقع شده، سیاهچاله با ستارگان غول پیکر، ابرهای گرد و غبار و میدان های مغناطیسی احاطه شده که مرکز را به یک مکان پویا تبدیل کرده است. ماده ی تشکیل دهنده ی اصلی کهکشان «مادهٔ تاریک» نامرئی است که در هاله نفوذ می کند و چند صد هزار سال نوری در تمام جهات گسترده شده است. این ماده فقط از طریق قطب گرانشی اش در ابرهای گازی و ستارگان

مرئی کهکشان راه شیری ظاهر می شود. ماده ی تاریک حدود ۹۰ درصد از مجموع جرم کهکشان راه شیری را تشکیل داده و البته ناشناخته است، اما تلاش برای رمزگشایی آن همچنان ادامه دارد.

## انرژی تاریک

در سال ۱۹۲۹، ادوین هابل، ستاره شناس آمریکایی، برای اثبات انبساط رو به رشد کیهان، انفجار ستارگانی با نام ابرنواختر را مورد مطالعه قرار داد. از آن روز به بعد دانشمندان به دنبال این بوده اند تا بدانند این اتفاق با چه سرعتی روی می دهد. به نظر واضح می آمد که گرانش، نیرویی که همه چیز را جذب می کند، مانع انبساط کیهان است؛ حال سوال این بود که سرعتِ این گسترش تا چه حد آهسته می شد؟

در دهه ی ۱۹۹۰ تیم های مستقل اخترفیزیکدانان دوباره توجه خود را به ابرنواخترهای دوردست معطوف ساختند تا کاهش سرعت را اندازه بگیرند. برخلاف انتظارشان، مشاهده کردند که سرعت انبساطِ جهان نه رو به کاهش که در حال افزایش بود. چیزی باید اثر گرانشی را خنثی کرده باشد، چیزی که دانشمندان بر آن نام "انرژی تاریک" گذاشتند. با محاسبه ی انرژی مورد نیاز برای فائق آمدن بر گرانش، دانشمندان به این نتیجه رسیدند که انرژی تاریک ۶۸ درصد جهان را تشکیل می دهد. مادۀ تاریک نیز ۲۷ درصد کیهان را تشکیل داده و تنها کمتر از ۵ درصد از کیهان را با مادۀ معمولی که انسان توان دیدن آن را دارد؛ ساخته شده است.

## جوهرۀ کیهان

دانستن این مسئله که انرژی تاریک چگونه بر کیهان در حال گسترش تاثیر می گذارد اطلاعات زیادی به دانشمندان می دهد. اما مشخصه های این انرژی ناشناخته همچنان قابل دسترس است. مشاهدات اخیر نشان می دهد که انرژی تاریک در تمام طول تاریخ کیهان نقش داشته است؛ و این نکته می تواند اطلاعاتی در مورد

ماده ی نامرئی در اختیار محققان بگذارد. یک راهِ حل ممکن برای مسئله ی انرژی تاریک در نظر گرفتن یک منبع انرژی در حال تغییر به نام "جوهر" است. راه حل دیگر این که دانشمندان از نحوه ی کارکرد گرانش درک درستی ندارند، میباشد.

اما نظریهٔ پیشتاز این است که انرژی تاریک خصیصه ی فضا است. آلبرت اینشتین اولین کسی بود که گفت فضا خالی نیست. او همچنین اذعان داشت که فضای زیادی می تواند به وجود آید. اینشتین در نظریه ی نسبیت عام خود به مسئله ی ثابتِ کیهانی اشاره کرد. اما بعد از این که هابل نظریه ی انبساط کیهان را مطرح ساخت، اینشتین نظریه ثابت کیهانی را "بزرگترین اشتباه" خود خواند.

## ماده تاریک

اختر-فیزیک‌دانان فرضیه ماده تاریک را مطرح نمودند تا اختلاف میان جرم محاسبه‌شده برای اجرام غول‌پیکر آسمانی توسط دو روش استفاده از تاثیرات گرانشی آنها و یا استفاده از مواد درخشان درون آنها (ستارگان، گاز، غبار) را توضیح دهند. این فرضیه نخستین بار توسط یان اورت در سال ۱۹۳۲ برای توضیح سرعت‌های مداری ستارگان در کهکشان راه شیری و توسط فریتز زوییکی در سال ۱۹۳۳ برای توضیح شواهد مربوط به «جرم گمشده» در سرعتهای مداری کهکشانها در خوشه‌های کهکشانی، مطرح گردید. در پی آن بسیاری از مشاهدات دیگر نیز مطرح گشت که دلالت بر وجود ماده تاریک در جهان داشتند. از جمله این مشاهدات می‌توان به مشاهده سرعتهای چرخشی کهکشانها توسط ورا روبین در دهه‌های ۱۹۶۰-۱۹۷۰، همگرایی گرانشی اجسام پس‌زمینه توسط خوشه‌های کهکشانی همچون خوشه گلوله، الگوهای ناهمسانگردی دما در تابش زمینه کیهانی اشاره نمود. کیهان‌شناسان توافق نظر دارند که ماده تاریک عمدتاً از نوعی ذره زیراتمی ناشناخته تشکیل

شده‌است.  جستجو برای یافتن این ذره با استفاده از وسایل گوناگون یکی از تلاشهای اصلی فیزیک ذرات بنیادی است.

**مشاهده و تاثیرات ماده تاریک**

ستاره شناسان قادر به مشاهده مستقیم ماده تاریک نیستند اما می توانند به بررسی تاثیرات آن بپردازند. نزدیک به چهل سال است که اخترشناسان با بررسی اثرات گرانشی در کهکشان‌ها و خوشه های کهکشانی متوجه شده‌اند ماده معمولی که به شکل ستارگان و ابرهای گرد و غبار و توده‌های عظیم گاز دیده می‌شود، عامل حدود ۱۵ درصد از این نیروی گرانشی است. دانشمندان بقیه این نیروی گرانشی عظیم را به ماده مرموزی با نام ماده تاریک نسبت داده‌اند که جز با اثر گرانشی‌اش به هیچ روش شناخته‌شده دیگری قابل تشخیص نیست.

واضح است که ماده‌ی تاریک در مقیاس بزرگ‌تر نمود بیشتری پیدا می‌کند، به همین دلیل دانشمندان با بررسی ۱۳۵ تصویر عدسی گرانشی از ۴۲ کهکشان دوردست در خوشه کهکشانی آبل ۱۶۸۹ موفق شدند نقشه ماده تاریک درون این خوشه کهکشانی را بدست بیاورند. این ۴۲ کهکشان دوردست بین ۷ تا ۱۲ میلیارد سال نوری از زمین فاصله دارند و اگر عدسی گرانشی آبل۱۶۸۹ نبود، امکان نداشت آنها را مشاهده کرد. صورت گرفته‌است. محققان معتقدند ماده تاریک و انرژی تاریک تشکیل دهنده بخش زیادی از جرم موجود در جهان قابل مشاهده هستند. اجزای ماده تاریک جرم بسیار بیشتری از قسمت دیده شدنی کائنات دارند.

# ستارگان:

قطعاً هنگامی که به آسمان شب می نگرید، متوجه تفاوت های رنگی ستاره ها می شوید. ستاره ها همگی اساساً یکسان اند، گلوله‌های توپی بزرگی از گاز که در فاصله چند میلیون سال نوری می سوزند، درسته؟ خب، نه دقیقاً. در واقع، ستاره ها به مانند هر چیز دیگری در کیهان متنوع اند که با در نظر گرفتن ویژگی هایشان در دسته های مختلفی جای می گیرند.

در کل، انواع مختلفی از ستارگان وجود دارند؛ از کوتوله های قهوه ای کوچک گرفته تا سرخ و غول پیکرهای آبی. ستارگان عجیب و غریب بسیاری هم وجود دارد، مثل ستاره های نوترونی و ستاره های ولف رایه. با ادامه یافتن کاوش انسان در خصوص کیهان، چیزهای بیشتری درباره آنها فرا می گیریم که گستره ذهنی ما را نسبت به ستارگان افزایش می دهد. اکنون بگذارید نگاهی به انواع مختلف ستارگان داشته باشیم.

## پیش ستاره

پیش ستاره همان چیزی است که قبل از ایجاد ستاره وجود دارد. پیش ستاره مجموعه ای از گاز حاصل از فروپاشی یک سحابی مولکولی غول پیکر می باشد. مرحله پیش ستاره در تکامل ستاره ای، تقریبا صد هزار سال به طول می انجامد. در طول این زمان، گرانش و فشار افزایش می یابد و زمینه ساز رمبش ستاره می گردد. تمامی انرژی آزاد شده توسط این ستاره تنها از گرمایش حاصل از انرژی گرانشی نشأت می گیرد ( واکنش‌های گداخت هسته‌ای هنوز آغاز نشده است.)

## ستاره تی ثوری

این ستاره مرحله ای در شکل گیری و تکامل ستاره قبل از تبدیل شدن آن به ستاره ای در رشته اصلی میباشد. این مرحله در پایان دورهٔ پیش ستاره رخ می دهد؛ یعنی زمانی که فشار گرانشی نگهدارنده ستاره، نقش منبع را برای کلیه انرژی ستاره ایفا می کند. ستاره های تی ثوری(T Tauri) فاقد فشار و دمای کافی در هسته شان هستند تا گداخت هسته‌ای را رقم بزنند، اما قطعاً به ستارگان رشته اصلی شباهت دارند. آنها تقریبا دمای یکسانی دارند اما روشن تر اند که دلیلش بزرگ بودن شان است. ستارگان تی ثوری دارای نواحی بزرگی از پوشش لکه خورشیدی اند؛ همچنین، فروزش های شدید پرتو ایکس و بادهای ستاره ای بسیار قدرتمندی دارند. ستاره ها به مدت تقریبی ۱۰۰ میلیون سال در مرحله تی ثوری باقی خواهند ماند.

## ستارگان رشته اصلی

اکثر ستارگان موجود در کهکشان راه شیری ما و حتی کیهان در زمرهٔ ستارگان رشته اصلی جای می گیرند. خورشید یک ستاره رشته اصلی به شمار می آید، نزدیکترین همسایگان ما یعنی آلفا قنطورس A و شباهنگ، هم همینطور. این نوع ستارگان می توانند اندازه، جرم و روشنایی متغیری داشته باشند. اما همه آنها کار مشابهی را انجام می دهند که عبارتست از تبدیل هیدروژن به هلیوم در هسته، آزاد کردن مقدار بسیار زیادی انرژی. ستارگانی که در این دسته جای گرفته‌اند، حالت تعادل هیدرواستاتیک را تجربه می کنند. گرانش ستاره را به سمت داخل می کشد و فشار حاصل تمامی واکنش های گداخت در ستاره آن را به سمت بیرون سوق می دهند. نیروهای بیرونی و درونی موجب تعادل یکدیگر می شوند و ستاره در حالت کروی باقی می ماند. اندازه ستارگان در رشته اصلی به جرم آنها بستگی دارد که مقدار کشش گرانشی آنها به سمت داخل را تعریف می

کند. محدودیت جرمی پایین یک ستاره زنجیره اصلی در حدود ۰/۰۸ برابر جرم خورشید یا ۸۰ برابر جرم مشتری است. این کمترین مقدار فشار گرانشی مورد نیاز برای راه انداختن فرآیند گداخت در هسته می باشد. از دیدگاه نظری، ستارگان می توانند تا ۱۰۰ برابر جرم خورشید نیز رشد پیدا کنند.

## ستاره غول سرخ

زمانی که ستاره هیدروژن را در هسته اش مصرف کرده باشد، فرآیند گداخت متوقف می شود و ستاره دیگر برای خنثی کردن فشار درونی به تولید فشار بیرونی نمی پردازد. مقداری هیدروژن در پیرامون هسته بر تداوم حیات ستاره تاثیر مثبت می گذارد، اما همزمان باعث بزرگ شدن قابل توجه اندازه آن می شود. ستاره پیر به ستاره غول سرخی تبدیل می شود که صد برابر بزرگتر از مرحلهٔ رشته اصلی میباشد. زمانی که سوخت هیدروژن خاتمه می پذیرد، مقدار هلیوم بیشتر و حتی عناصر سنگین تری می توانند در واکنش های گداخت به مصرف برسند. مرحله "غول سرخ" در طول حیات یک ستاره تنها چند میلیون سال طول می کشد، یعنی تا زمانی که سوخت آن بطور کامل پایان یافته و به کوتوله سفید تبدیل شود.

## ستاره کوتوله سفید

زمانی که سوخت هیدروژنی ستاره در هسته به طور کامل تمام شود و فاقد جرم کافی برای وادار کردن عناصر بیشتر به واکنش گداخت باشد، شرایط برای تبدیل آن به یک ستاره کوتوله سفید مهیا می شود. فشار سبک بیرونی حاصل از واکنش گداخت متوقف شده و ستاره تحتِ کشش گرانش خود به سمت داخل رمبش می

کند. دلیل تابناک بودن کوتوله سفید این است که زمانی یک ستاره داغ بود، اما دیگر خبری از واکنش های گداخت نیست. کوتوله سفید روند سرد شدن را طی خواهد کرد. این فرآیند صدها میلیارد سال طول می کشد.

## ستاره کوتوله سرخ

ستاره های کوتوله سرخ متداول ترین نوع ستارگان در کیهان هستند که در دسته ستاره های رشته اصلی جای می گیرند، اما آنقدر جرم کمی دارند که از ستارگانی نظیر خورشید ما نیز سرد ترند. ستاره های کوتوله سرخ می توانند ترکیب سوخت هیدروژنی را در هسته حفظ کرده و در مقایسه با سایر ستارگان از سوخت ذخیره شده برخوردار باشند. اخترشناسان برآورد می کنند که برخی از ستارگان کوتوله سرخ تا ۱۰ تریلیون سال به سوختن ادامه خواهند داد. کوچکترین کوتوله‌های سرخ ۰/۰۷۵ برابر جرم خورشید اند و می توانند جرمی بالغ بر نصف جرم خورشید هم داشته باشند.

## ستاره های نوترونی

اگر ستاره ای از جرمی بین ۱/۳۵ تا ۲/۱ برابر جرم خورشید برخوردار باشد، به هنگام مرگ به کوتوله سفید تبدیل نمی شود. در عوض، ستاره در اثر یک انفجار ابرنواختری فاجعه آمیز، پایانش را به چشم می بیند و هسته باقیمانده به ستاره نوترونی تبدیل می شود. همانطور که از نامش پیداست، ستاره نوترونی نوع بیگانه ای از ستاره می باشد که تماماً از نوترون تشکیل شده؛ زیرا گرانش شدید ستاره نوترونی باعث درهم شکستن پروتونها و الکترونها برای ایجاد نوترون ها میگردد. اگر ستاره ها اندازه ای بزرگتر از این داشته باشد، آنها به جای ستاره های نوترونی، پس از پایان ابرنواختری به سیاهچاله تبدیل خواهند شد.

## ستاره های ابر غول پیکر

ستاره های ابر غول پیکر بزرگترین ستارگان در کیهان محسوب می‌شوند؛ اینها هیولاهایی با جرمی چند برابر جرم خورشید هستند. برخلاف ستاره نسبتا پایداری نظیر خورشید، ابر غول پیکرها با سرعت بسیار زیادی به مصرف سوخت هیدروژن می پردازند و تمامی سوخت موجود در هسته هایشان را تنها در طی چند میلیون سال مصرف خواهند کرد. ستاره های ابر غول پیکر روند زندگی پر سرعتی داشته و در جوانی می میرند؛ در نهایت، بعنوان ابرنواختر منفجر می شوند. این فرآیند نابودی و تجزیه کامل آنها را در پی دارد. همان طور که می بینید، ستاره ها دارای اندازه، رنگ و انواع مختلفی هستند. فهمیدن دلایل وقوع این رویدادها و مراحل گوناگون زندگی ستارگان برای افزایش درک و بینش ما نسبت به کیهان حائز اهمیت فراوانی می باشند. علاوه بر این، چنین بینشی می تواند محققان را در پی بردن به رمز و راز حیات فرازمینی و کاوش بیشتر سیارات دوردست کمک کند.

## سیاهچاله ها

در سال ۱۹۱۵ آلبرت اینشتین که پیش‌تر نشان داده بود که گرانش، نور را تحت تاثیر قرار می‌دهد، نظریه گرانش خود به نام نسبیت عام را مطرح کرد. چند ماه بعد یک فیزیکدان آلمانی بنام کارل شوارتزشیلد برای نخستین بار موفق به یافتن یکی از پاسخ های دقیق معادله میدان اینشتین در نسبیت عام شد. این پاسخ مربوط به یک جرم کروی ایستا بود. محاسبات شوارشیلد نشان می داد چنین جرمی را تا حد مشخصی فشرده کنیم، چگالی جرم و در نتیجه میزان انحنای فضا – زمان اطراف آن ( یا به عبارتی، شدت میدان گرانشی آن ) به

حدی زیاد می شود که حتی نور هم نمی تواند از سطح آن بگریزد. گویی هاله ای بی انتها در فضا- زمان پدید آمده که چون نوری از آن بیرون نمی آید، تاریک است. به همین دلیل این پدیده «سیاه چاله » نام گرفت.

## ستارگان دوتایی

در صورتی که دو ستاره در موقعیت بسیار نزدیک نسبت به هم قرار داشته باشند و در عین حال از نیروهای خارجی دیگر ایزوله بوده و تحت تاثیر نیروهای حاصله از سایر ستارگان همسایه قرار نگیرند، یک سیستم مجزا را تشکیل می‌دهند و در اثر نیروی گرانشی‌شان نسبت به دیگری یک سیستم مقید را شکل می‌دهند. سیستمی که از یک جفت ستاره تشکیل شده است و از این پس تحت عنوان دوتایی بررسی خواهند شد

### دوتایی‌های ظاهری یا نوری

این ستارگان، دوتایی‌های واقعی نیستند چرا که ارتباط فیزیکی با یکدیگر ندارند و تنها به واسطه این که از نظر ظاهری در یک خط دید قرار دارند مرتبط به نظر می‌رسد

### دوتایی‌های مرئی

این ستارگان به اندازه کافی به ما نزدیک‌اند و در عین حال به قدر کافی از یکدیگر دور که ما می‌توانیم به طور عادی و با بهره‌گیری از تکنیک‌های بصری یا روش‌های تداخل‌سنجی حضور آنان را در یک سیستم دریابیم

### دوتایی‌های گرفتی

در این سیستم‌ها، دو ستاره طوری به دور یکدیگر می‌گردند که به طور متناوب یکدیگر را می‌پوشانند و تغییرات ایجاد شده در روشنایی ظاهری که نتیجه این پوشش است، راه شناخت این سیستم‌هاست.

## خورشید

خورشید ما کمی بیش از چهار و نیم میلیارد سال پیش تشکیل شده است. خورشید ما نیز مثل هر ستاره دیگری در جهان به شکل توده در هم پیچیده ای از ابرهای گازی که عمدتا از هیدروژن و هلیم تشکیل شده بود به وجود آمده اما خرده ریزه هایی که از انفجار سایر ستاره ها باقی مانده بودند، غبارهای بسیار ریز کیهانی که از عناصر سنگین تر همانند کربن، اکسیژن، آلومینیوم، کلسیم و آهن تشکیل شده بودند، نیز در سرتاسر این ابرها پراکنده بودند. این ذرات گرد و غبار که حتی از ذرات غباری که لبه پنجره می نشیند، کوچک تر است، به عنوان نقاط تجمع در سحابی خورشیدی عمل می کند. سایر موارد از جمله یخ، دی اکسید کربن منجمد، دور این نقاط گردهم می آیند و بدین ترتیب این ذرات کم کم بزرگ و بزرگ تر شده و به اجرامی به اندازه یک دانه شن، یک صخره و نهایتا یک تخته سنگ تبدیل می شوند. طی چند میلیون سال، تریلیون ها تریلیون قطعه یخی، سنگ ریزه و اجرام فلزی در اطراف خورشید جوان گردهم می آیند. طی ربع میلیارد سال بعد بسیاری از این اجسام در یکدیگر ادغام شده و بدین شکل سیارات بزرگ ، اقمار، سیارک ها و اجرام موجود در کمربند کوئیپر به وجود می آیند. اجرام کوچکتری که حول خورشید در حال چرخشند، طی مدت های طولانی که از تشکیل آنها گذشته است، چندان تغییر نکرده اند.

بعضی وقت ها یکی از این قطعات سرگردان که باقیمانده های تشکیل سیارات محسوب می شوند با سطح زمین برخورد می کنند. هنگامی که قطعات با زمین برخورد کنند، شهاب سنگ نامیده می شوند. مجموعه

داران شهاب سنگ ها را برحسب میزان جلب توجهشان قیمت گذاری می کنند، اما اخترشناسان این اجرام را با توجه به تاریخ شان ارزش گذاری می کنند. همانطور که سنگواره های گیاهان و جانوران، داستان حیات در زمین را ثبت می کنند، این اجرام نیز داستان منظومه شمسی را در سال های اولیه آن ثبت کرده اند. بعضی اوقات نیز این امکان وجود دارد که از آنها برای بررسی تاریخ شکل گیری منظومه شمسی استفاده کنیم.

خورشید ستاره‌ای از گونهٔ کوتولهٔ زرد است که ۹۹/۸۶٪ از مجموع جرم سامانهٔ خورشیدی را از آن خود کرده‌است. هندسهٔ خورشید به یک کرهٔ کامل بسیار نزدیک است. از آنجایی که خورشید جامد نیست و از پلاسما ساخته شده‌است، در مدار استوایی نسبت به دو قطب، تُندتر می‌گردد. این رفتار که گردش اختلافی نام دارد، به دلیل وجود پدیدهٔ همرفت در خورشید و جابجایی ماده در اثر اختلاف دما است.

نمای کلی از ساختار درونی خورشید:

**۱.** هسته
**۲.** ناحیهٔ تابشی

**۳.** ناحیهٔ همرفتی

**۴.** شیدسپهر یا فتوسفر

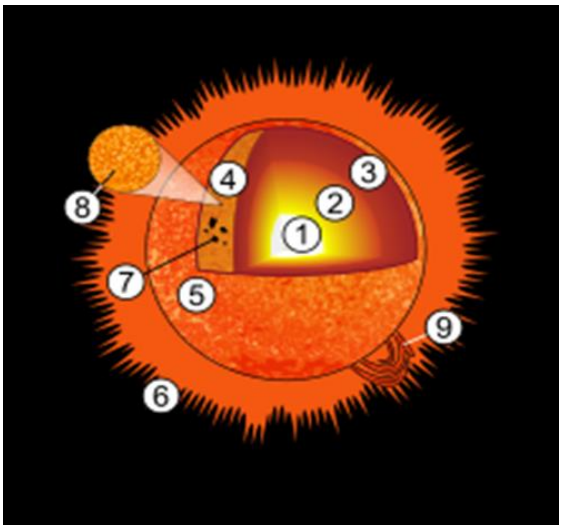
**۵.** فام‌سپهر

**۶.** تاج

**۷.** لکه خورشیدی

**۸.** جودانه

**۹.** زبانه




# سحابی ها:

سحابی‌ها صرفاً ابرهای حجیمی از غبار، گاز هلیوم و هیدروژن، و پلاسما نیستند. آنها بیشتر خانه‌ی دوران کودکی ستارگان‌اند – منظور محل تولد ستارگان است. شکل‌گیری سحابی‌ها

اساساً سحابی‌ها با رمبش گرانشی بخش‌های مختلف مواد میان‌ستاره‌ای شکل میگیرند. گرانش متقابل باعث ایجاد توده‌ای از مواد شده که به مرور زمان سنگین و سنگین‌تر میشود. براساس این گفته‌ها، ستاره‌ها احتمالاً

در دل مواد درهم‌رونده شکل میگیرند که تشعشعات فرابنفش حاصل از یونش باعث شفاف شدن گاز محیط اطراف با طول‌موج قابل رؤیت میشود.

اکثر سحابی‌ها اندازه‌ی بزرگی دارند و قطرشان به صدها سال نوری هم میرسد. اگرچه تراکم سحابی‌ها از محیط‌های اطرافشان کمتر است، با این وجود محیط‌های خلأ روی زمین از سحابی‌ها متراکم‌ترند. در حقیقت، یک ابرسحابی که از نظر اندازه با زمین یکی است، به اندازه تنها چند کیلوگرم جرم خواهد داشت.

## طبقه‌بندی سحابی‌ها

اجرام آسمانی‌ای که سحابی نامیده شده‌اند، در چهار دسته‌ی اصلی جای میگیرند. اکثر آنها در رده‌ی سحابی‌های نشری قرار میگیرند، بدین معنی که مرزهای مشخصی ندارند. میتوان آن‌ها را براساس رفتارشان با نورمرئی به دو دسته‌ی دیگر تقسیم‌بندی کرد- "سحابی نشری" و "سحابی بازتابی". سحابی‌های نشری آنهایی هستند که از گازهای یونیزه شده، تشعشعات طیفی خطی منتشر میکنند و اکثر اوقات تحت عنوان منطقه اچ ۲ از آنها یاد میشود چرا که بخش‌های زیادی از آنها از هیدروژن یونیزه‌شده ساخته شده است. در مقابل، سحابی بازتابی نور چشمگیری از خود منعکس نمیکند اما با این وجود بخاطر نزدیکی با ستاره‌ها همچنان پرنور است.

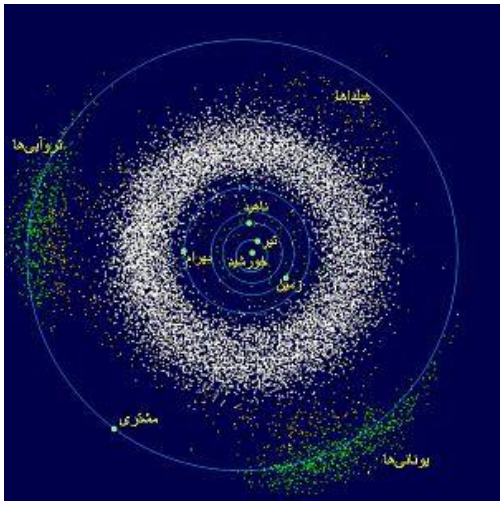
همچنین دسته‌ای تحت عنوان سحابی تاریک وجود دارد. ابرهای کدر و ماتی که تشعشعات قابل رؤیت ندارند و نه تنها توسط ستاره‌ها هم روشن نمیگردند بلکه مانع رسیدن نور اجرام درخشنده‌ی پشتشان به ما نیز می شوند. مشابه سحابی‌های نشری و بازتابی، سحابی‌های تاریک هم منبع تشعشعات مادون قرمز میباشند که بطور عمده این تشعشعات به‌دلیل حضور گرد و خاک درونشان میباشد.

برخی سحابی‌ها بدلیل انفجار ابرنواخترها پدید می‌آیند، و از این رو دسته‌ی آنها سحابی‌های بازمانده ابر نواختر نامگذاری شده است. در این موارد ستاره‌های کوتاه عمر دچار یک انفجار داخلی در هسته‌هایشان شده و لایه‌های بیرونی خود را پوست‌اندازی میکنند. انفجار مذکور، باقی‌مانده‌ای به شکل جسمی متراکم، یعنی ستاره‌ی نوترونی به‌جای میگذارد – همچنین ابری از گاز و گرد و غبار که توسط انرژی انفجار یونیزه میشود.

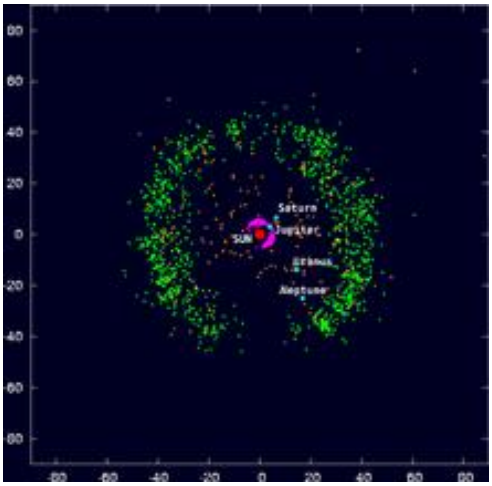
شکلی دیگر از سحابی‌ها تحت عنوان سحابی سیاره‌نما شناخته میشود که از ورود یک ستاره کم‌جرم به مراحل آخر عمرش حاصل میگردد. در این سناریو، ستاره‌ها به غول سرخ تبدیل شده و لایه‌های بیرونی خود را به‌سبب تشعشعات هلیومی داخلشان از دست میدهند. زمانی که ستاره بقدر کافی جرم از دست داد، دمایش افزایش یافته و نور اشعه‌ی فرابنفشی ساطع میکند که باعث یونش تمام مواد اطرافش، که خودش کمی قبل‌تر از دست داده بود میشود. این شاخه که خود شامل زیرشاخه‌ای دیگر به اسم سحابی پیش-سیاره‌نما(PPN) میشود، شامل جرمی نجومیست که بخشی کوتاه از عمرش را در ستاره‌ای در حال شکل‌گیری میگذراند. این یک فاز سریع و زودگذر است که شامل اواخر شاخه‌ی عظیم مجانبی(LAGB) و بدنبالش سحابی سیاره‌نماست.

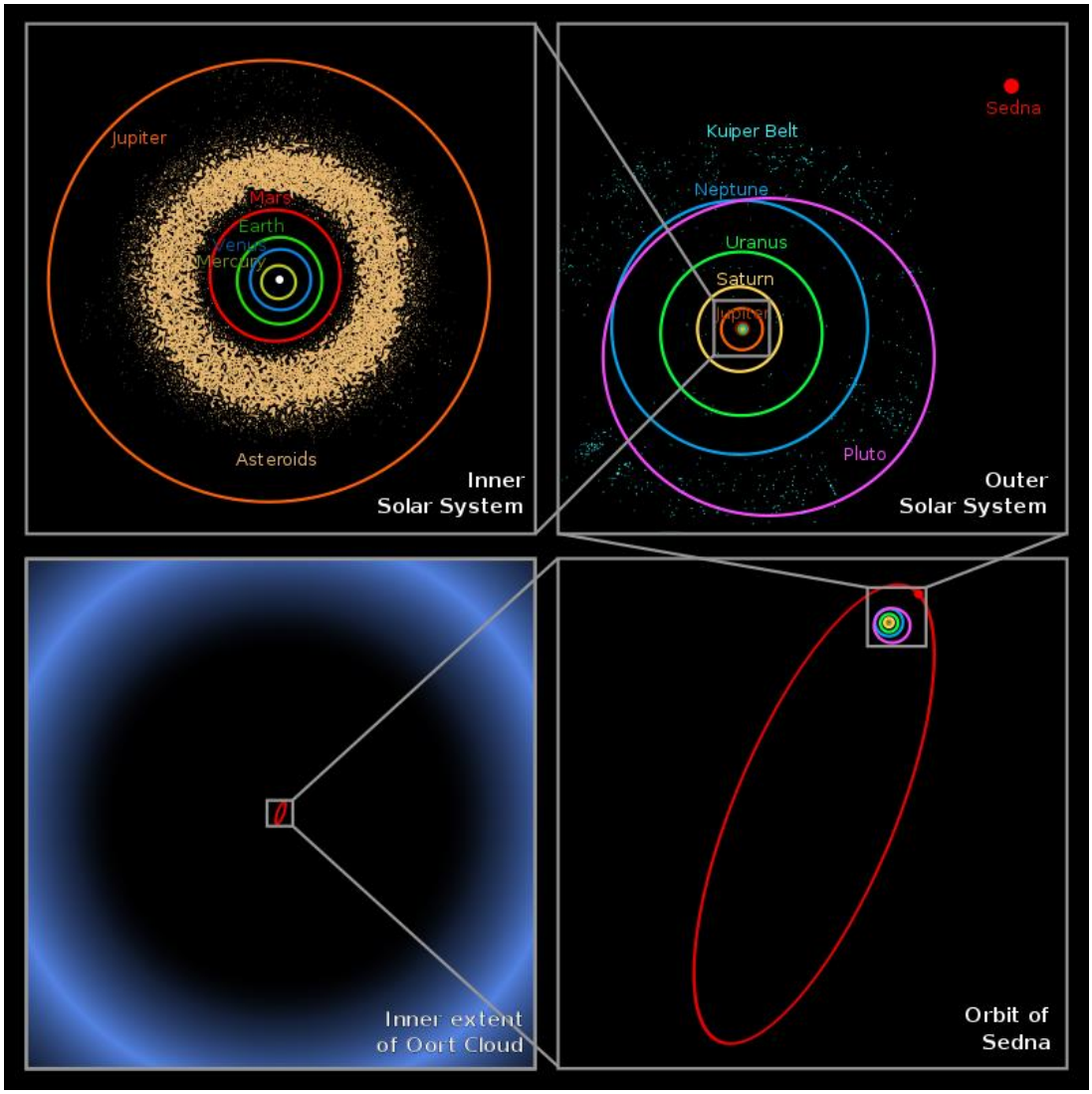
در بازه‌ی شاخه عظیم مجانبی، ستاره بخشی از جرم خود را به‌صورت پوسته‌ی قرص پیرا-ستاره‌ای از گاز هیدروژن از دست میدهد. وقتی این مرحله به پایان رسید، ستاره وارد فاز سحابی پیش-سیاره‌نما شده، که در این مرحله توسط یک ستاره‌ی مرکزی انرژی یافته و در نتیجه شروع به تشعشع مادون قرمز می کند و تبدیل به یک سحابی بازتابی می شود. مرحله‌ی سحابی پیش-سیاره‌نما تاجایی ادامه می‌یابد که دمای ستاره به ۳۰۰۰۰ کلوین برسد، که در این مرحله به اندازه‌ی کافی برای یونیزه کردن گازهای اطرافش گرم شده است.

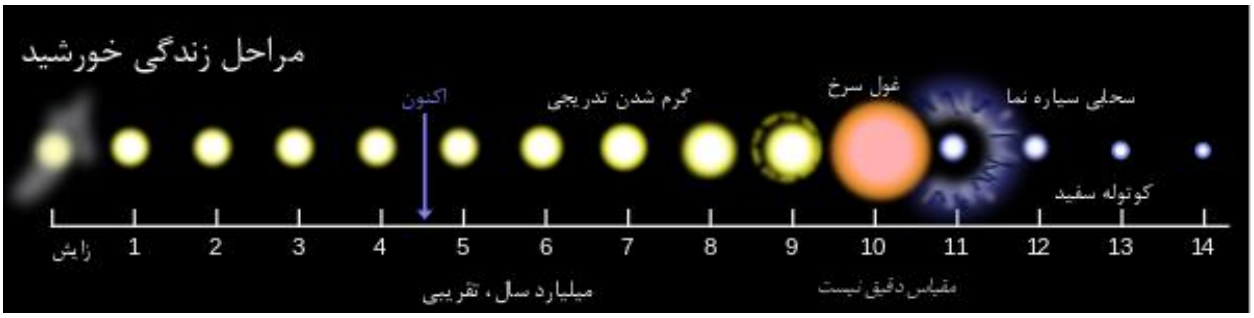
## کمربند سیارک ها

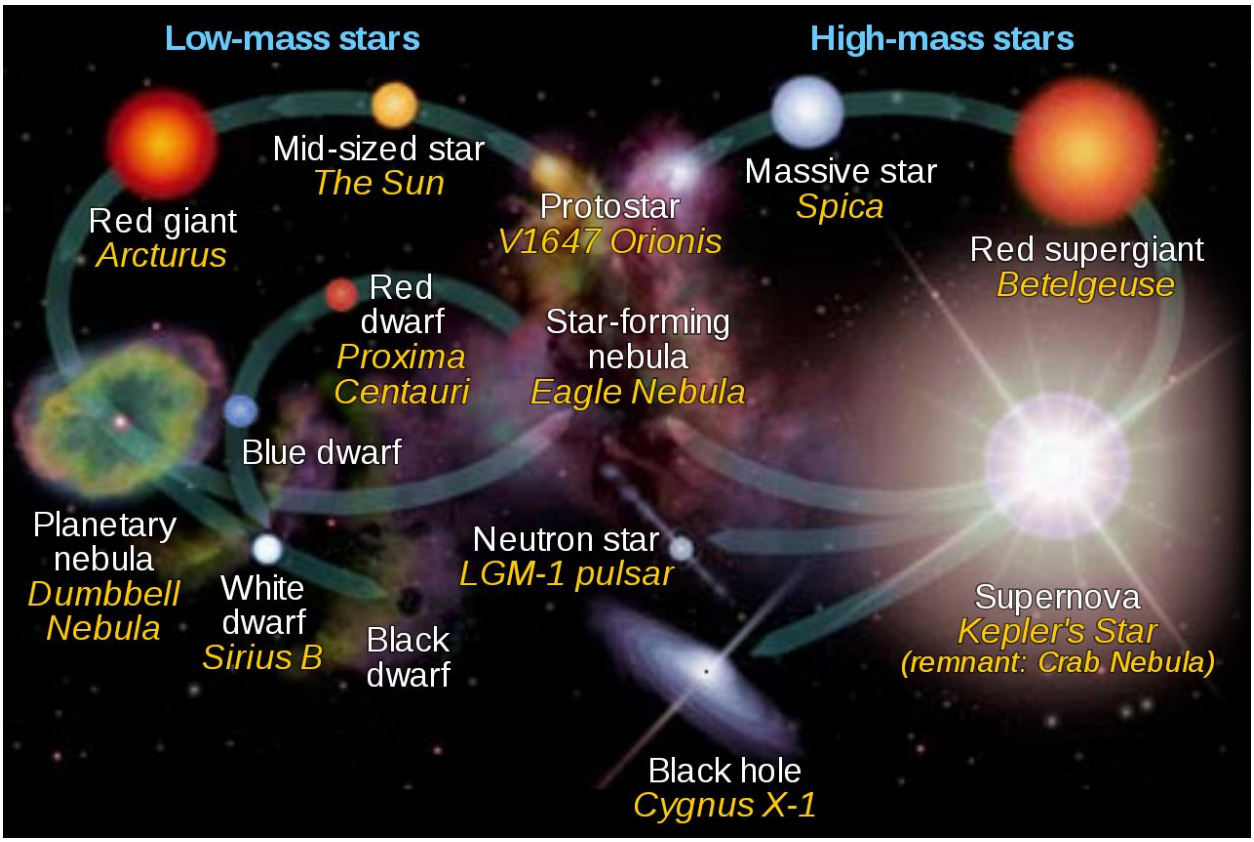



## کمربند کوییپر

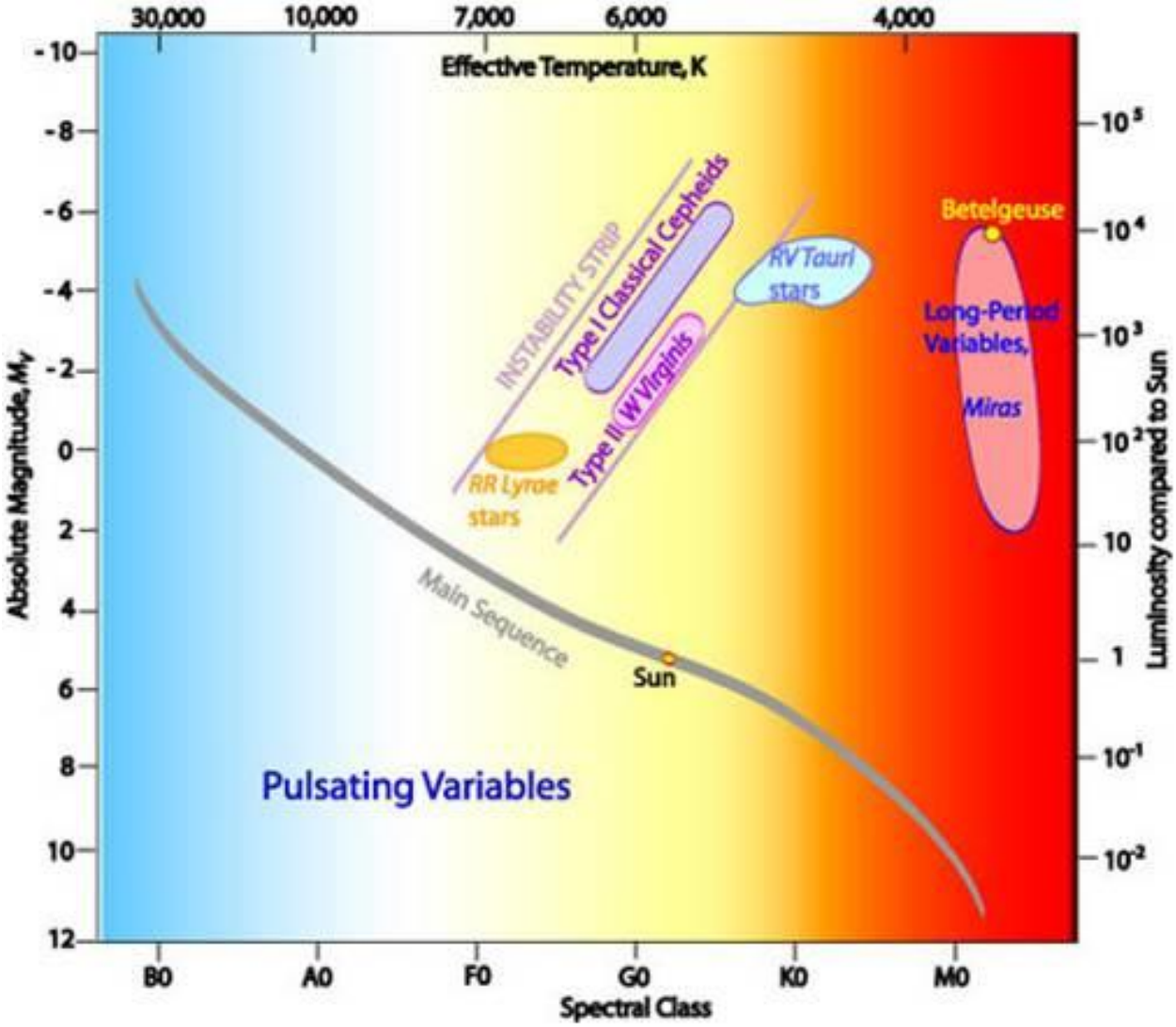


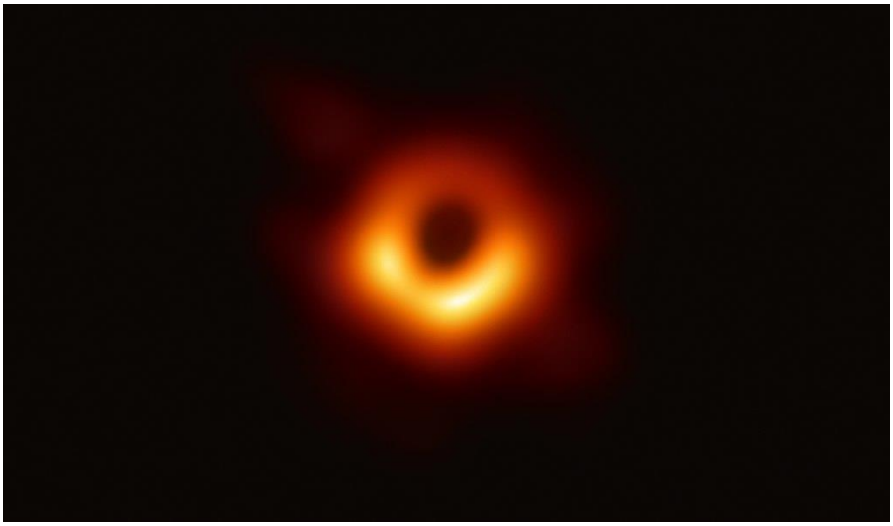



**زندگی تا مرگ انواع ستارگان**

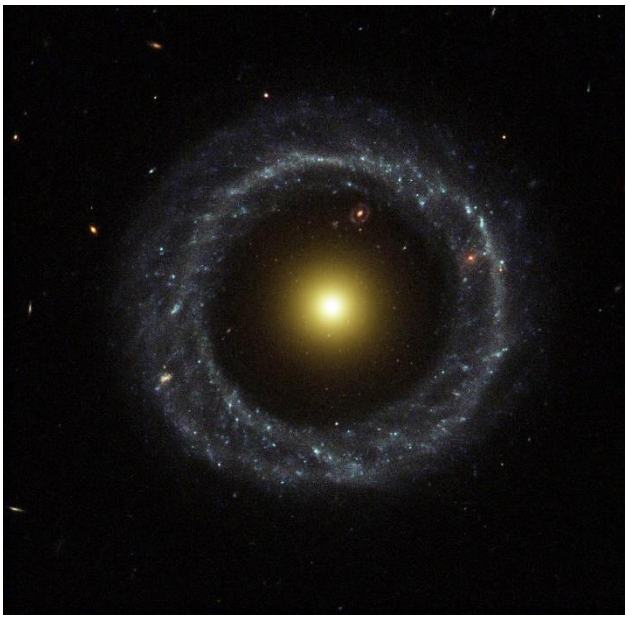

30,000
10,000
7,000
6,000
4,000
Effective Temperature, K
-10
-8
-6
-4
-2
0
2
4
6
8
10
12
Absolute Magnitude, $M_V$
$10^5$
$10^4$
$10^3$
$10^2$
10
1
$10^{-1}$
$10^{-2}$
Luminosity compared to Sun
INSTABILITY STRIP
Type I Classical Cepheids
Type II (W Virginis)
RR Lyrae stars
RV Tauri stars
Betelgeuse
Long-Period Variables,
Miras
Main Sequence
Sun
Pulsating Variables
B0
A0
F0
G0
K0
M0
Spectral Class

**نمودار هرتسپرونگ راسل ومکان ستارگان مختلف**



**عکس واقعی از یک سیاهچاله**

**گروه پنج تایی استفان که سه نوع کهکشان را نشان میدهد**



**جسم هوگ کهکشانی**

**بسیار عجیب**

HUBBLE SPACE TELESCOPE