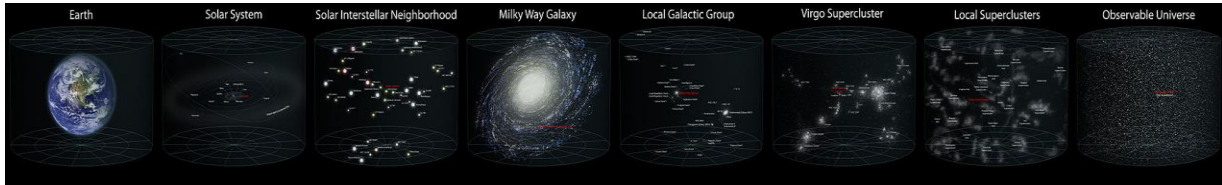


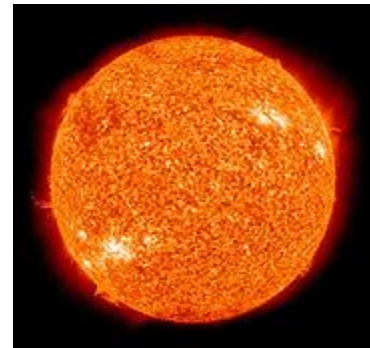
## همسایه‌های خورشیدی

آلفا قنطورس نزدیک‌ترین سامانه به خورشید است که دارای سه ستاره است: آلفا قنطورس ای، آلفا قنطورس بی و پروکسیما قنطورس. آلفا قنطورس ای و بی ستارگان دوتایی هستند. آلفا قنطورس ای چهارمین ستاره درخشان در آسمان شب است و حدود ۲۵ درصد بزرگ‌تر از خورشید است. اما آلفا قنطورس بی کمی کوچک‌تر از خورشید است. پروکسیما قنطورس نیز یک ستاره کوتوله سرخ و نزدیک‌ترین ستاره به منظومه شمسی است و ۴,۲ سال نوری با خورشید فاصله دارد. این ستاره کوچک‌تر از خورشید است و جرم آن ۱۲,۳ درصد جرم خورشید و شعاع آن ۱۴,۵ درصد شعاع خورشید است. ستاره بارنارد (در ۶ سال نوری) و ولف ۳۵۹ (در ۷,۷ سال نوری) نیز چهارمین و پنجمین ستاره نزدیک به منظومه شمسی هستند. ستاره شباهنگ درخشان‌ترین ستاره در آسمان شب است که ۸,۶ سال نوری از زمین فاصله دارد و جرم آن ۹۸ درصد جرم خورشید است. آلفا قنطورس بی‌بی نزدیک‌ترین سیاره فراخورشیدی به منظومه شمسی است که پیرامون ستاره آلفا قنطورس بی می‌گردد.



یک نمودار از موقعیت زمین و منظومه شمسی در جهان. (این تصویر از چپ به راست است)

## خورشید



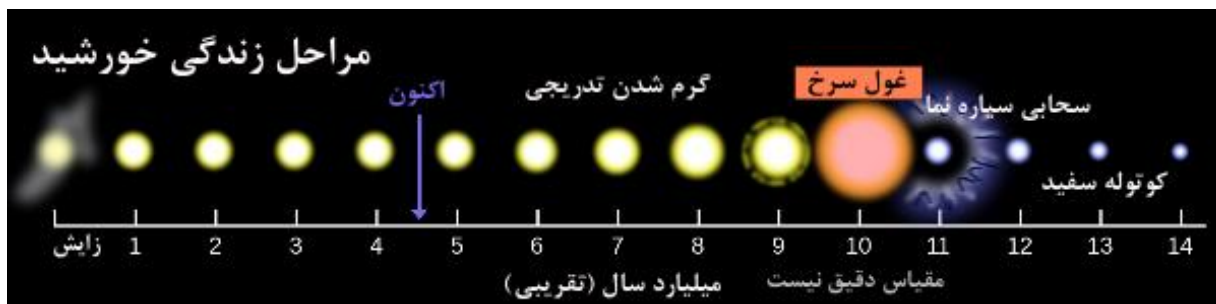
خورشید ستاره‌ای است که زمین و اجرام دیگر منظومه شمسی پیرامون آن می‌گردند. این جسم مسلط بر منظومه شمسی، بیش از ۹۹,۸ درصد جرم این منظومه را شامل می‌شود. جرم خورشید ۷۴۳ برابر مجموع جرم همه سیارات منظومه شمسی و ۳۳۰,۰۰۰ برابر جرم زمین است. این ستاره منبع انرژی بسیار است که بخشی از نور و گرمای آن موجب بقای زندگی بر روی کره زمین می‌شود. دمای سطحی خورشید حدود ۵,۰۰۰° سانتی‌گراد و دمای هسته آن حدود ۱۵,۵۰۰,۰۰۰° سانتی‌گراد است. میانگین فاصله زمین از خورشید ۱۴۹,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر (۹۲,۹۶۰,۰۰۰ میلیون مایل) است. این فاصله به عنوان یک واحد نجومی شناخته می‌شود و مقیاس اندازه‌گیری فاصله در سراسر منظومه شمسی است. خورشید یکی از بیش از ۱۰۰ میلیارد ستاره کهکشان راه شیری است و مدار آن ۲۵,۰۰۰ سال نوری از مرکز کهکشان فاصله دارد. این ستاره نسبتاً جوان است و عضوی از جمعیت ستارگان نخستین (ستارگانی که نسبتاً در داشتن عناصر سنگین‌تر از هلیوم غنی هستند) است. علاوه بر جمعیت ستارگان

نخستین، دو جمعیت دیگر (جمعیت دومین ستارگان و جمعیت سومین ستارگان) وجود دارد.



خورشید یک ستاره نوع جی رشته اصلی است و در طبقه دومین ستارگان داغ زرد رنگ و کوتوله قرار دارد. خورشید مانند بیشتر ستاره‌های دیگر از هیدروژن (H) ۲ (و هلیوم (He) ساخته شده است. هیدروژن که سبک‌ترین عنصر شیمیایی شناخته شده است، ۷۲ درصد خورشید و هلیوم ۲۶ درصد آن را می‌سازد. ۲ درصد دیگر را نیز ۷ عنصر اکسیژن (O) ۲، کربن (C)، نئون (Ne)، نیتروژن (N) ۲، منیزیم (Mg)، آهن (Fe) و سیلیکون (Si) می‌سازند. در خورشید، به ازای هر ۱,۰۰۰,۰۰۰ اتم هیدروژن، ۹۸,۰۰۰ اتم هلیوم، ۸۵۰ اتم اکسیژن، ۳۶۰ اتم کربن، ۱۲۰ اتم نئون، ۱۱۰ اتم نیتروژن، ۴۰ اتم منیزیم، ۳۵ اتم آهن و ۳۵ اتم سیلیکون وجود دارد.

بقای زمین به بقای خورشید وابسته است. خورشید در آینده‌ای دور و به عنوان یک ستاره رشته اصلی به عمر خود پایان خواهد داد و خواهد مرد. این ستاره هلیوم بیشتر در هسته خود می‌سازد و هیدروژن بیشتری می‌سوزاند و میزان هیدروژنی که می‌سوزاند، از هلیومی که می‌سازد، بیشتر است. این فرایند به تدریج موجب کاهش حجم خورشید خواهد شد و این کاهش حجم اکنون قابل توجه نیست، اما حدود ۱ میلیارد سال بعد، حجم این ستاره ۱۰ درصد کاهش خواهد یافت. حدود ۱,۱ میلیارد سال بعد، خورشید ۱۰ درصد درخشان‌تر از امروز خواهد شد و هر چه قدر بر درخشش آن افزوده شود، برای زمین زیان‌آور خواهد بود. این افزایش درخشندگی باعث می‌شود که بخار آب (H) ۲ (O) جو زمین از دست برود و هرگز بازنگردد و جو زمین خشک شود. حدود ۳,۵ میلیارد سال بعد، خورشید ۴۰ درصد درخشان‌تر از امروز خواهد شد. این ستاره در آن زمان به اندازه‌ای گرم خواهد شد که اقیانوس‌های روی سطح زمین به جوش خواهد آمد و بخار آب نیز از دست خواهد رفت؛ یخ‌ها نوب خواهند شد و زمین به سیاره‌ای گرم خشک مانند ناهید تبدیل خواهد شد و دیگر زندگی بر روی زمین ممکن نخواهد بود. حدود ۶ میلیارد سال بعد، هسته خورشید از هیدروژن تهی خواهد شد و تنها هلیوم ناپایدار در هسته باقی خواهد ماند. سرانجام هسته داغ‌تر و چگال‌تر خواهد شد و خورشید تا جایی بزرگ می‌شود که تبدیل به یک غول سرخ شود. این غول سرخ مدارهای تیر و ناهید و احتمالاً زمین را نابود خواهد کرد و حتی اگر زمین را نابود نکند، گرمای آن زمین را به سیاره‌ای غیر قابل سکونت تبدیل خواهد کرد. در این زمان، گرما و فشار خورشید به اندازه‌ای خواهد رسید که مرحله نوم همجوشی هسته‌ای را امکان‌پذیر خواهد کرد و هلیوم برای تشکیل کربن خواهد سوخت. این مرحله حدود ۱۰۰ میلیون سال به طول می‌انجامد و سرانجام پوسته ناپایدار هلیوم، خورشید را منفجر خواهد کرد. سپس لایه‌های بیرونی خورشید از میان خواهد رفت و فقط یک هسته کربنی از آن باقی خواهد ماند که یک کوتوله سفید است. نور خورشید در طول هشت دقیقه به زمین می‌رسد و تا وقتی که نور آن به زمین نرسد، زمین متوجه نابودی خورشید نمی‌شود و پس از این هشت دقیقه متوجه مرگ خورشید می‌شود. نابودی خورشید موجب نابودی همه چیز در منظومه شمسی خواهد شد.



مراحل زندگی، تشکیل و نابودی خورشید

محیط میان سیاره‌ای



ورقه جاری هلیوسفری حاصل از تأثیر  
میدان مغناطیسی چرخشی خورشید  
بر پلاسماک محیط میان‌سیاره‌ای

محیط میان‌سیاره‌ای ماده‌ای نازک و فشرده است که میان سیارات و اجسام دیگر منظومه شمسی وجود دارد. اجزای مواد سازنده محیط میان‌سیاره‌ای از هیدروژن خنثی (غیر یونیزه شده، گاز پلاسما (شامل ذرات باردار الکتریکی که از خورشید می‌آیند)، پرتوهای کیهانی و ذرات گرد و غبار تشکیل شده‌اند. در فاصله میان مدار زمین و خورشید، در هر ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب، یک اتم هیدروژن خنثی وجود دارد.

در واقع این تصور که فضا یک خلأ کامل است، نادرست است و محیط میان‌سیاره‌ای در فضا وجود دارد. اما چگالی و تراکم این ماده بسیار کم است و در هر سانتی‌متر مکعب پیرامون زمین تنها ۵ ذره وجود دارد و هر چه قدر از خورشید دور می‌شویم، چگالی این ماده کاهش می‌یابد. چگالی این ذرات تحت تأثیر عواملی از جمله میدان‌های مغناطیسی است. دمای محیط میان‌سیاره‌ای حدود  $99,727^{\circ}$  سانتی‌گراد است. این ماده تا لبه منظومه شمسی گسترش می‌یابد و به فضای میان‌ستاره‌ای برخورد می‌کند و هلیوسفر شکل می‌گیرد که یک نوع حباب مغناطیسی پیرامون منظومه شمسی است. هلیوپاز مرز میان محیط میان‌سیاره‌ای و فضای میان‌ستاره‌ای است و اعتقاد بر این است که حدود ۱۶۰-۱۱۰ واحد نجومی از خورشید فاصله دارد. ذرات بادهای خورشیدی از راه محیط میان‌ستاره‌ای با سرعت‌های مافوق صوت سفر می‌کنند. بادهای خورشیدی پیرامون موانع محیط میان‌سیاره‌ای مانند دنباله‌دارها و مگنتوسفرهای سیاره‌ای می‌روند.

محیط میان‌سیاره‌ای عامل شماری از پدیده‌ها از جمله نور منطقه‌البروجی است که فقط پیش یا پس از غروب آفتاب دیده می‌شود. این درخشان‌ترین نور در نزدیکی افق است و هنگامی که نور با ذرات گرد و غبار محیط میان‌ستاره‌ای در نزدیکی زمین برخورد می‌کند، نور منطقه‌البروجی رخ می‌دهد.

## منظومه شمسی درونی

### -سیارات درونی



سیارات درونی منظومه  
شمسی به ترتیب از راست به  
چپ: مریخ، زمین، ناهید، تیر

سیارات درونی، سیاراتی هستند که در منظومه شمسی درونی و مداری نزدیک به خورشید قرار دارند. منظومه شمسی دارای چهار سیاره درونی به نام‌های تیر، ناهید، زمین و مریخ است. به غیر از محلی که سیارات درونی و بیرونی در آن قرار دارند، تفاوت‌های دیگری میان این سیارات وجود دارد. سیارات درونی بیشتر از سنگ ساخته شده‌اند و نسبت به سیارات بیرونی، کوچک‌تر و چگال‌تر هستند. شمار ماه‌های این سیارات کم یا هیچ است و هیچ حلقه سیاره‌ای پیرامون آن‌ها وجود ندارد. این سیارات را «سیارات زمین‌سان» نیز می‌نامند، زیرا آن‌ها سطوح سنگی و جامد دارند.

#### -تیر-

تیر کوچک‌ترین سیاره منظومه شمسی و نزدیک‌ترین سیاره به خورشید است. این سیاره تنها کمی بزرگ‌تر از ماه است و با خورشید فاصله‌ای در حدود ۵۸ میلیون کیلومتر (۳۸/۰ واحد نجومی) دارد. دوره چرخش این سیاره ۵۹ روز زمینی و تناوب مداری آن تنها ۸۸ روز زمینی است. تیر سیاره‌ای سنگی است و سطح آن جامد و دارای گودال و چاله و بسیار شبیه سطح ماه است و هیچ ماه و حلقه‌ای ندارد. جو نازک این سیاره (تقریباً بدون جو) عمدتاً از اکسیژن (O<sub>2</sub>)، سدیم (Na)، هیدروژن (H<sub>2</sub>)، هلیوم (He) و پتاسیم (K) ساخته شده است.

دمای سطحی تیر می‌تواند به ۴۳۰° سانتی‌گراد برسد. از آن‌جا که این سیاره جوی برای حفظ این گرما ندارد، دمای سطحی آن در شب تا ۱۷۰°- سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. تغییر دمای این سیاره ۶۰۰° سانتی‌گراد و بیش‌ترین نوسان دما در منظومه شمسی است.

#### -ناهید-

ناهید دومین سیاره نزدیک به خورشید است و میان تیر و زمین قرار دارد که از زمان‌های قدیم شناخته شده بود. پس از خورشید و ماه، ناهید درخشان‌ترین جسم قابل مشاهده از زمین است و گاهی اوقات مانند یک ستاره درخشان در آسمان صبح و شب به نظر می‌رسد. ناهید تنها کمی کوچک‌تر از زمین است و فاصله آن تا خورشید در حدود ۱۰۸ میلیون کیلومتر (۷۲/۰ واحد نجومی) است. دوره چرخش این سیاره ۲۴۳ روز زمینی و تناوب مداری آن ۲۲۵ روز زمینی است. این سیاره سنگی دارای سطحی جامد و چشم‌انداز گودال و آتشفشان است و هیچ ماه و حلقه‌ای ندارد.

ناهید و زمین اغلب سیاراتی دوقلو خوانده می‌شوند، زیرا در اندازه، جرم، چگالی، ترکیبات و گرایش مشابه یکدیگر اند. دمای ناهید بسیار زیاد است و جو چگال آن گرما و اثر گلخانه‌ای را به دام می‌اندازد و دمای سطحی آن را به ۴۶۵° سانتی‌گراد می‌رساند که این دما می‌تواند سرب را نوب‌کند. جو جهنی ناهید عمدتاً از کربن دی‌اکسید (CO<sub>2</sub>)، نیتروژن (N<sub>2</sub>) و قطرات ابرهای سولفوریک اسید ساخته شده و دانشمندان تنها مقادیر کمی از آب را در جو آن شناسایی کرده‌اند.

#### -زمین-

زمین سومین سیاره دور از خورشید و پنجمین سیاره منظومه شمسی از دیدگاه بزرگی اندازه و جرم است. میانگین فاصله زمین از خورشید ۱۴۹,۶۰۰,۰۰۰ کیلومتر (۱ واحد نجومی) است و دوره چرخش آن ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۴ ثانیه و تناوب مداری آن ۳۶۵ روز و ۶ ساعت است. زمین سیاره‌ای سنگی است و دارای سطحی جامد و دینامیک و ساخته شده از کوه‌ها، دره‌ها، ژرف‌دره‌ها، دشت‌ها و غیره است. چیزی که زمین را از سیارات دیگر جدا و متمایز می‌کند، اقیانوس‌های سطح آن است که ۷۰ درصد از سطح آن را پوشانده‌اند. بسیاری از سیارات جو دارند، اما تنها جو زمین قابل تنفس است. جو زمین برای تنفس و زندگی تعادل کاملی دارد و ۷۸ درصد از نیتروژن، ۲۱ درصد از اکسیژن و ۱ درصد از سایر گازها ساخته شده است. جو زمین تا ۱۰,۰۰۰ کیلومتر گسترش می‌یابد و دارای پنج لایه تروپوسفر، استراتوسفر، مزوسفر، ترموسفر و اگزوسفر است. ساختار درونی زمین نیز دارای سه لایه پوسته، گوشته و هسته است.

زمین تنها سیاره شناخته شده است که زندگی بر روی آن وجود دارد و قطری در حدود ۱۳,۰۰۰ کیلومتر دارد و میانگین دمای سطحی آن ۱۴° سانتی‌گراد است. دمای زمین در همه جای زمین یکسان نیست؛ گرم‌ترین نقاط زمین نزدیک استوا واقع شده‌اند و دمای آن‌جا به ۵۷,۷° سانتی‌گراد نیز می‌رسد، اما قطب جنوب در جنوبگان سردترین نقطه زمین است و دمای آنجا تا ۸۹°- سانتی‌گراد می‌رسد. میدان مغناطیسی زمین توسط جریان‌های درون هسته بیرونی آن پدید می‌آید. هنگامی که ذرات باردار الکتریکی خورشید در میدان مغناطیسی زمین به دام می‌افتند، به مولکول‌های هوای بالای قطب مغناطیسی شمال و جنوب تبدیل می‌شوند و باعث ایجاد پدیده‌ای به نام شفق قطبی می‌شوند. زمین حلقه‌ای ندارد و دارای یک ماه است. در حالی که تیر و ناهید سیاره ندارند و سیارات دیگر منظومه شمسی دارای دو یا بیش از دو ماه هستند. قطر ماه زمین حدود یک‌چهارم قطر زمین است و فاصله آن تا زمین در حدود ۳۸۴ هزار کیلومتر (۰.۰۲۷۵ واحد نجومی) است. دوره چرخش ماه به دور زمین ۲۷ روز به طول می‌انجامد و سطحی جامد و دارای گودال و حفره دارد. تاکنون بیش از ۱۰۰ فضاپیما برای اکتشاف ماه به فضا پرتاب شده است. ماه تنها جسم آسمانی (پس از زمین) است که انسان‌ها (طی مأموریت‌های برنامه فضایی آپولو) آن را دیده‌اند و بر آن گام نهاده‌اند.

## مریخ



نمایی از سطح خشک و بیابانی مریخ

مریخ چهارمین سیاره نزدیک به خورشید و هفتمین سیاره منظومه شمسی از دیدگاه اندازه و جرم است و در آسمان شب، قرمز رنگ است و گاهی اوقات آن را «سیاره سرخ» می‌نامند. مریخ یک بیابان خشک است و قطر آن نصف قطر زمین است. مریخ نیز مانند زمین دارای فصل‌ها، یخ‌های قطبی، آتشفشان‌ها، ژرف‌دره‌ها و آب‌هوا است. کوه المپوس بزرگ‌ترین کوه آتشفشانی منظومه شمسی است و در مریخ واقع است. دوره چرخش این سیاره ۶۸۶/۲۴ ساعت و تناوب مداری آن ۱ سال و ۳۲۱٫۷۳ روز به طول می‌انجامد. بیش‌ترین دمای سطحی مریخ  $5^{\circ}\text{C}$  - سانتی‌گراد و کم‌ترین دمای سطحی آن  $87^{\circ}\text{C}$  - سانتی‌گراد است. ۹۵٫۳۲ درصد از جو مریخ از کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ )، ۲٫۷ درصد آن از نیتروژن ( $\text{N}_2$ )، ۰٫۱۳ درصد آن از اکسیژن ( $\text{O}_2$ ) و ۰٫۰۸ درصد باقی‌مانده آن از کربن مونوکسید ( $\text{CO}$ )، نیتریک اکسید ( $\text{NO}$ )، مقادیر جزئی آب ( $\text{H}_2\text{O}$ )، نئون ( $\text{Ne}$ )، کریپتون ( $\text{Kr}$ ) و زنون ( $\text{Xe}$ ) ساخته شده است. مریخ دارای دو ماه به نام‌های فوبوس و دیموس است ظاهراً از سنگ‌های سرشار از کربن ( $\text{C}$ ) ساخته شده‌اند. از آن‌جا که این دو ماه فاقد گرانش کافی برای تبدیل به یک جسم دایره‌ای شکل هستند، دارای اشکالی نامنظم هستند و فوبوس وسیع‌تر و پهنارتر از دیموس است. دانشمندان بر این باورند که ۳٫۵ میلیارد سال پیش، مریخ بزرگ‌ترین سیل منظومه شمسی را تجربه کرده است. اکنون، مریخ بیش از حد سرد است و جو آن بیش از اندازه نازک است و اجازه باقی‌ماندن آب مایع به مدت طولانی در سطح آن را نمی‌دهد. یخ آب در نزدیکی سطح مریخ و آب یخ‌زده در یخ‌های قطبی آن وجود دارد.