بررسی زیست‌پذیری برخی از سیارات فراخورشیدی

پژوهشگران پایه دهم: پارمین رحمتی، فاطمه گنجی‌زاده

مرکز آموزشی فرزانگان ۳- تهران

چکیده: این پروژه با بررسی کشف سیارات فراخورشیدی و ویژگی‌های آنان، تعدادی از آنها که احتمال زیست‌پذیری را دارند، بررسی و سپس آن سیارات را از لحاظ ویژگی‌های زیست‌پذیری، کمربند حیات و موقعیت مکانی آنها نسبت به ستاره اشان مطالعه کرد؛ نام سیارات فراخورشیدی مذکور Trappist-۱e, Teegarden's star b, Kepler-۱۸٦f, Proxima Centauri b بود.

چکیده

این پروژه با بررسی کشف سیارات فراخورشیدی و ویژگی‌های آنان، تعدادی از آنها که احتمال زیست‌پذیری را دارند، بررسی و سپس آن سیارات را از لحاظ ویژگی‌های زیست‌پذیری، کمربند حیات و موقعیت مکانی آنها نسبت به ستاره اشان مطالعه کرد؛ نام سیارات فراخورشیدی مذکور Trappist-1e, Teegarden's star b, Kepler-186f, Proxima Centauri b بود. بعد از مطالعه درباره‌ی این سیارات، اطلاعاتی دریافت شد و آنها در نمودارهای مختلف با سیاره زمین بررسی شدند و بعد از رسم هر نمودار، هر سیاره به دلیل تفاوت زیادی با سیاره زمین داشت، در آن ویژگی نسبت به بقیه درصد کمتری در شباهت به زمین را می‌گرفت و یکی از سیاره‌ها نیز مشابه تربن درصد را در آن ویژگی نسبت به زمین می‌گرفت. بعد از تحلیل تمام نمودارها نتیجه‌ی این پروژه به دست آمد و دریافت شد که:

۱- اگر برای محدودیت فاصله زیاد بتوان با دانش و علم‌های جدید کاری مفید کرد، سیاره کپلر بهترین گزینه برای حیات خواهد بود.

۲- اگر بخواهیم سیاره‌ای نزدیک‌تر را در نظر بگیریم پروکسیما گزینه بعدی خواهد بود ولی مشکلات احتمالی زیادی دارد که درباره آن در پایان‌نامه صحبت شده است که باید این مشکلات را از بین برد ولی از نظر دما و... گزینه خوبی خواهد بود.

دو سیاره دیگر یعنی تراپیست و تی گاردن به علت دمای بیش از حد زیاد برای حیات مناسب نیستند ولی در دیگر موارد گزینه‌های بسیار مناسبی بودند که اگر برای دمای زیاد راهکاری مناسب پیدا شود قطعاً می‌توان از آن‌ها استفاده‌های زیادی کرد.

مقدمه:

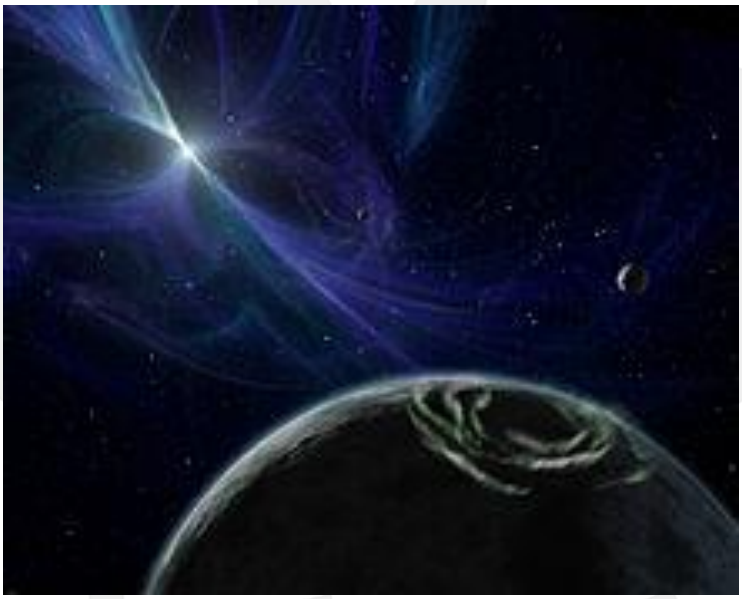
در این پروژه در نظر گرفته شد که چهار مورد از مشابه‌ترین سیارات فراخورشیدی نسبت به زمین که احتمال زیست‌پذیری بالایی در آن‌ها وجود دارد بررسی شود. این چهار سیاره Teegarden's star b, Proxima Centauri b, Trappiest ۱-e و Kepler-۱۸۶f هستند. با مطالعه و انجام تحقیقات این چهار سیاره فراخورشیدی بررسی و موردی که بیشترین احتمال زیست‌پذیری را داشت و مناسب‌ترین بود مشخص شد.

در تعریف زیست‌پذیری سیاره‌ای مقیاس اندازه‌گیری ظرفیت سیارات یا قمرها برای پدیدآوردن و رشد زیست در خود است.تا به امروز، وجود زیست فرازمینی‌ها اثبات نشده است، پس برای بررسی سیارات فراخورشیدی با ملاک قراردادن شرایط و ویژگی‌های کره زمین و منظومه خورشیدی و محاسبه‌کردن فاصله سیارات فراخورشیدی تا ستاره منظومه آن سیارات بررسی می‌شود.یکی از

پیش‌نیاز اولیه برای زیست، انرژی است ولی در اندازه‌گیری‌های مربوط به زیست‌پذیری سیاره‌ای بسیاری از عوامل فیزیکی و شیمیایی نیز در نظر گرفته می‌شوند. در این پژوهش چهار سیاره فراخورشیدی Proxima Centauri b, Teegarden's star b, Trappiest ۱-e و Kepler-۱۸٦f بررسی و مطالعه می‌شود. پس از انجام تحقیقات نسبت به زمین مقایسه و مناسب‌ترین آن‌ها برای زیست‌پذیری مشخص می‌گردد.

کشف اولین سیاره فراخورشیدی

در ۹ ژانویه ۱۹۹۲، اخترشناسان رادیویی، الکساندر ولزچان و دیل فریل، کشف دو سیاره را که به دور تپ اختر PSR ۱۲۵۷+۱۲ می‌چرخند، اعلام کردند. این کشف تایید شد و به طور کلی به عنوان اولین کشف قطعی سیارات فراخورشیدی در نظر گرفته می شود.

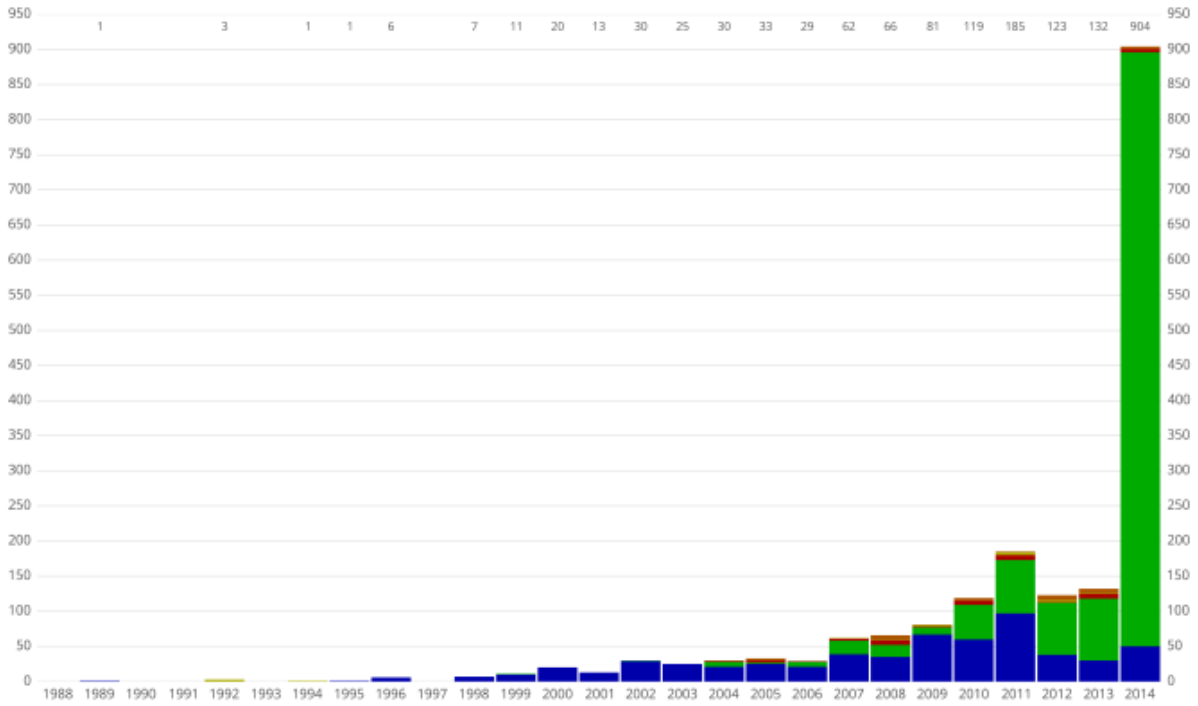


اولین سیارات فراخورشیدی کشف شده در مدار تپ‌اختر PSR B۱۲۵۷+۱۲ یافت شدند. سال‌ها طول کشید تا ستاره‌شناسان سیاره‌های فراخورشیدی را در اطراف ستارگان خورشید مانند پیدا کنند.

تعریف سیارات فراخورشیدی

سیاره فراخورشیدی سیاره‌ای است که بیرون از منظومه خورشیدی قرار دارد و به‌دور یک ستاره (غیر از خورشید) در حال گردش است. نخستین شناسایی علمی وجود یک سیاره فراخورشیدی در سال ۱۹۸۸ انجام شد، با این حال، نخستین تأیید در سال ۱۹۹۲ صورت گرفت. از آن به بعد، و تا اول

مه ۲۰۱۷، شمار سیارگان فراخورشیدی شناسایی‌شده ۳٫۶۰۸ سیاره بوده که ۲٫۷۰۲ سیاره در ۶۱۰ سامانهٔ سیاره‌ای مختلف، تأیید شده‌اند و این تعداد روزبه‌روز در حال افزایش است. رصدهای زمینی و فضایی سیارات فراخورشیدی به دو دلیل عمده کار چندان آسانی نیست. نخست اینکه سیارات به‌طورکلی نسبت به ستارگان اندازه‌های بسیار کوچکی دارند و سیارات فراخورشیدی در فاصله‌های بسیار دوری از زمین واقع‌اند. دیگر اینکه سیارات با ستاره میزبانشان اختلاف درخشندگی فوق‌العاده زیادی دارند. وابسته به نوع ستاره، اندازه و دمای سیاره، ستاره می‌تواند از حدود ۱٫۰۰۰ تا یک میلیون برابر پرفروغ‌تر از سیاره‌های پیرامون خود باشد؛ بنابراین تفکیک نور بازتاب شده از سیاره از نور ستاره بسیار مشکل است.



نمودار کشف سیارات فراخورشیدی در گذر زمان

روش‌های آشکارسازی سیارات فراخورشیدی

۶ روش کلی برای کشف سیارات فراخورشیدی وجود دارد:

۱. روش تصویربرداری مستقیم

۲. روش سرعت شعاعی

۳. روش گذر

۴. روش اخترسنجی

۵. روش ریز لنز گرانشی

٦. روش زمان‌سنجی تپ اختری

تعداد سیارات فراخورشیدی:

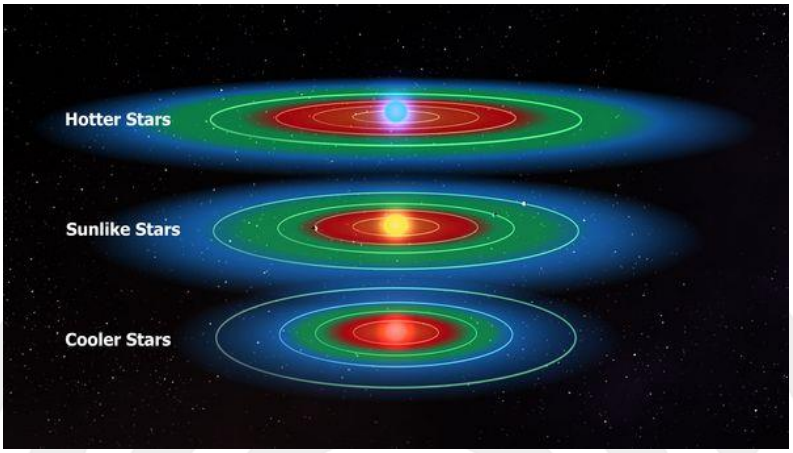
تاکنون هزاران سیاره فراخورشیدی احتمالی از طریق رصدهای زمینی و فضایی شناسایی شده است. بیش از ۴۰۰۰ سیاره فراخورشیدی نیز تاکنون تأیید شده‌اند و حدود ۳۸۰۰ مورد دیگر در انتظار بررسی بیشتر هستند تا اخترشناسان از سیاره بودن آن‌ها مطمئن شوند. ستاره‌شناسان برآورد می‌کنند که ممکن است تریلیون‌ها سیاره فراخورشیدی دور ستاره‌های دیگر در گردش باشند.

کمربند حیات

منطقه قابل‌سکونت (HZ) در نجوم منطقه‌ای از فضا است که شرایط برای شکل‌گیری حیات مانند روی زمین در آن بهترین است. سیارات در این مناطق بیشترین احتمال وجود حیات فرازمینی را دارند.

منطقه قابل‌سکونت ممکن است "منطقه زندگی"، "منطقه آسایش"، "کمربند سبز" یا "منطقه طلایی" نیز نامیده شود. از هر پنج‌ستاره یک سیاره به اندازه زمین در منطقه قابل‌سکونت است. با این حال، مشخص نیست که چه نسبتی می‌تواند شرایط مناسب برای زندگی داشته باشد.

منطقه قابل‌سکونت منطقه نه خیلی گرم و نه خیلی سرد اطراف یک ستاره است که در آن آب مایع می‌تواند در سطح سیاره وجود داشته باشد. آب مایع یک عنصر کلیدی برای حیات است که ما می‌شناسیم، بنابراین سیارات فراخورشیدی در مناطق قابل‌سکونت ستارگان خود مکان‌های قانع‌کننده‌ای برای جستجوی حیات هستند.



سیاره Teegarden's Star b

ستاره تیگاردن b (همچنین به عنوان تیگاردن b شناخته می‌شود) یک سیاره فراخورشیدی است که در منطقه قابل‌سکونت ستاره تیگاردن، یک کوتوله قرمز نوع M در حدود ۱۲ سال نوری از منظومه شمسی در حال گردش است.

کشف سیاره Teegarden's Star b

در جولای ۲۰۱۹، تیمی متشکل از بیش از ۱۵۰ دانشمند به رهبری ماتیاس زکمایستر مقاله ای را در اخترشناسی و اخترفیزیک به عنوان بخشی از بررسی CARMENES منتشر کردند که از وجود دو سیاره فراخورشیدی نامزد در حال چرخش به دور ستاره تیگاردن حمایت می‌کرد.

مشخصات Teegarden's Star b

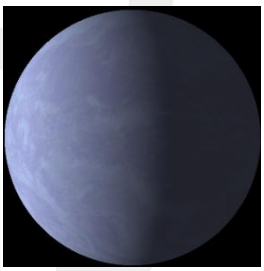
ستاره تی گاردن b درونی‌ترین سیاره شناخته شده‌ای است که به‌دور ستاره تیگاردن می‌چرخد و دوره مداری آن تنها ٤/٩١ روز است. حداقل جرم این سیاره ۱/۰۵ جرم زمین (MEarth) است. اگر مدار سیاره از منظر زمین متمایل نباشد، این مقدار جرم واقعی خواهد بود.به همین دلیل، ستاره b Teegarden احتمالاً سنگی است.

سکونت پذیری Teegarden's Star b

ستاره Teegarden b در داخل منطقه قابل‌سکونت ستاره میزبان خود می‌چرخد، به این معنی که ممکن است ترکیب جوی آن بتواند آب مایع پایدار را در سطح آن ایجاد کند.

ستاره میزبان Teegarden's Star b

ستاره تیگاردن یک کوتوله قرمز کم جرم، با جرم حدود ۹ درصد جرم خورشید، و با دمای حدود ۲۹۰۰ کلوین (۲۶۲۳ درجه سانتیگراد یا ۴۷۶۰ فارنهایت) است. به دلیل دمای بسیار پایین و درخشندگی ستاره تیگاردن، این ستاره تنها در سال ۲۰۰۳ کشف شد، زیرا قدر ظاهری آن تنها ۱۵/۱ (و قدر مطلق ۱۷/۲۲) است. مانند اکثر کوتوله‌های قرمز و قهوه ای، بیشتر انرژی خود را در طیف مادون قرمز ساطع می کند. همچنین پیرتر از خورشید است و ۸ میلیارد سال سن دارد..



سیاره Proxima Centauri b

پروکسیما قنطورس b یا پروکسیما b که گاهی با نام آلفا قنطورس b نیز شناخته می‌شود، سیاره فراخورشیدی است که در منطقه قابل‌سکونت ستاره کوتوله قرمز پروکسیما قنطورس، نزدیک‌ترین ستاره به خورشید و بخشی از ستاره سه‌گانه در گردش است. سیستم آلفا قنطورس این سیاره تقریباً ۴/۲ سال نوری (۱/۳ pc) از زمین در صورت فلکی قنطورس فاصله دارد و آن را به همراه پروکسیما c و پروکسیما d نزدیک‌ترین سیاره فراخورشیدی شناخته شده به منظومه شمسی می‌کند.

پروکسیما قنطورس b در فاصله تقریباً ۰/۰۵ واحد نجومی (۷/۵ میلیون کیلومتر؛ ۴/۶ میلیون مایل) با دوره مداری تقریباً ۱۱/۲ روز زمینی به دور ستاره مادر خود می‌چرخد.

پروکسیما قنطورس b که در ۲۴ آگوست ۲۰۱۶ توسط رصدخانه جنوبی اروپا (ESO) اعلام شد، از طریق چندین سال استفاده از روش مطالعه سرعت شعاعی ستاره مادرش تأیید شد.

کشف سیاره

پروکسیما قنطورس پیش از کشف پروکسیما قنطورس به هدفی برای جستجوی سیارات فراخورشیدی تبدیل شده بود، اما مطالعات اولیه در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ وجود سیارات فراخورشیدی بزرگ‌تر از زمین را در منطقه قابل‌سکونت رد کرد.

مشخصات فیزیکی

فاصله، پارامترهای مداری و سن

پروکسیما قنطورس b نزدیک‌ترین سیاره فراخورشیدی به زمین است، در فاصله حدود ٤/٢ ly. [٥] هر ١١/١١٨٦ روز زمینی به دور پروکسیما قنطورس در فاصله ای حدود ٠.٤٩ اوت می‌چرخد، بیش از ۲۰ برابر نزدیک‌تر از زمین به خورشید به پروکسیما قنطورس.

قفل جزر و مدی

پروکسیما قنطورس b احتمالاً به طور جزر و مدی به ستاره میزبان قفل می‌شود که برای یک مدار ۱:۱ به این معنی است که همان سمت سیاره همیشه رو به پروکسیما قنطورس خواهد بود. مشخص نیست که آیا شرایط قابل‌سکونت می‌تواند در چنین شرایطی ایجاد شود یا خیر.

با این حال، سیاره ممکن است به طور جزر و مدی قفل نشده باشد. اگر خروج از مرکز پروکسیما قنطورس b بالاتر از ۰/۱-۰/۰۶ بود، تمایل به ورود به رزونانس ۳:۲ [f] عطارد مانند یا تشدیدهای مرتبه بالاتر مانند ۲:۱ دارد. سیارات اضافی در اطراف پروکسیما قنطورس و فعل و انفعالات [g] با آلفا قنطورس می‌توانند گریز از مرکز بالاتر را برانگیزند. اگر سیاره متقارن (سه محوری) نباشد، گرفتن آن در مدار غیر جزر و مدی قفل شده حتی با گریز از مرکز پایین ممکن است. با این حال، یک مدار غیر قفلی منجر به گرم‌شدن جزر و مدی گوشته سیاره، افزایش فعالیت آتشفشانی و به طور بالقوه خاموش‌شدن دینام مولد میدان مغناطیسی می‌شود.

ستاره میزبان

پروکسیما قنطورس b احتمالاً به طور جزر و مدی به ستاره میزبان قفل می‌شود که برای یک مدار ۱:۱ به این معنی است که همان سمت سیاره همیشه رو به پروکسیما قنطورس خواهد بود. مشخص نیست که آیا شرایط قابل‌سکونت می‌تواند در چنین شرایطی ایجاد شود یا خیر با این حال، سیاره ممکن است به طور جزر و مدی قفل نشده باشد.

پروکسیما قنطورس یک کوتوله قرمز با جرمی معادل ۰/۱۲۲ M⊙ و شعاع ۰/۱۵٤ R⊙ خورشید است. با دمای مؤثر [h] ۳۰۵۰±۱۰۰ کلوین، دارای نوع طیفی M [i]V۵ . و درخشندگی ۰. ۰۶±۰/۱۵۵ L⊙ خورشید است. پروکسیما قنطورس یک ستاره شعله‌ور است و درخشندگی آن با ضریب ۱۰۰ در بازه زمانی چند ساعت تغییر می‌کند.

شرایط سطحی

پروکسیما قنطورس b در منطقه کلاسیک قابل‌سکونت ستاره خود قرار دارد و حدود ٦۵ درصد از تابش زمین را دریافت می‌کند. دمای تعادل آن حدود ۲۳٤ کلوین (۳۹- درجه سانتیگراد؛ ۳۸- درجه فارنهایت) است. عوامل مختلفی مانند خواص مداری پروکسیما قنطورس b، طیف تابش ساطع شده

از پروکسیما قنطورس [k] و رفتار ابرها و مه بر آب و هوای یک پروکسیما قنطورس b دارای جو تأثیر می‌گذارند.

دو سناریو محتمل برای جو پروکسیما قنطورس b وجود دارد: در یک مورد، آب سیاره متراکم شده و هیدروژن در فضا گم می‌شود که تنها پس از سیاره، اکسیژن و/یا دی‌اکسیدکربن در جو باقی می‌ماند. تاریخ اولیه با این حال، این احتمال نیز وجود دارد که پروکسیما قنطورس b دارای اتمسفر هیدروژنی اولیه بوده یا دورتر از ستاره خود شکل‌گرفته باشد که باعث کاهش خروج آب می‌شود؛ بنابراین، پروکسیما قنطورس b احتمالاً آب خود را فراتر از تاریخ اولیه خود نگه داشته است. اگر جوی وجود داشته باشد، احتمالاً حاوی گازهای حاوی اکسیژن مانند اکسیژن و دی‌اکسیدکربن است. همراه با فعالیت مغناطیسی ستاره، آنها شفق‌هایی را ایجاد می‌کنند که می‌توانند از زمین مشاهده شوند اگر سیاره دارای میدان مغناطیسی باشد.

حیات

در زمینه تحقیقات سیارات فراخورشیدی، «قابلیت سکونت» معمولاً به عنوان احتمال وجود آب مایع در سطح یک سیاره تعریف می‌شود. همان‌طور که به طور معمول در زمینه حیات سیاره فراخورشیدی درک می‌شود، آب مایع روی سطح و جو پیش‌نیازهای قابل‌سکونت هستند - هر گونه حیات محدود به زیر سطح یک سیاره، مانند اقیانوس‌های زیرسطحی مانند اروپا در خورشید. تشخیص این سیستم از دور دشوار خواهد بود اگرچه ممکن است الگویی برای زندگی در یک پروکسیما قنطورس b تحت پوشش اقیانوس سرد باشد.

مشکلات احتمالی برای سکونت

- هم فعالیت پروکسیما قنطورس و هم قفل جزر و مدی مانع ایجاد این شرایط می‌شود.
- بر خلاف تابش XUV، تابش UV در Proxima Centauri b قرمزتر (سردتر) است و بنابراین ممکن است کمتر با ترکیبات آلی تعامل داشته باشد و ممکن است ازن کمتری تولید کند. برعکس، فعالیت ستارگان می‌تواند لایه اوزون را به اندازه کافی تخلیه کند تا اشعه ماورای‌بنفش را تا سطوح خطرناک افزایش دهد.
- بسته به خارج از مرکز آن، ممکن است تا حدی در خارج از منطقه قابل‌سکونت در بخشی از مدار خود قرار گیرد.

- اکسیژن و/یا مونوکسید کربن ممکن است در اتمسفر پروکسیما قنطورس b تا مقادیر سمی ایجاد شود. غلظت بالای اکسیژن ممکن است به تکامل موجودات پیچیده کمک کند.
- اگر اقیانوس‌ها وجود داشته باشند، جزر و مد می‌تواند منجر به جاری‌شدن سیل و خشک‌شدن مناظر ساحلی شود، و واکنش‌های شیمیایی منجر به توسعه حیات شود، به نفع تکامل ریتم‌های بیولوژیکی مانند چرخه روز و شب است که در غیر این صورت در سیاره‌ای که به طور جزر و مدی بسته بدون چرخه روز و شب، اقیانوس‌ها را مخلوط می‌کند و مواد مغذی را تأمین و توزیع می‌کند و گسترش دوره‌ای موجودات دریایی مانند جزر و مد قرمز روی زمین را تحریک می‌کند.

از سوی دیگر، کوتوله‌های قرمز مانند پروکسیما قنطورس، عمری بسیار طولانی‌تر از خورشید، تا چندین برابر سن تخمینی کیهان دارند، و بنابراین به زندگی زمان زیادی برای رشد می‌دهند. تابش ساطع شده توسط پروکسیما قنطورس برای فتوسنتز اکسیژن‌ساز مناسب نیست، اما برای فتوسنتز بدون اکسیژن کافی است اگرچه مشخص نیست که چگونه حیات وابسته به فتوسنتز بدون اکسیژن می‌تواند تشخیص داده شود. یک مطالعه در سال ۲۰۱۷ تخمین زد که بهره وری اکوسیستم پروکسیما قنطورس b بر اساس فتوسنتز ممکن است حدود ۲۰ درصد از بهره وری زمین باشد.

سیاره Trappist-1e

TRAPPIST-1e که با نام MASS J۲۳۰۶۲۹۲۸-۰۵۰۲۲۸۵۲ نیز شناخته می‌شود، یک سیاره فراخورشیدی صخره‌ای و به اندازه زمین است که در منطقه قابل‌سکونت در اطراف ستاره کوتوله فوق سرد TRAPPIST-1 تقریباً ۴۰ سال نوری (۱۲ کیلومتر تریلی) می‌باشد. چرخد. ؛ ۲۴۰ تریلیون مایل دورتر از زمین در صورت فلکی دلو. اخترشناسان این سیاره فراخورشیدی را با استفاده از روش ترانزیت یافتند که در آن اثر کم‌نوری که سیاره عبور از مقابل ستاره خود ایجاد می‌کند، اندازه‌گیری می‌شود.

این سیاره فراخورشیدی یکی از هفت‌سیاره فراخورشیدی جدیدی بود که با استفاده از مشاهدات تلسکوپ فضایی اسپیتزر به دور ستاره می‌چرخیدند. سه مورد از هفت (e، f، و g) در منطقه قابل‌سکونت هستند. TRAPPIST-1e مشابه جرم، شعاع، چگالی، گرانش، دما و شار ستاره‌ای زمین است. همچنین تأیید شده است که اتمسفر بدون ابر تحت سلطه هیدروژن ندارد، به این معنی که احتمال بیشتری وجود دارد که جوی فشرده مانند سیارات زمینی در منظومه شمسی داشته باشد.

در نوامبر ۲۰۱۸، محققان تعیین کردند که از میان هفت سیاره فراخورشیدی در منظومه چند سیاره‌ای، TRAPPIST-1e بیشترین شانس را دارد که یک سیاره اقیانوسی مانند زمین باشد، و یکی از سزاوارترین سیاره‌ها برای مطالعه بیشتر در مورد قابلیت سکونت است. علاوه بر این، طبق کاتالوگ سیارات فراخورشیدی قابل‌سکونت، TRAPPIST-1e یکی از بالقوه‌ترین سیارات فراخورشیدی کشف شده است.

ستاره TRAPPIST

او به دور یک ستاره کوتوله فوق سرد (از نوع M) به نام TRAPPIST-1 می‌چرخد. جرم این ستاره ۰٫۰۸۹ M⊙ - نزدیک مرز بین یک کوتوله قهوه‌ای و ستاره کم جرم - و شعاع ۰٫۱۲۱ R⊙ است. دمای آن ۲۵۱۶ کلوین (۲۲۴۳ درجه سانتی‌گراد؛ ۴۰۶۹ درجه فارنهایت) است و ۷.۶ میلیارد سال عمر دارد. در مقایسه، خورشید ٤٫٦ میلیارد سال عمر دارد و دمای آن ۵۷۷۸ کلوین (۵۵۰۵ درجه سانتیگراد؛ ۹۹٤۱ درجه فارنهایت) است. این ستاره غنی از فلز است و دارای فلز ۰٫۰٤ ([Fe/H]) یا ۱۰۹ درصد مقدار خورشید است.

مدار سیاره TRAPPIST-1e

TRAPPIST-1e از نزدیک به دور ستاره میزبان خود می‌چرخد. یک چرخش کامل در اطراف TRAPPIST-1 تنها ٦٫۰۹۹ روز زمینی (~١٤٦ ساعت) طول می‌کشد. این مدار در فاصله ۰٫۰۲۹۲۸۲۸۵ AU (٤٫٤ میلیون کیلومتر؛ ۲٫۷ میلیون مایل) یا کمی کمتر از ۳ درصد فاصله بین زمین و خورشید می‌چرخد. TRAPPIST-1e با وجود نزدیکی نزدیک به ستاره میزبانش، تنها حدود ٦۰ درصد نور ستاره‌ای را که زمین از خورشید می‌گیرد، به دلیل درخشندگی کم ستاره‌اش دریافت می‌کند. این ستاره قطر زاویه‌ای حدود ۲٫۱۷ درجه از سطح سیاره را می‌پوشاند و تقریباً چهار برابر بزرگ‌تر از خورشید از زمین به نظر می‌رسد.

جو سیاره TRAPPIST-1e:

تأیید شده است که TRAPPIST-1e دارای جوی بدون ابر هیدروژنی نیست، به این معنی که احتمال بیشتری وجود دارد که جوی فشرده و بدون هیدروژن مانند سیارات سنگی منظومه شمسی داشته باشد که شانس سکونت را بیشتر می‌کند. هیدروژن یک گاز گلخانه‌ای قدرتمند است، بنابراین اگر به اندازه کافی وجود داشته باشد که به راحتی قابل‌تشخیص باشد، به این معنی است که سطح TRAPPIST-1e مهمان‌نواز نخواهد بود. از آنجایی که چنین جوی وجود ندارد، این شانس را برای سیاره ایجاد می‌کند تا جوی شبیه به زمین داشته باشد.

زیست‌پذیری سیاره TRAPPIST-1e:

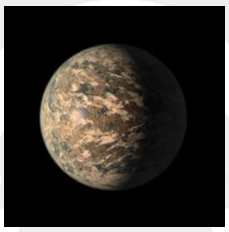
اعلام شد که این سیاره فراخورشیدی در منطقه قابل‌سکونت ستاره مادر خود در حال گردش است، منطقه‌ای که با شرایط مناسب و ویژگی‌های جوی، ممکن است آب مایع در سطح سیاره وجود داشته باشد. TRAPPIST-1e دارای شعاع حدود ۰/۹۱ از عقب زمین است، بنابراین احتمالاً یک سیاره سنگی است. ستاره میزبان آن یک کوتوله فوق سرد قرمز است که تنها حدود ۸ درصد جرم خورشید را دارد (نزدیک به مرز بین کوتوله‌های قهوه‌ای و ستاره‌های همجوشی هیدروژنی). در نتیجه، ستارگانی مانند TRAPPIST-1 این پتانسیل را دارند که تا ۱۲ تریلیون سال پایدار بمانند که بیش از ۱۰۰۰ برابر بیشتر از خورشید است. [۱۵] به دلیل این توانایی برای زندگی برای مدت زمان طولانی، احتمالاً TRAPPIST-1 یکی از آخرین ستاره‌های باقی مانده در کیهان خواهد بود، زمانی که گاز مورد نیاز برای تشکیل ستارگان جدید تمام شود و ستاره‌های موجود شروع به کار کنند و ستاره‌های موجود شروع به مردن می‌کنند.

کشف سیاره TRAPPIST-1e

تیمی از ستاره‌شناسان به سرپرستی Michaël Gillon [۱۸] از تلسکوپ TRAPPIST (Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope) در رصدخانه لا سیلا در صحرای آتاکاما، شیلی، برای رصد TRAPPIST-1 و جستجوی سیارات در حال گردش استفاده کردند. آنها با استفاده از نورسنجی عبوری، سه سیاره به اندازه زمین را کشف کردند که به دور ستاره کوتوله می‌چرخند.

دما سیاره: TRAPPIST-1e

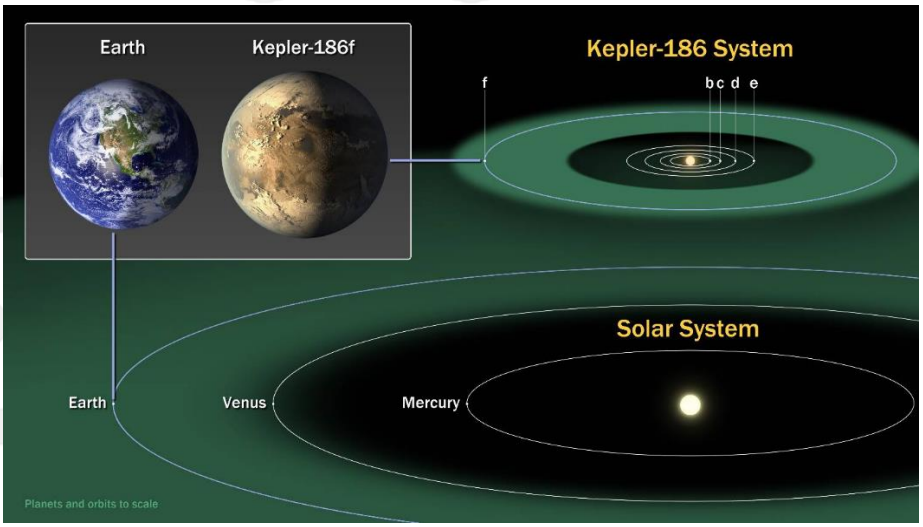
این سیاره دارای دمای تعادل محاسبه شده ۲٤٦/۱ K (-۲۷/۱ درجه سانتیگراد؛ ۱٦/۷- درجه فارنهایت) است که با آلبیدو ۰، همچنین به عنوان دمای "جسم سیاه" شناخته می شود. با این حال، برای یک آلبدوی واقعی‌تر مانند زمین، این تصویر غیرواقعی از دمای سطح سیاره ارائه می‌کند. دمای تعادل زمین ۲۵۵ کلوین است؛ این گازهای گلخانه‌ای زمین هستند که دمای سطح آن را به سطوحی که ما تجربه می‌کنیم افزایش می‌دهند. اگر TRAPPIST-1e جو غلیظی داشته باشد، سطح آن می‌تواند بسیار گرم‌تر از دمای تعادل آن باشد.



سیاره Kepler-۱۸۶f

Kepler-۱۸٦f یک سیاره فراخورشیدی است که به دور کوتوله قرمز کپلر-۱۸٦، حدود ۵۸۰ سال نوری (۱۸۰ پارسک) از زمین فاصله دارد.

این اولین سیاره با شعاع مشابه زمین بود که در منطقه قابل‌سکونت ستاره دیگری کشف شد. تلسکوپ فضایی کپلر ناسا آن را با استفاده از روش ترانزیت، همراه با چهار سیاره دیگر که به دور ستاره بسیار نزدیک‌تر می‌چرخند (همه نسبتاً بزرگ‌تر از زمین) شناسایی کرد.



مقایسه اندازه Kepler-۱۸٦f (تصویر هنرمند) با زمین همراه با مناطق قابل‌سکونت پیش‌بینی‌شده آنها.

دما Kepler-۱۸۶f

دمای تعادل تخمین زده شده برای Kepler-۱۸٦f که دمای سطح بدون جو است، حدود ۱۸۸ درجه کلوین (-۸۵ درجه سانتیگراد؛ ۱۲۱- درجه فارنهایت) است که تا حدودی سردتر از دمای تعادل مریخ است.

ستاره میزبان Kepler-۱۸۶f

این سیاره به دور کپلر-۱۸٦، ستاره‌ای از نوع M که در مجموع پنج سیاره شناخته شده دارد، می‌چرخد. جرم این ستاره ۰٫۵٤ M☉ و شعاع ۰٫۵۲ R☉ است. دمای آن ۳۷۵۵ کلوین است و حدود ٤ میلیارد سال سن دارد، حدود ٦۰۰ میلیون سال جوان‌تر از خورشید که ٤٫٦ میلیارد سال سن دارد و دمای آن ۵۷۷۸ کلوین (۵۵۰۵ درجه سانتی‌گراد؛ ۹۹٤۱ درجه سانتی‌گراد) است.

قدر ظاهری این ستاره یا میزان روشنایی آن از منظر زمین ۱٤٫٦۲ است. این بسیار کم نور است که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود، زیرا فقط می‌تواند اجسامی را با قدر حداقل ٦٫۵ تا ۷ یا کمتر ببیند.

زیست‌پذیری سیاره Kepler-۱۸۶f

موقعیت Kepler-۱۸٦f در منطقه قابل‌سکونت تضمین نمی‌کند که قابل‌سکونت است. این نیز به ویژگی‌های جوی آن بستگی دارد که ناشناخته است. با این حال، Kepler-۱۸٦f آن‌قدر دور است که اتمسفر آن توسط تلسکوپ‌های موجود (به‌عنوان‌مثال، NESSI) یا ابزارهای نسل بعدی مانند

تلسکوپ فضایی جیمز وب تجزیه و تحلیل شود. یک مدل آب و هوایی ساده - که در آن موجودی مواد فرار سیاره به نیتروژن، دی‌اکسیدکربن و آب محدود می‌شود و ابرها در نظر گرفته نمی‌شوند - نشان می‌دهد که دمای سطح سیاره در صورتی که حداقل ۰/۵ تا ۵ بار CO_2 در جو آن وجود دارد، برای فشارهای جزئی مفروض N_2 که به ترتیب از ۱۰ بار تا صفر متغیر است.

این ستاره میزبان چهار سیاره دیگر است که تاکنون کشف شده‌اند، اگرچه Kepler-۱۸٦ b, c, d و e (به ترتیب افزایش شعاع مداری) که بسیار نزدیک به ستاره خود هستند، برای داشتن آب مایع خیلی داغ در نظر گرفته می‌شوند. چهار سیاره درونی احتمالاً از نظر جزر و مدی قفل شده‌اند، اما Kepler-۱۸٦f در مدار بالاتری قرار دارد، جایی که اثرات جزر و مدی ستاره بسیار ضعیف‌تر است. احتمال اینکه به صورت جزر و مدی قفل شود تقریباً ۵۰٪ است. از آنجایی که به ستاره خود نزدیک‌تر از زمین به خورشید است، احتمالاً بسیار کندتر از زمین خواهد چرخید. روز آن می‌تواند هفته‌ها یا ماه‌ها باشد.

انحراف محوری Kepler-۱۸٦f احتمالاً بسیار اندک است، در این صورت فصول ناشی از کج‌شدن مانند زمین را نخواهد داشت. مدار آن احتمالاً نزدیک به دایره‌ای است، بنابراین، مانند مریخ، فاقد تغییرات فصلی ناشی از خروج از مرکز است.

در ژوئن ۲۰۱۸، مطالعات نشان می‌دهد که Kepler-۱۸٦f ممکن است فصل‌ها و آب‌وهوای مشابه با زمین داشته باشد.

کاشف سیاره Kepler-۱۸۶f

الیسا ویکتوریا کوینتانا دانشمندی است که در زمینه ستاره‌شناسی و علوم سیاره‌ای در مرکز پرواز فضایی گودارد ناسا کار می‌کند. او بیشتر به خاطر کشف کپلر f۱۸٦، اولین سیاره‌ای به اندازه زمین که در منطقه قابل‌سکونت ستاره‌ای غیر از خورشید یافت شد، شناخته شده است.

قوانین کپلر:

قوانین کِپلر که توسط یوهانس کپلر دانشمند و ستاره‌شناس آلمانی ارائه شد، حرکت سیارات به دور خورشید را مورد بررسی قرار می‌دهد. کپلر یافته‌های خود را مدیون تحقیق در مورد حرکت سیارات به دور خورشید می‌باشد، اما امروزه این قوانین که حرکت هر دو جرمی را در فضا نسبت به هم تشریح

می‌نماید برای ارسال محموله‌های فضایی اعم از ماهواره‌ها، فضاپیماهای سرنشین‌دار و روبات‌های کاوشگر به مدار زمین و فراتر از آن استفاده می‌شود.

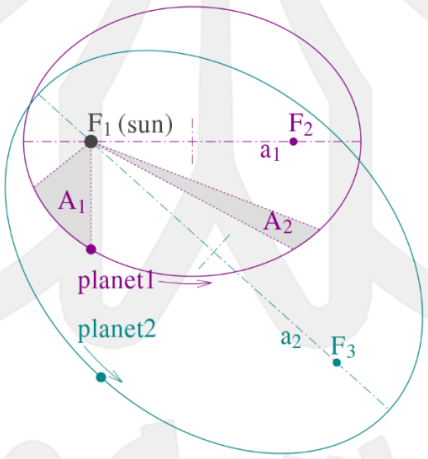
قانون سوم کپلر:

دور حرکت سیاره به دور خورشید بافاصله سیاره تا خورشید تناسب دارد. به بیان ساده‌تر: مربع زمان تناوب چرخش سیارات به دور خورشید با مکعب نصف محور بزرگ بیضی متناسب است.

T دوره حرکت سیاره به دور خورشید است با واحد سال (سال زمینی) (برای زمین T برابر با ۱ است)

A فاصله سیاره تا خورشید (به دلیل بیضی بودن مدار فاصله متوسط را می‌توان در اکثر موارد در نظر گرفت). واحد A (واحد ستاره‌شناسی Au) است که برای زمین تا خورشید برابر با ۱ می‌باشد.

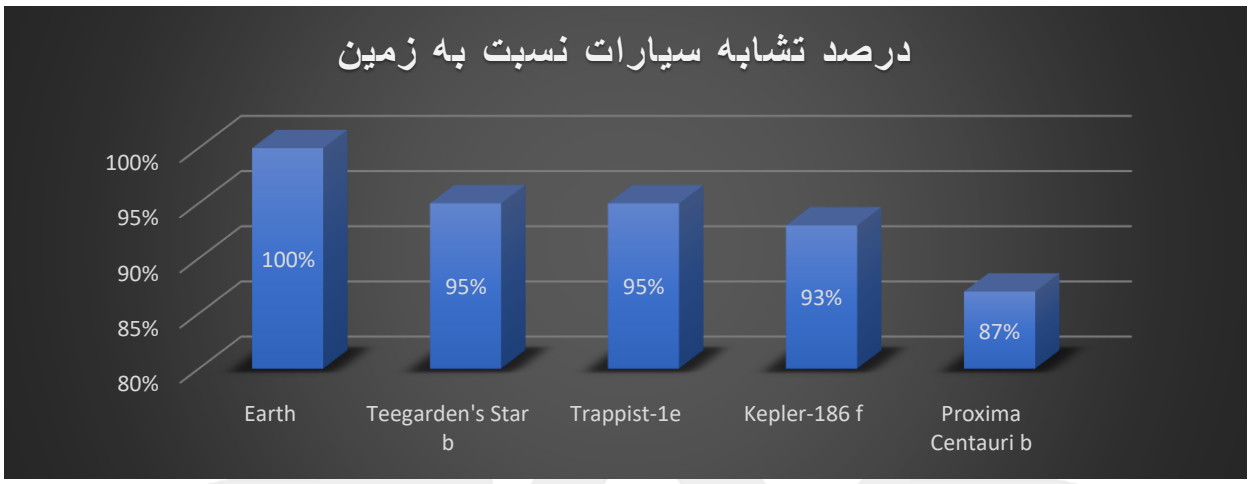
به بیان ساده‌تر: مربع زمان تناوب چرخش سیارات به دور خورشید با مکعب نصف محور بزرگ بیضی متناسب است.



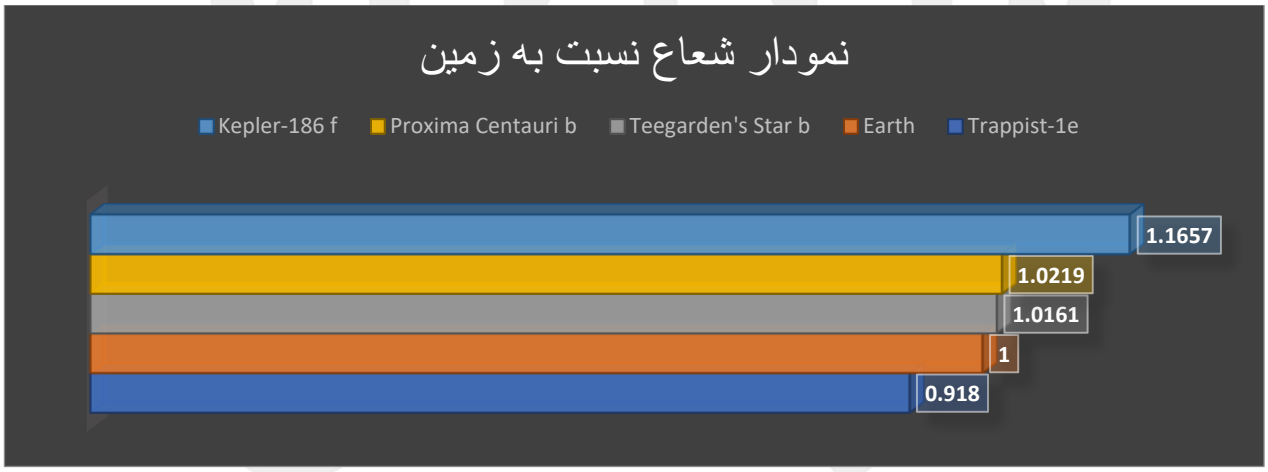
بیان مشاهدات (نتایج):

بر روی چهار سیاره فراخورشیدی منتخب تحقیقات زیادی انجام شد، سعی شد تا حداکثر اطلاعات برای هر سیاره به دست آورده شود و از خصوصیات آن‌ها برای حیات، آگاهی بیشتری وجود داشته باشد. در ادامه اطلاعات مهم مخصوصاً مواردی که برای زیست‌پذیری عامل‌های مهمی هستند در جدول و نمودارهای مناسب و در مقایسه با زمین قرار داده شده تا بعد از بررسی و تحلیل آن‌ها نتیجه‌گیری شود که کدام سیاره برای ادامه حیات مناسب‌تر است.

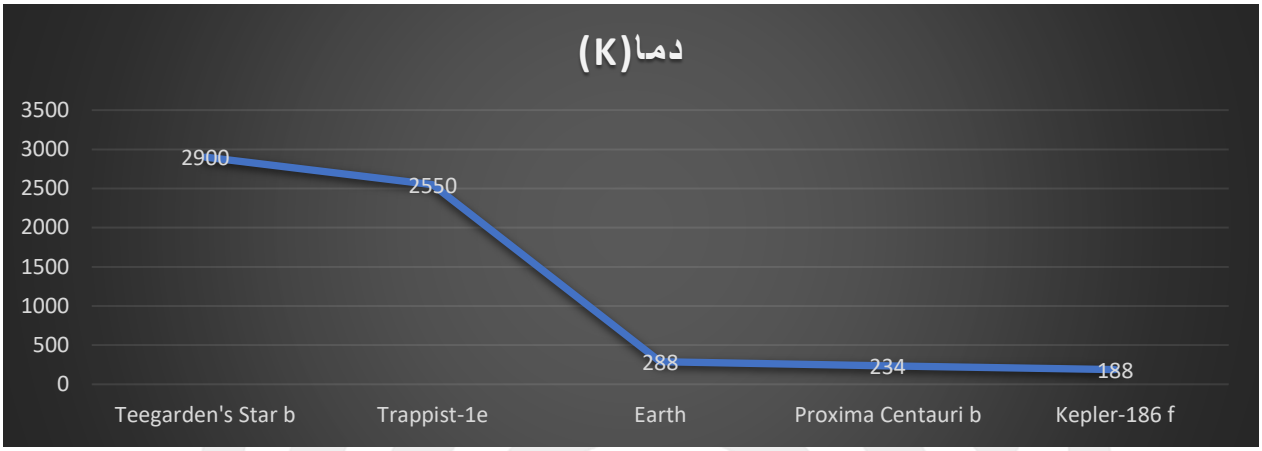
تجزیه و تحلیل داده‌ها:



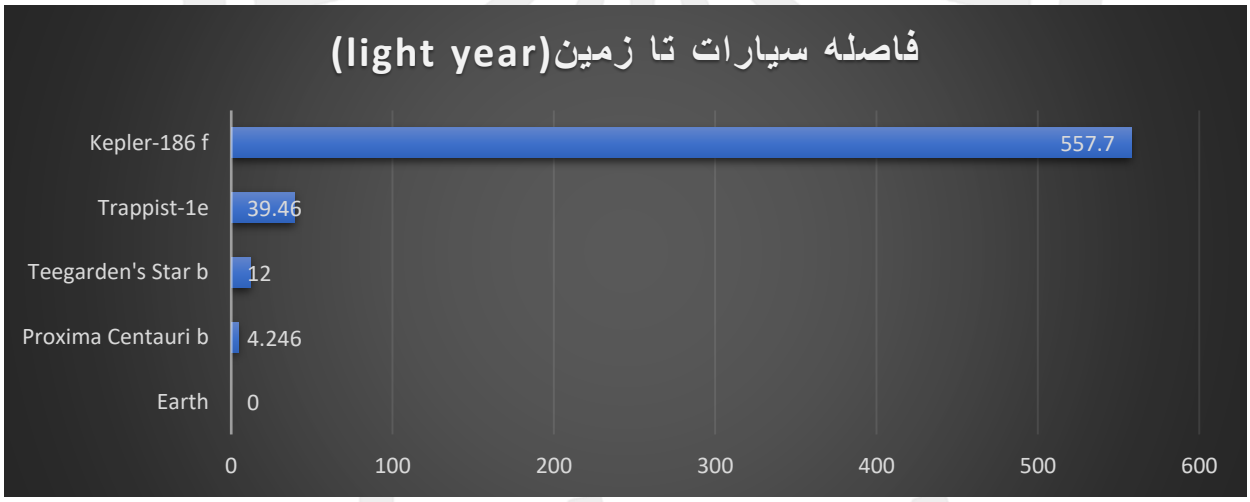
در این نمودار، با توجه به تحقیقات انجام شده درصد تشابه هر سیاره به زمین بررسی شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود سیاره Teegardens Star b و Trappist-1e, ۹۵ درصد، سیاره Proxima Centauri b ۸۷ درصد و سیاره Kepler ۱۸۶ f ۹۳ درصد به زمین شباهت دارد. سیاره Proxima Centauri b کمترین درصد تشابه و دو سیاره Trappist-1e و Teegardens Star b بیشترین درصد تشابه را نسبت به زمین دارند.



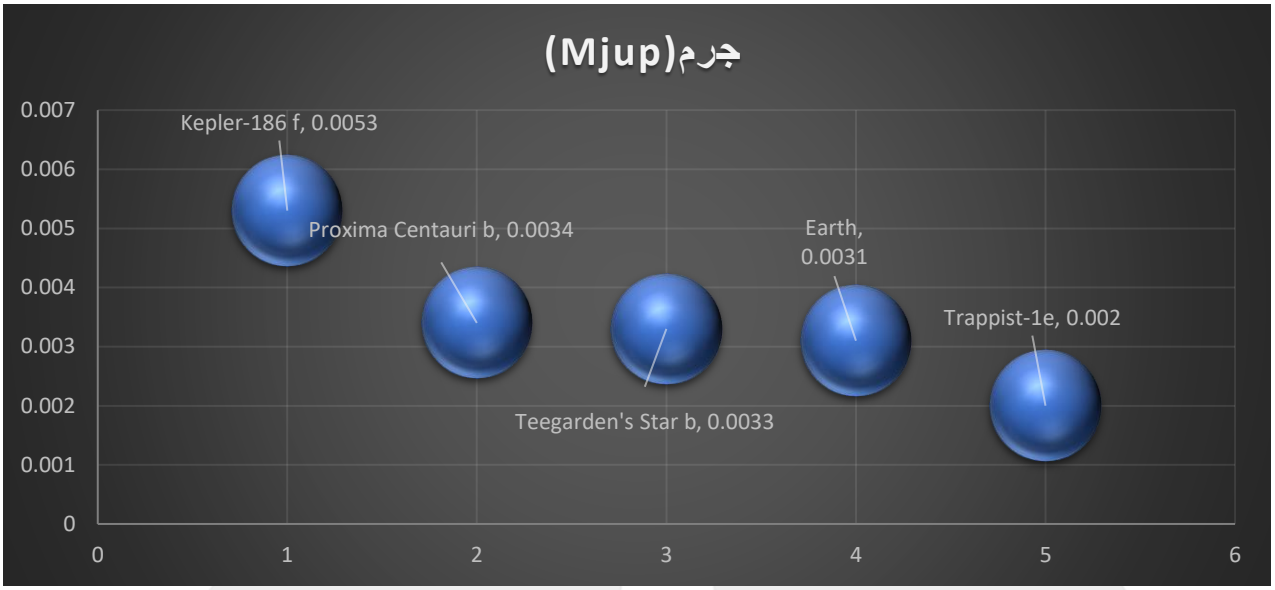
در این نمودار شعاع سیاره زمین و سیارات فراخورشیدی مدنظر مقایسه شده است. Kepler ۱۸۶ f بیشترین شعاع و Trappist-1e کم‌ترین شعاع را دارد.



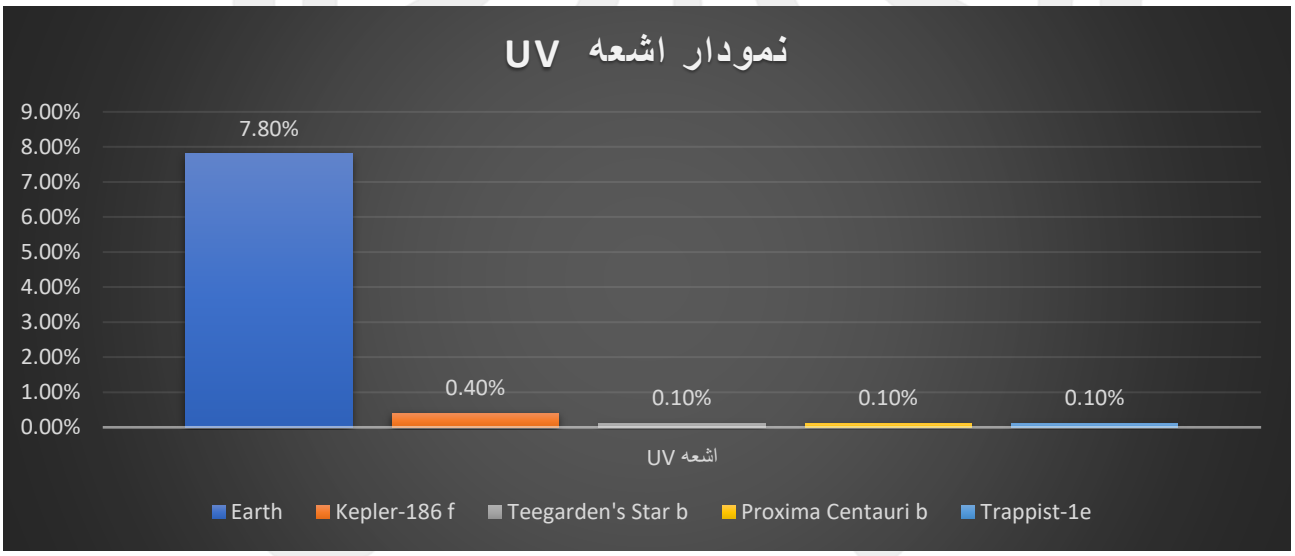
این نمودار مربوط به دمای سیارات برحسب کلوین است. Teegardens Star b بیشترین دما و Kepler ۱۸۶ f کم‌ترین دما را دارد که این سیاره به همراه سیاره Proxima Centauri b دمای کم‌تری از زمین دارند و دو سیاره دیگر یعنی Teegardens Star b و Trappist-۱e دمای خیلی بیشتری از سیاره زمین دارند.



در این نمودار به بررسی فاصله سیارات فراخورشیدی مذکور تا سیاره زمین برحسب سال نوری پرداخته شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین فاصله و اختلاف مربوط به سیاره Kepler ۱۸۶ f و کم‌ترین فاصله برای سیاره Proxima Centauri b است.



این نمودار مربوط به جرم این چهار سیاره فراخورشیدی و مقایسه آن‌ها با سیاره زمین است که نشان می‌دهد سیاره Kepler ۱۸٦ f بیشترین جرم و سیاره Trappist-1e کم‌ترین جرم را دارد. سیارات Teegardens Star b و Proxima Centauri b نیز اختلاف جرم خیلی کمی با سیاره زمین دارند.



این نمودار میزان اشعه UV را نشان می‌دهد. زمین بیشترین اشعه UV و سه سیاره Teegardens Star b, Proxima Centauri b و Trappist-1e کم‌ترین مقدار را دارند.

ویژگی / نام سیاره	شعاع	دما(k)	فاصله (سال نوری)	جرم	UVاشعه	درصد تشابه
سیاره Trappist-1e	۰/۹۱۸	۲۵۵۰	۳۹/۴۶	۰/۰۰۲	۰/۱۰٪	۹۵٪
سیاره Kepler-186f	۱/۱۶۵۷	۱۸۸	۵۵۷/۷	۰/۰۰۵۳	۰/۴۰٪	۹۳٪
سیاره Teegarden's Star b	۱/۰۱۶۱	۲۹۰۰	۱۲	۰/۰۰۳۳	۰/۱۰٪	۹۵٪
سیاره Proxima Centauri b	۱/۰۲۱۹	۲۳۴	۴/۲۴۶	۰/۰۰۳۴	۰/۱۰٪	۸۷٪
سیاره Earth	۱	۲۸۸	_	۰/۰۰۳۱	۷/۸۰٪	_

در این نمودار تمام موارد بالا در یک جدول جمع‌بندی‌شده است. هر میزان کادرهای سبز یک سیاره بیشتر باشد یعنی برای سیاره مناسب‌تر است. سیاره زمین هم به عنوان مبنا آبی در نظر گرفته شده است.

نتیجه‌گیری:

با توجه به تحقیقات و بررسی‌های انجام شده، به این نتایج دست‌یافته شد سیاره Proxima Centauri Bشباهت بسیار زیادی به سیاره زمین دارد و از نظر، مدار، کمربند حیات، شعاع، دما، جرم، اشعه‌های تابشی به این سیاره اعم از اشعه UV، احتمال وجود آب، وجود گازهایی همچون اکسیژن و نیتروژن، فاصله مناسب تا ستاره‌اش، وجود قانون کپلر بدون درصد خطا و وجود جو بررسی شد و در تمامی فاکتورها را مشابه زمین شامل می‌شود و همین موارد است که این سیاره فراخورشیدی را نسبت به بقیه سیاره‌های فراخورشیدی استثنا و متفاوت کرده است. سیاره Proxima Centauri B مناسب‌ترین و بهترین سیاره شناخته شده برای زیست‌پذیری می‌باشد و به همین جهت این سیاره به عنوان زمین دوم در این پروژه معرفی می‌شود.

ارجاع:

۱- http://exoplanet.eu/

۲- https://www.harvard.edu/

۳- http://www.exoplanetkyoto.org

۴- https://www.nasa.gov/

۵- "NASA Kepler telescope discovers planet believed to be most Earth-like yet found". The Guardian. London. Press Association. ۱۷ April ۲۰۱٤. Archived from the original on ۱۸ April ۲۰۱٤.

٦- https://www.space.com/

۷- "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Two temperate Earth-mass planet candidates around Teegarden's Star"

۸- https://www.pnas.org/doi/pdf/۱۰/۱۰۷۳/pnas.۱۷۰٦٦۸۰۱۱٤

۹- https://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso۱۸۰۵/eso۱۸۰۵a.pdf