

اختر زیست شناسی پیدایش و تکامل حیات

Vassilissa Vinogradoff, Beatriz García, Rosa M. Ros

International Astronomical Union

CNRS, Aix-Marseille Université, PIIM laboratory, Marseille, France.

CONICET/Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza, Argentina

Universidad Politécnica de Cataluña, Spain



تعریف اختر زیست شناسی

اختر زیست شناسی یک رشته نیست، بلکه یک فعالیت بین رشته ای در مورد منشاء و تکامل حیات بر روی زمین و حضور احتمالی آن در سایر نقاط جهان است. همه زمینه های علاقه مند به این موضوع، از نجوم گرفته تا زیست شناسی، از جمله زمین شناسی و شیمی، و همچنین تاریخ و فلسفه علم را پوشش می دهد.

اصطلاح‌شناسی: زیست‌شناسی فضایی و اخترزیست‌شناسی

با مسابقه فضایی و اولین ماموریت های اکتشافی ماه و مریخ، خطر آلودگی بیولوژیکی ظاهر می شود.

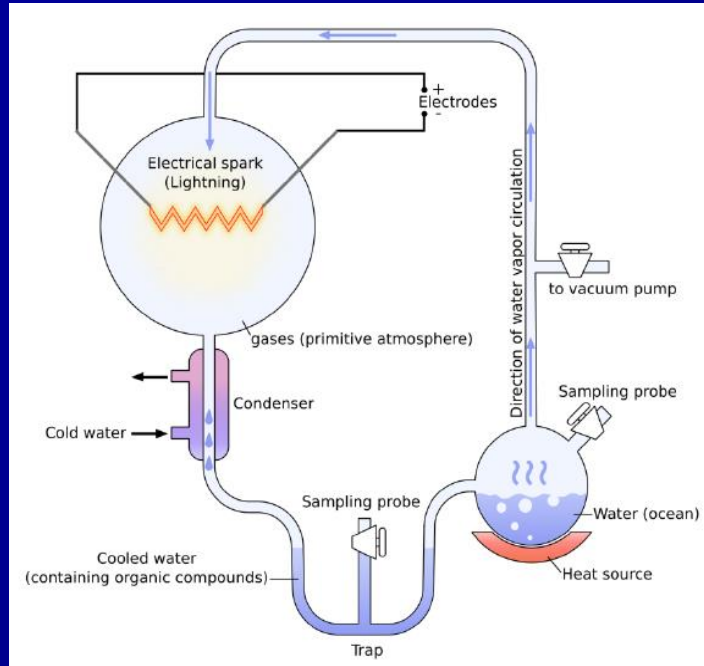
ابتدا دانشمندان فرض کردند
که بعید است میکروب ها در برابر شرایط
فضا مقاومت کنند.

امروزه می دانیم که اینطور نیست و به
عنوان مثال، تار دیگرادها قادر به مقاومت
در برابر شرایط شدید، از جمله شرایط
موجود در فضا هستند، و این یک مورد
مجزا نیست.



Water bear (tardigrade),
Hypsibius exemplaris
(Credit: B. Goldstein & V. Madden)

اصطلاح‌شناسی: زیست‌شناسی فضایی و اخترزیست‌شناسی



Scheme of the Miller-Urey experiment. (Credit: S. La Barre)

با آزمایش پیشگام میلر-اوری، مطالعات شیمیایی برای سنتز اولین مولکول‌های پری بیوتیک در آزمایشگاه آغاز شد.

یک رشته کلیدی جدید برای جستجوی منشاء حیات از طریق اکتشاف فضایی ظاهر می‌شود: اگزوبیولوژی، اصطلاحی که جاشوا لدربرگ در سال 1960 معرفی کرد.

اصطلاح "اختر زیست‌شناسی" در سال 2015 توسط IAU پذیرفته شد.

اهداف اختر زیست شناسی

- تعریف کنید که حیات چیست.
- منشاء حیات را مشخص کنید.
- به دنبال قدیمی ترین ردپاهای آن بگردید.
- مکانیسم های تکامل آن را در زمین درک کنید.
- جست و جوی زندگی در کیهان

تعريف حیات



این سوال مستلزم استدلال علمی است، اما این یک سؤال فلسفی است.

حیات ویژگی یک موجود زنده است که آن را از یک موجود مرده یا یک موجود غیر زنده متمایز می کند، که به طور خاص با ظرفیت های زیر متمایز می شود.

- رشد
- متابولیسم
- پاسخ به محرک ها
- سازگار شدن
- تکثیر

تنوع موجودات زنده روی زمین

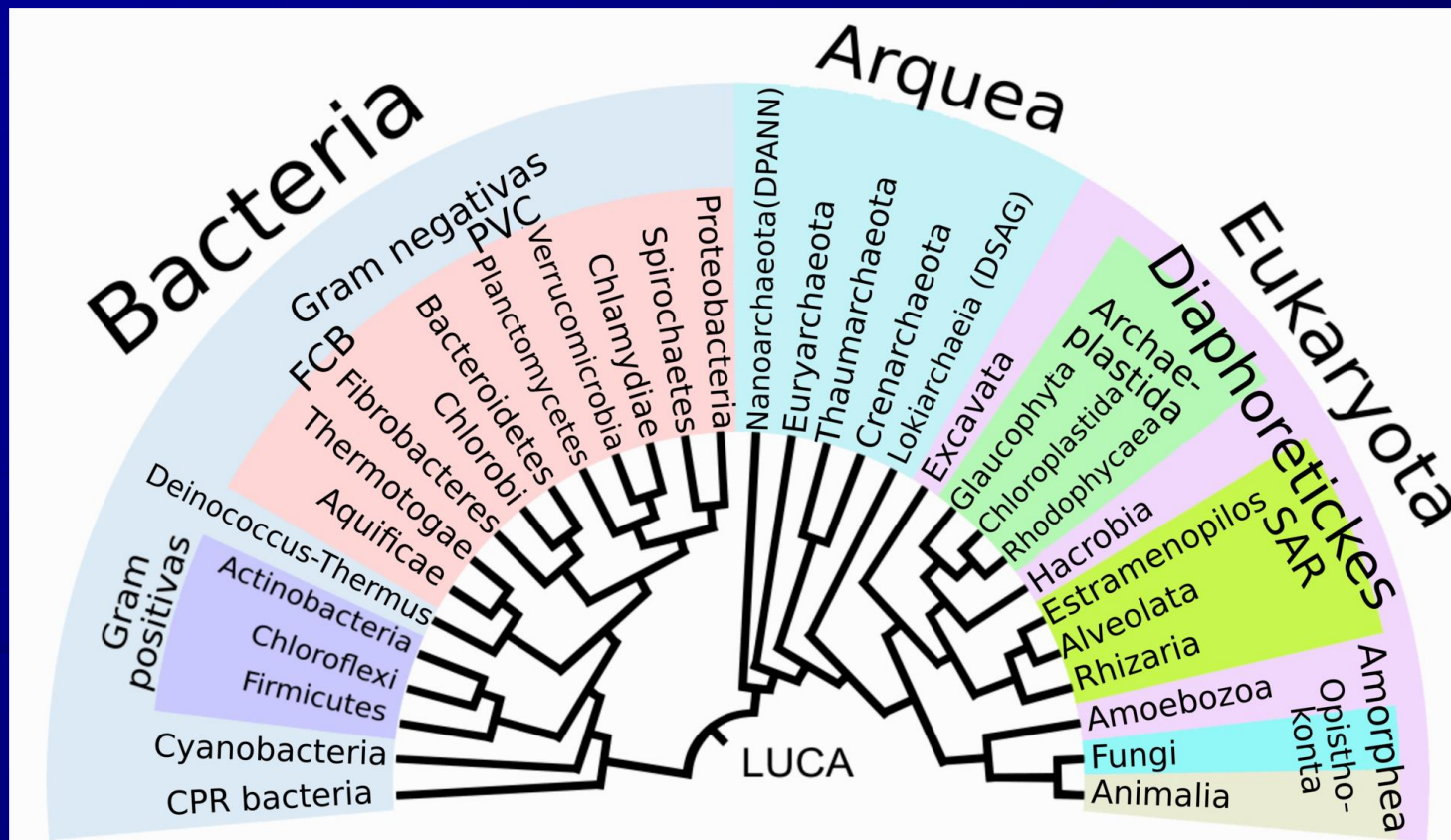
تنها نمونه شناخته شده حیات، حیات زمینی است.

اختر زیست شناسی بیشتر تلاش های خود را بر مطالعه حیات زمینی در همه محیط ها، به ویژه در شدیدترین محیط ها، مانند چشمه های گرمابی زیر آب، دریاچه های آب نمک یا مکان های یخ زده متمرکز می کند.

این نوع محیط می تواند آنالیز خوبی برای مکان های فرازمینی باشد.

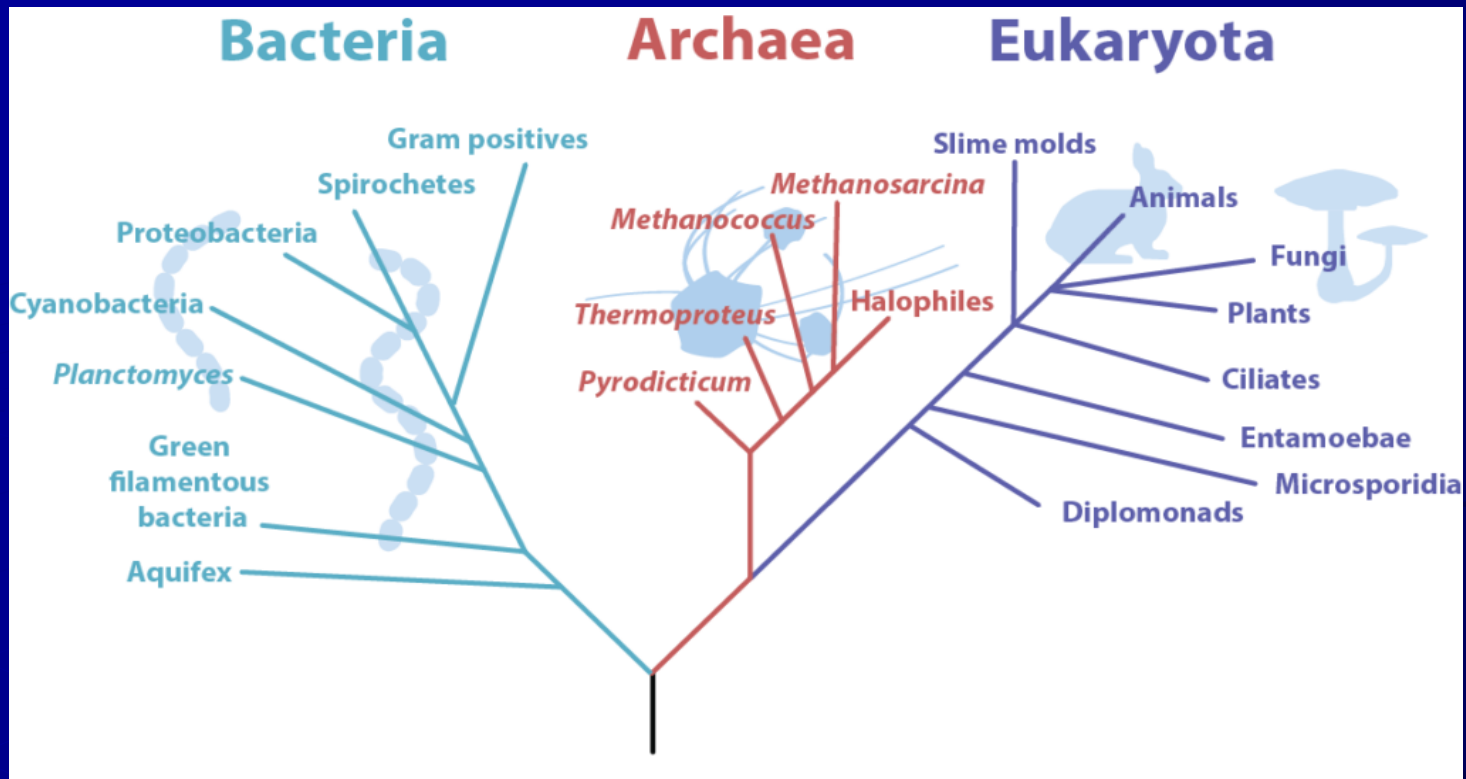


برای درک بهتر محدودیت‌های موجودات زنده و مکانیسم‌های کار در محیط‌های شدید، دانشمندان به دنبال تعیین تنوع فیلوژنتیک و متابولیک موجودات زنده هستند.



(Credit: Wikipedia)





(Credit: open.oregonstate.education)

یکی از شاخه‌های درخت حیات که مورد توجه ویژه است، ریبوزومی RNA آرکی باکتری‌ها (یا آرکی‌ها) هستند که به دلیل توالی با باکتری‌های پروکاریوتی متفاوت هستند و به‌ویژه با محیط‌های شدید (از نظر فشار، دما، شوری، مواد مغذی، و غیره).

جستجوی قدیمی ترین آثار حیات روی زمین: مشکلات

(1) زمین یک سیاره "زنده" است (تکتونیک، فرسایش) و بنابراین از زمان شکل گیری آن در 4.5 میلیارد سال پیش تا حد زیادی تکامل یافته است. بر اساس شجره نامه گونه ها، اولین موجودات زنده باید موجودات تک سلولی مشابه باکتری ها بوده باشند.

(2) موجودات اولیه باید میکروسکوپی باشند. قدیمی ترین آثار اثبات شده حیات روی زمین به 3.48 میلیارد سال قبل باز می گردد و در استرالیا کشف شده است.

(3) مشکل در تفسیر و مقایسه با سیستم های غیر زنده، که می توانستند اثرانگشتی شبیه به نشانه های بیولوژیکی یا مورفولوژی ایجاد کنند.



شیمی پریبیوتیک و انتقال از غیر زنده به زنده

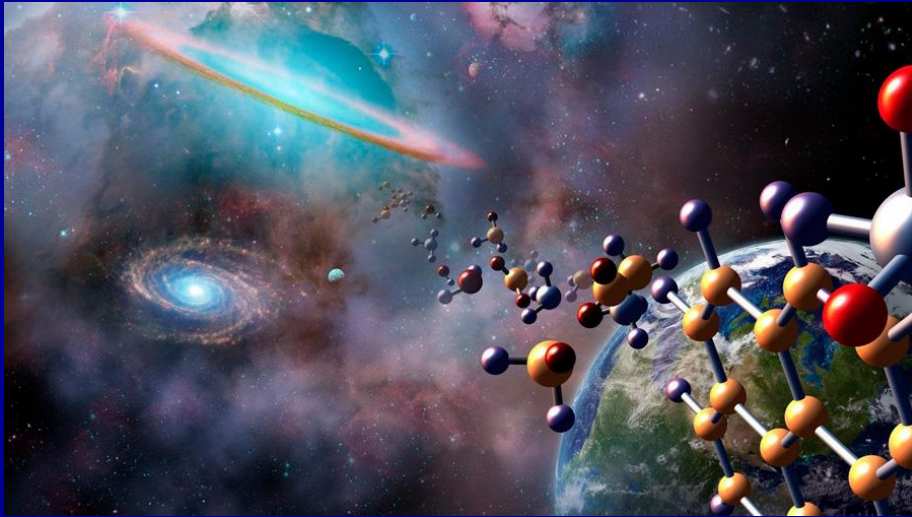
امروزه در تمام گونه های زنده روی زمین، در میان همه تنوع موجود، اجزا های ابتدایی از C، H، N و O وجود دارد.

این اجزا شامل پروتئین ها، پایه تکثیر، DNA (دی اکسی ریبونوکلیک اسید)، که حامل اطلاعات ژنتیکی است، و آمفی فیل ها هستند که دیواره های سلولی را برای بخش بندی تشکیل می دهند.

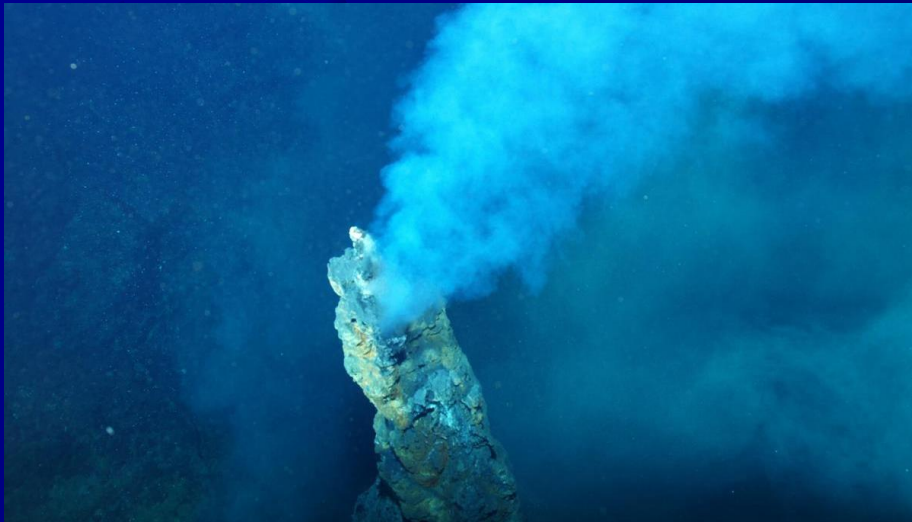
بنابراین، اجزای عنصری که هر گونه زنده روی زمین دارد، پنج نوع مولکول (گاهی اوقات اجزای حیات نامیده می شود)، اسیدهای آمینه، بازهای نیتروژن دار، قندها، فسفر، لیپیدها (یا اسیدهای چرب) است.



شیمی پریبیوتیک و گذار از غیر زنده به زنده



این عناصر برای حیات زمینی ضروری هستند و مطالعه منشأ آنها به ما اجازه می دهد تا محدودیت های بیشتری را برای منشأ حیات قائل شویم.

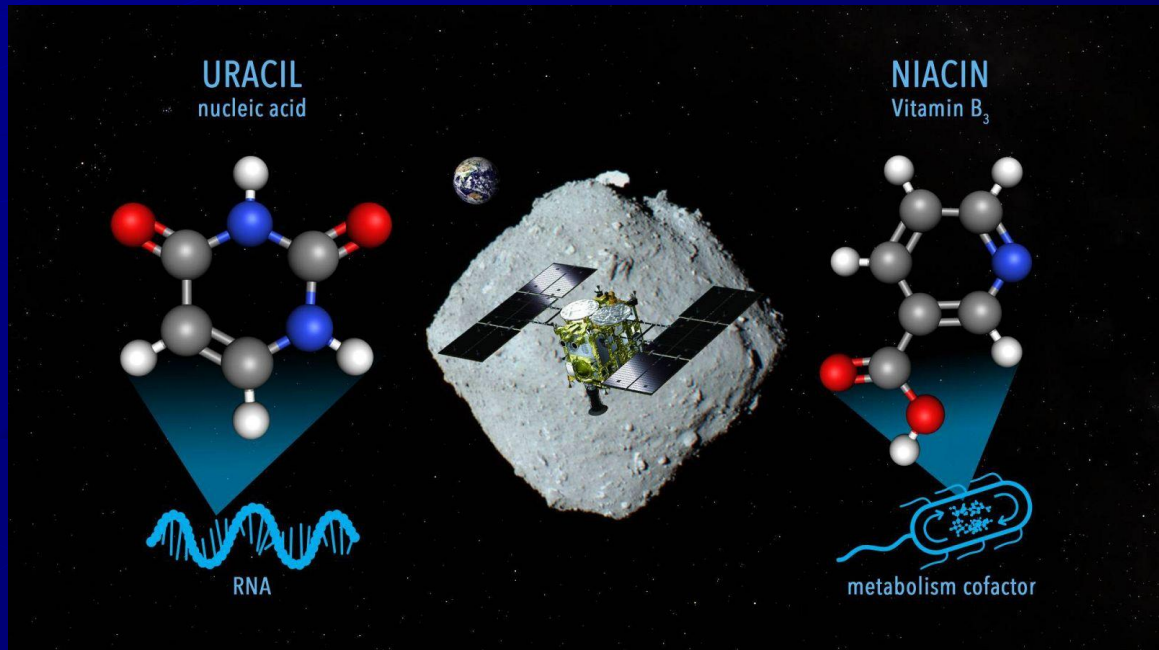


به طور غیرزیستی، این مولکول ها می توانستند در جو زمین و همچنین در منافذ هیدروترمال شکل گرفته باشند.

شیمی پریبیوتیک و گذار از غیر زنده به زنده

فرضیه دیگری پیشنهاد می‌کند که این مولکول‌ها می‌توانند توسط اجرام آسمانی (شهاب‌سنگ‌ها)، که از سیارک‌ها و دنباله‌دارها آمده‌اند، آورده شده باشند:

شهاب‌سنگ‌ها غنای مواد آلی زیادی دارند.



نمایی از سیارک ریوگو

(Credit: NASA Goddard/JAXA/Dan Gallagher)

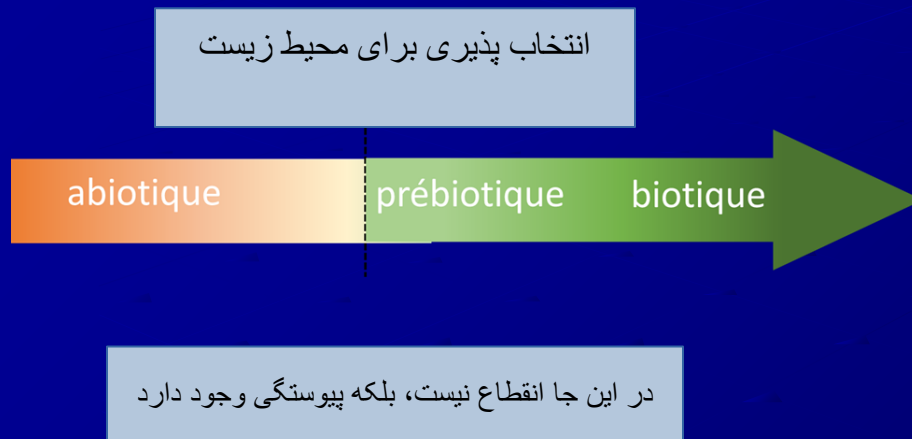
شیمی پریبیوتیک و گذار از غیر زنده به زنده



شهاب‌سنگ‌ها هنگام سقوط به زمین، می‌توانستند بخشی از آب و عناصر سیدروفیل موجود در سطح خود را منتقل کنند. و پس از گذشت 4.5 میلیارد سال قابل تشخیص است. هنوز هیچ گونه حیاتی در این اشیاء یافت نشده است، اما آنها حاوی هزاران مولکول به همان اندازه که در سنتز غیرزیستی ضروری است، متنوع و مختلف هستند.



شیمی پریبیوتیک و گذار از غیر زنده به زنده



یک جدایی دقیق بین یک سیستم غیر زنده و یک سیستم زنده وجود نخواهد داشت، بلکه یک تداوم است که از شیمی پریبیوتیک مذکور عبور می کند.

چگونگی و مکان پیدایش حیات بر روی زمین همچنان پیچیدهترین پرسش برون‌زیستی است و مسیرهای شیمیایی احتمالی آنقدر زیاد است که مشخص نیست روزی پاسخ آن پیدا شود.

جستجو برای یافتن حیات در همهجا

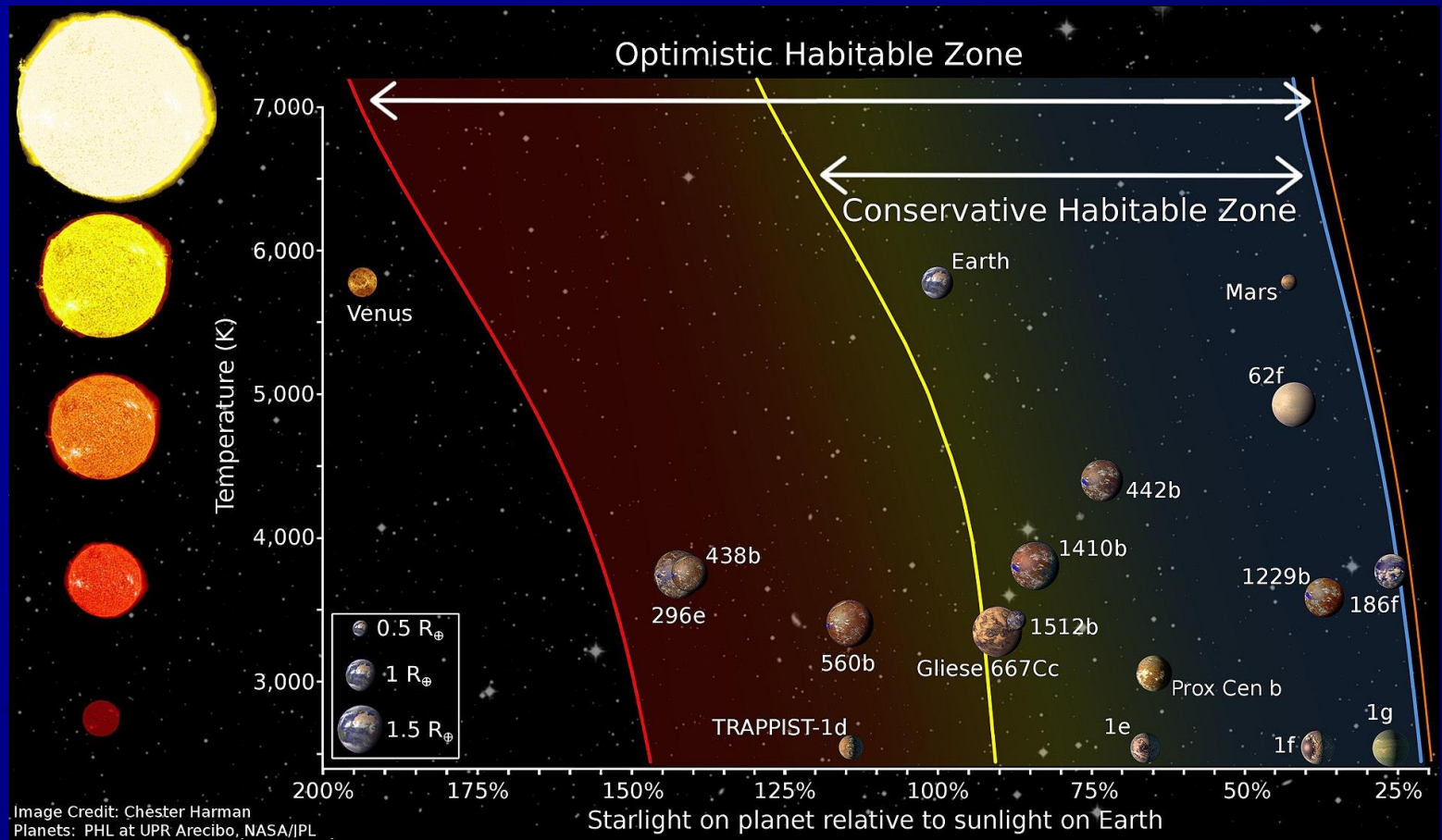
آرایش شیمیایی اتم ها در کیهان، استفاده از کربن، نیتروژن و اکسیژن را برای حیات روی زمین نشان می دهد. منطقی است که این اتم ها برای سایر اشکال حیات در جهان یکسان باشند، اما با ساختار احتمالاً متفاوتی از مولکول های آلی نسبت به حیات روی زمین.



برای جستجوی حیات در مکان های دیگر باید بدانید که به دنبال چه چیزی بگردید و یکی از پایه های اخترزیست شناسی، و همچنین ضعف آن، جستجوی حیاتی است که از نظر زیست شناسی مشابه زندگی ماست.



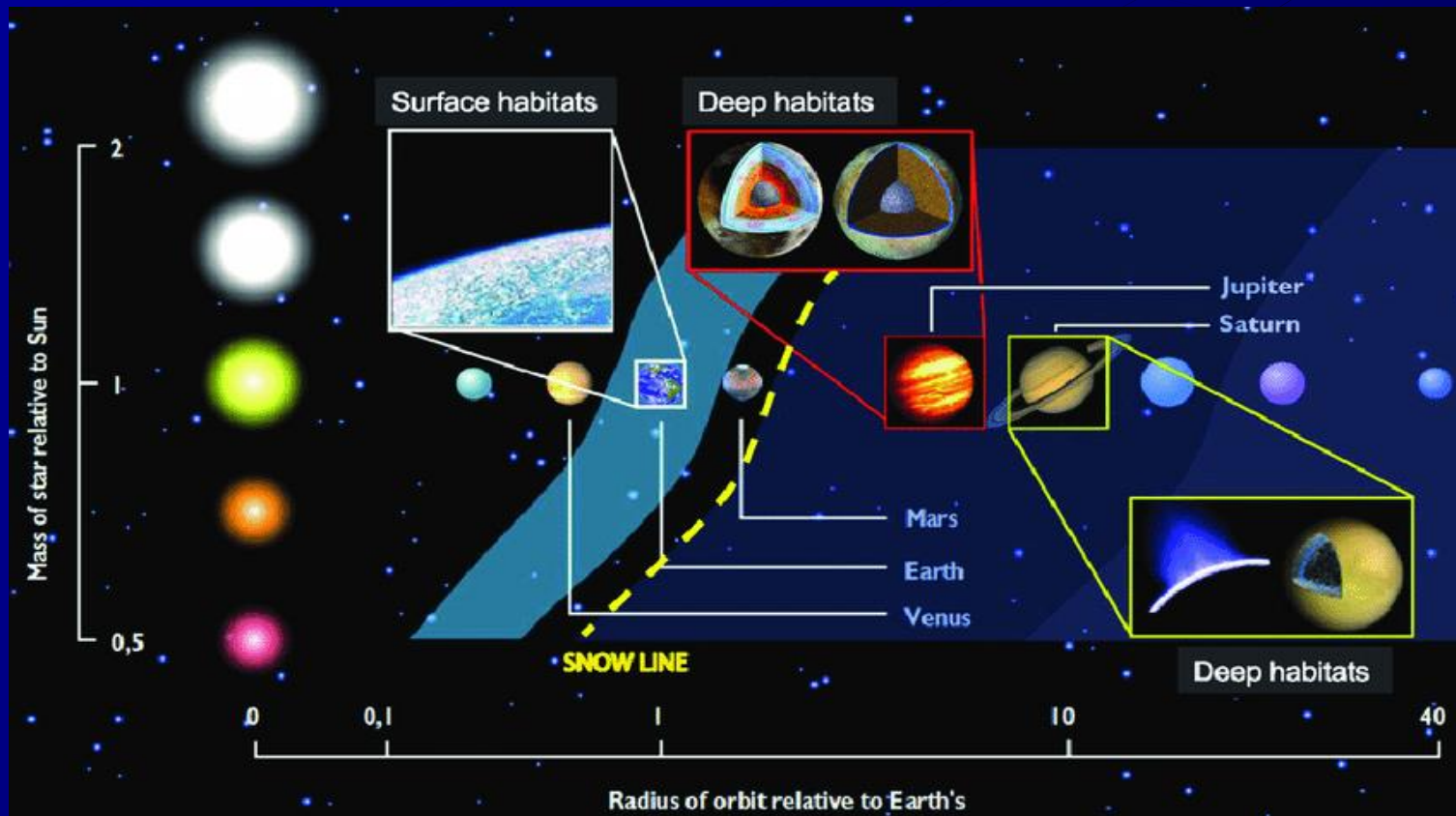
جستجو برای یافتن حیات در همه جا



مفهوم قابل سکونت یک موضوع بحث برانگیز است، تعریف آن با
شرایطی مرتبط است که ظهور و تکامل تنها حیات (زمینی) را که
می‌شناسیم، فراهم کرده است.

جستجو برای یافتن حیات در همه جا

گسترش منطقه قابل سکونت به محیط های زیرین نمونه ای از تحقیق در مورد امکان حیات در این محیط های منظومه شمسی است.



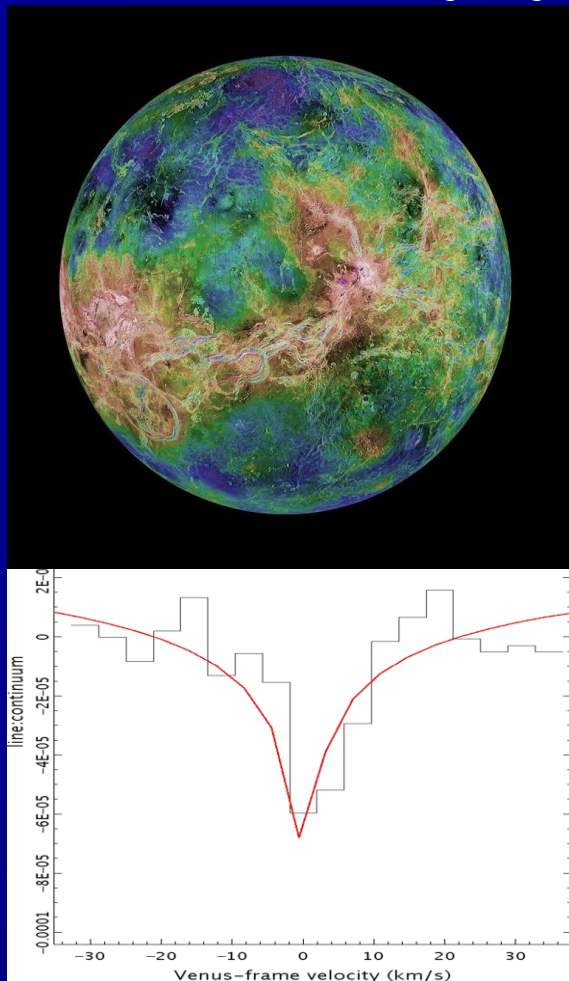
اجرام در منظومه شمسی و اهمیت آنها از نظر اخترزیست شناسی

مطالعات اختر زیست شناسی به بررسی احتمال ظهور
حیات در این محیط ها علاقه مند هستند؛ محیط های
فضایی که به عنوان قابل سکونت تعریف شده اند.

سیارات در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: زهره

"سیاره خواهر" ما دارای شیمی آلی نسبتاً پیچیده‌ای است، با مولکول‌های گوگرد و فسفر در اتمسفر بسیار متراکم متشکل از بیش از 96٪ CO_2 .

چیزی که در منطقه زندگی پذیر خورشیدی یافت نمی‌شود و فاقد یک مولفه اساسی است:
آب روی سطح خود.



Deuterated water (HDO) (Credit: Greaves, J.S., Richards, A.M.S., Bains, W. et al.)



سیارات در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: زهره

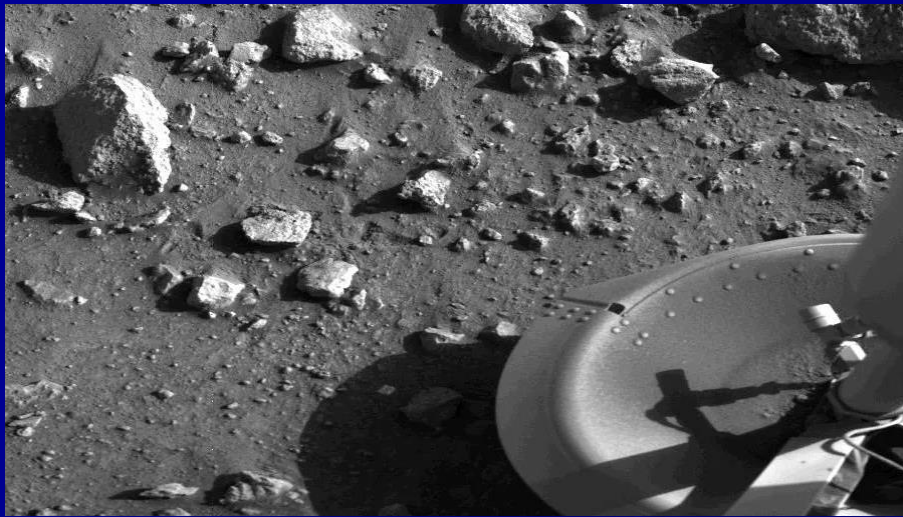
زهره پس از شکل‌گیری از ورودی‌های برون‌زاهای خودش مانند فرآیندهای زمینی بهره برده است، احتمالاً 4.5 میلیارد سال پیش و برای مدتی آب مایع روی سطح خود و جوی غنی از آب داشته است.

در حال حاضر سطح آن فقط آتشفشان‌هایی فعال با دمای حدود 460 درجه سانتیگراد است.

اگر حیات در مطلوب‌ترین زمان توسعه یافته باشد، به نظر می‌رسد که به شکل میکروارگانیسم‌هایی در ابرهای جو خود با دمای 75 درجه سانتی‌گراد زنده بماند.



سیارات در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: مریخ



این سیاره اغلب به عنوان
بهترین مکان در منظومه
شمسی پیشنهاد شده است که
شرایطی برای حیات داشته یا
هنوز هم دارد.

وجود حیات میکروبی قبلاً در دهه 70 میلادی در طول آماده سازی
ماموریت وایکینگ مورد توجه قرار گرفت: فرودگرها مجهز به
ابزارهایی بودند که قادر به انجام آزمایش هایی با هدف برجسته کردن
زندگی مریخ، تشخیص فعالیت بیولوژیکی فتوسنتزی یا تأمین مواد مغذی
باکتری های مریخ با پاسخ های منفی بودند. .



سیارات در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: مریخ



Credit: Curiosity, NASA/JPL)

وایکینگ‌ها (کاوشگر) وجود آب مایع را در گذشته مریخ با مشاهده کانال‌ها، رودخانه‌های خشک و دره‌های دندریتیک تایید کردند.

آب ممکن بود حداقل یک میلیارد سال روی سطحش باقی مانده باشد و هنوز هم در مواد معدنی که در حال حاضر سطح را پوشانده‌اند، حضور داشته باشد.

در قطب‌ها یخ آب در کلاهک‌های قطبی وجود دارد و گمان می‌رود که آب به مقدار بیشتری در پوسته مریخ وجود داشته باشد.



سیارات در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: مریخ

حیات می‌توانست همزمان با روی زمین در مریخ رشد کند و شاید در لایه‌های زیرینش ادامه داشته باشد.

یافتن حیات در مریخ پاسخ‌های زیادی در مورد پیدایش حیات در سیاره ما را خواهد داد.

اگر حیات حتی به صورت میکروارگانیسم‌ها در مریخ وجود داشت و از آنجایی که این سیاره دیگر از نظر زمین‌شناسی فعال نیست، باید بتوان آن را به شکل فسیل‌های برجای مانده روی سطح کشف کرد یا حتی امیدوار بود که وجود داشته باشد و در لایه‌های زیرین آن زنده بماند.



اجرام در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: قمرها

در دهه‌های اخیر، اجرام قابل سکونت دیگری که مورد توجه
اختربیولوژیکی هستند، فراتر از سیارک‌ها نیز کشف شده‌اند:
ماهواره‌های سیارات گازی غول‌پیکر.

سیارات غول‌پیکر از دید اختر زیست‌شناسی شرایط ضعیف‌تری
دارند زیرا سطحی ندارند و بنابراین سنگی ندارند.

قمرهای آنها همچنین برای درک منشا و تکامل منظومه شمسی مهم
هستند.



قمرها در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها

در اطراف مشتری: گانیمد، کالیستو و اروپا.

اطراف زحل: انسلادوس و تیتان.

ماهواره های یخی زحل که به لطف کاوشگر کاسینی-هویگنس

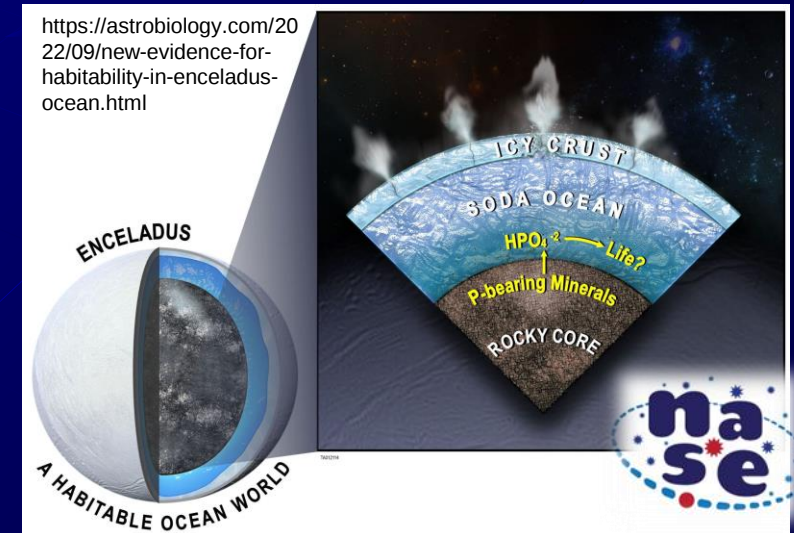
(1997-2017) به مدت 15 سال از این دنیاها دیدن کردند، با

تنوع و فراوانی آب مایع موجود در آنها، شگفت زده شدند.



قمرها در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها

اروپا دارای اقیانوسی ده برابر بزرگتر
از زمین است، در حالی که سه برابر
کوچکتر از سیاره ما است.
انسلا دوس در سال 2014 آبفشان‌های
آبی روی سطح آن کشف شد که تا
ارتفاع 100 کیلومتری از سطح آن
امتداد دارند.
این مشاهدات وجود اقیانوسی را در زیر
ورقه یخی آشکار کرده است.



قمرها در منظومه شمسی و جذابیت‌های اخترزیست‌شناسانه آنها: تایتان

بزرگترین قمر زحل، تیتان، مقدار زیادی از مواد آلی را که در جو آن تشکیل می‌شود، نشان می‌دهد.

در سال‌های 1980 و 1981، کاوشگرهای وویجر 1 و 2 جوی بسیار متراکم را نشان دادند که عمدتاً از نیتروژن و متان تشکیل شده بود.

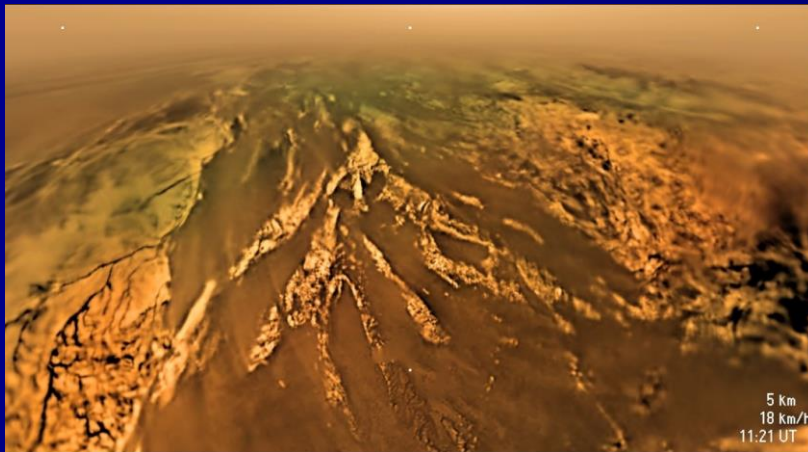
ثابت شده است که شیمی موجود در جو تیتان بسیار پیچیده است و در نتیجه ذرات معلق که در هوا تشکیل می‌شود بر روی سطح آن می‌نشینند.



ماموریت کاسینی-هوینگنس (1997-2017) شیمی آلی پیچیده را در جو تیتان تأیید کرد.



Cassini/Huygens Mission (Credit: NASA)



Titan (Credit: Cassini/Huygens, NASA)

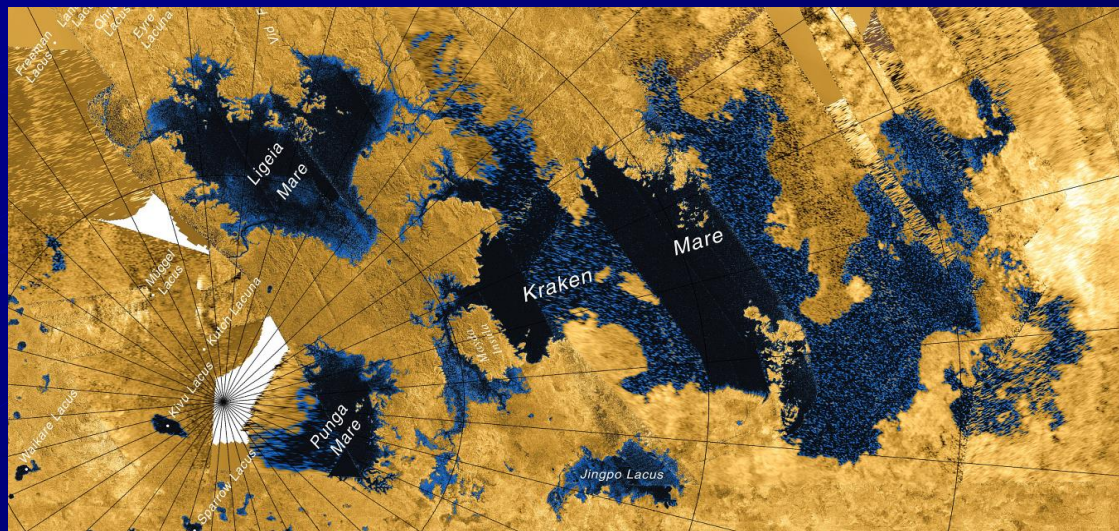
تصاویر قابل توجهی از سطح پوشیده از دانه های آلی، تپه های شنی و دریاچه های هیدروکربنی به دست آمد.

مدل های اخترفیزیکی پیشنهاد کرده اند که تیتان ممکن است اقیانوسی از آب مایع در زیر سطح خود داشته باشد و تمام مواد لازم برای ظهور شیمی غنی پریوتیک و شکل احتمالی حیات را ارائه دهد.



مدل‌های ژئوشیمیایی تکاملی نشان می‌دهند که از میلیون‌ها سال اول پس از شکل‌گیری تیتان، این اقیانوس زیرزمینی با جو در تماس بوده است که در آن اولین مولکول‌های پیچیده تولید می‌شدند.

در قیاس با زمین، وجود دریاچه‌های گرمابی در این اقیانوس تیتان انتظار می‌رود که منبع انرژی برای مولکول‌های آلی و یک محیط بالقوه برای سیستم‌های پری‌بیوتیکی است.



فراتر از منظومه شمسی

5500 سیاره فراخورشیدی (تا کنون 2024) در کهکشان ما کشف و تایید شده است. این به ما کمک می کند تا شکل گیری منظومه شمسی خود را درک کنیم و این به احتمال زیاد منحصر به فرد است.

با وضعیت فعلی دانش و پیشرفت در زمینه اخترزیست شناسی، فرضیه یک سیاره مسکونی و حضور ثابت شده حیات در کهکشان ما یا فراتر از آن بسیار دشوار است.

به نظر می رسد مکان های بالقوه بیشتری برای توسعه زندگی وجود دارد، اما در مورد توسعه واقعی زندگی چطور؟



نتیجه گیری

اخترزیست‌شناسی تلاش می‌کند تا تعیین کند که آیا حیات می‌تواند در بخش‌های دیگر جهان وجود داشته باشد یا خیر، و اگر چنین است، به چه شکلی، تلاش می‌کند به یک سؤال وجودی پاسخ دهد: **آیا ما در جهان تنها هستیم؟**

برای چندین دهه، درک ظاهر حیات بر روی زمین برای تعیین اینکه آیا این یک اتفاق است یا یک پدیده قابل تکرار در شرایط و محیط‌های خاص، حیاتی بوده است.

نتیجه گیری

این درک برای نتیجه گیری در مورد امکان حیات در جای دیگر جهان ضروری است.

با وجود تلاش‌های فراوان ، هنوز چنین نتیجه‌گیری به دست نیامده است.

با تشکر از
توجه شما!

