Paper from well managed forests and controlled sources
کاغذ این کتاب از جنگل‌ها و منابع کاملاً مدیریت شده تهیه شده است.

آیندهٔ حیات

ادوارد اُ. ویلسون

آیندهٔ حیات

ترجمهٔ اکرم ورشوچی‌فرد

بنگاه ترجمه و نشر
کتاب پارسه

سرشناسه: ویلسون، ادوارد، ۱۹۲۹ – م. Wilson, Edward O
عنوان و نام پدیدآور: آیندهٔ حیات/ ادوارد اُ. ویلسون/ ترجمهٔ اکرم ورشوچی فرد
مشخصات نشر: تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری: ۴۳۲ ص
شابک: ۹ ـ ۸۱۰ ـ ۲۵۳ـ ۶۰۰ ـ ۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: عنوان اصلی : The future of life ,2002
موضوع: گونه‌های در حال انقراض/ طبیعت -- حفاظت/ تخریب محیط زیست
شناسه افزوده: ورشوچی‌فرد، اکرم، ۱۳۵۱–، مترجم
رده‌بندی کنگره: QH ۷۵
رده‌بندی دیویی: ۳۳۳/۹۵۲۲
شمارهٔ کتابشناسی ملی: ۸۴۴۴۴۷۶

آیندهٔ حیات

ادوارد اُ. ویلسون — ترجمهٔ اکرم ورشوچی فرد

آماده‌سازی و تولید: بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه

طراحی گرافیک: پرویز بیانی — چاپ و صحافی: دالاهو

نوبت و شمارگان: چاپ اول ۱۴۰۰، ۱۱۰۰ نسخه

همهٔ حقوق چاپ و نشر برای بنگاه ترجمه و نشر کتاب پارسه محفوظ است.
هر گونه اقتباس از این اثر، منوط به دریافت اجازهٔ کتبی از ناشر است.

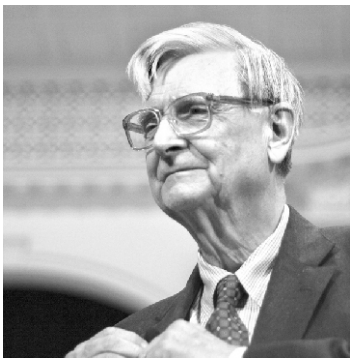
بنگاه ترجمه و نشرکتاب‌پارسه

تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری شرقی، پلاک ۷۴،
طبقهٔ سوم، تلفن، ۶۶۴۷۷۴۰۵

www.parsehbook.com / info@parsehbook.com

@ketabeparseh

فروشگاه: تهران، خیابان ولیعصر، روبروی دوراهی یوسف‌آباد، پلاک ۱۹۴۱
تلفن: ۸۸۸۹۱۸۹۴



ادوارد اُ. ویلسون (۱۹۲۹ـ امریکا)

او دکترای زیست‌شناسی را در سال ۱۹۵۵ از دانشگاه هاروارد دریافت کرد و تا ۱۹۹۷ در همین دانشگاه مشغول به تدریس بود. ویلسون استاد پژوهشگر دانشگاه پلگرینو و سرپرست افتخاری بخش حشره‌شناسی موزهٔ جانورشناسی تطبیقی دانشگاه هاروارد است. او به خاطر دو کتابِ *دربارهٔ طبیعت انسان* (۱۹۷۸) و *مورچه‌ها* (۱۹۹۰) برندهٔ جایزهٔ پولیتزر شد. همچنین موفق به دریافت عناوین افتخاری و جوایزی نیز شده است ازجمله مدال ملی علم امریکا، جایزهٔ کرافورد از آکادمی سلطنتی علوم سوئد، جایزهٔ بین‌المللی زیست‌شناسی ژاپن و جایزهٔ بین‌المللی ردهٔ علم ملک فیصل از عربستان. او به دلیل تلاش‌ها و اقداماتش در زمینهٔ حفاظت از محیط زیست موفق به دریافت مدال طلای صندوق جهانی طبیعت و مدال آدوبان جمعیت ملی آدوبان نیز شده است.

ویلسون عضو هیئت‌مدیرهٔ سازمان حفاظت از طبیعت، سازمان کانزرویشن اینترنشنال و موزهٔ تاریخ طبیعی امریکاست.

فهرست

دوردست‌ترین نقاط زمین ۱۱
گلوگاه ۵۷
آخرین ایستادگی طبیعت ۹۳
قاتل روی سیارهٔ زمین ۱۷۱
ارزش زیست‌کره چقدر است؟ ۲۱۹
به‌خاطر عشق به حیات ۲۷۳
راهکار ۳۱۳
پی‌گفتار: نامه‌ای به هنری دیوید ثورو ۳۹۳
واژه‌نامه ۴۲۱
تشکر و قدردانی ۴۲۷

جامعهٔ ما، درنهایت، نه‌تنها به‌واسطهٔ آنچه ایجاد می‌کنیم، بلکه همچنین به‌واسطهٔ آنچه مانع نابودی‌اش می‌شویم، تعریف خواهد شد.

جان سی. ساوهیل

رئیس سازمان حفاظت از طبیعت

طی سال‌های ۲۰۰۰ـ۱۹۹۰

۱

دوردست‌ترین نقاط زمین

کلیت حیات که از نظر دانشمندان به زیست‌کره و از نظر خداشناسان به آفرینش معروف است، پوسته‌ای نازک متشکل از جانداران است که دور زمین را دربر گرفته و به‌قدری نازک است که از شاتل فضایی قابل‌مشاهده نیست اما درعین‌حال، درون آن به‌قدری پیچیده است که اکثر گونه‌های تشکیل‌دهندهٔ آن هنوز کشف نشده‌اند. این پوسته، یکپارچه و بدون شکاف است. از قلهٔ اورست تا کف درازگودال ماریانا[۱]، تقریباً در هر سانتی‌متر مربع از سطح این سیاره، انواع مختلفی از موجودات ساکن هستند. این موجودات از اصل بنیادی جغرافیای زیست‌شناختی پیروی می‌کنند مبنی بر اینکه هرکجا آب، مولکول‌های آلی، و یک منبع انرژی وجود داشته باشد، حیات نیز وجود دارد. باتوجه‌به گستردگی و فراگیر بودن مواد آلی و انواع انرژی، آب عنصر تعیین‌کننده‌ای روی سیارهٔ زمین به‌شمار می‌آید. آب ممکن است به‌صورت

---

۱. Marianas Trench، ژرف‌ترین درازگودال اقیانوس‌های جهان و ژرف‌ترین مکان پوستهٔ کرهٔ زمین

لایه‌ای گذرا روی دانه‌های شن باشد، ممکن است به‌هیچ‌وجه در معرض نور خورشید نباشد، ممکن است داغ و جوشان یا فوق‌العاده سرد باشد، اما به‌هرحال، انواع مختلفی از جانداران در درون یا در نزدیکی آن زندگی می‌کنند. حتی اگر با چشم غیرمسلح هم چیز زنده‌ای در آب مشاهده نشود، تک‌سلول‌های میکروارگانیسم[۱]های درحال رشد و تکثیر یا حداقل غیرفعال و در انتظار رسیدن آب هستند تا آن‌ها را به فعالیت بازگرداند.

دره‌های خشک مک‌موردو[۲] واقع‌در جنوبگان[۳]، یکی از نامتعادل‌ترین نمونه‌های حیات روی سیارهٔ زمین است و خاک آن، سردترین، خشک‌ترین، و به‌لحاظ ارزش غذایی، ناکارآمدترین خاک جهان به‌شمار می‌آید. این زیستگاه در نگاه اول مانند ظروف شیشه‌ای اتوکلاو[۴] شده، استریل به‌نظر می‌رسد. در سال ۱۹۰۳، رابرت اف. اسکات[۵]، یعنی نخستین کسی که موفق به کشف این منطقه شد، در این‌باره نوشت: «با هیچ موجود زنده حتی یک خزه یا گلسنگ[۶] مواجه نشدیم؛ تمام آنچه در فاصله‌ای دور در خشکی و

---

۱. Microorganism، یا ریزاندامگان، جاندارانی که با چشم غیرمسلح مشاهده نمی‌شوند و شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، آغازیان و برخی قارچ‌ها هستند.

۲. McMurdo Dry Valleys، مجموعه‌ای از دره‌های عاری از برف و یخ در جنوبگان که در سرزمین ویکتوریا و غرب دریاراه مک‌موردو قرار دارد.

۳. Antarctica، قاره‌ای در قطب جنوب زمین که سردترین جای زمین محسوب می‌شود و کم‌وبیش همهٔ سطح آن با یخ پوشیده شده است.

۴. Outoclave، وسیله‌ای برای استریل کردن ابزار پزشکی و آزمایشگاهی در فشار و دمای بالا و با استفاده از بخار آب

۵. Robert F. Scott، (۱۹۱۲ ـ ۱۸۶۸)، از افسران نیروی دریایی سلطنتی و مکتشفی بود که فرماندهی دو هیئت در سفر اکتشافی دیسکاوری در نواحی جنوبگان را در فاصلهٔ ۱۹۰۱ تا ۱۹۰۴ و سفر اکتشافی نافرجام ترا نووا (Terra Nova) در فاصلهٔ ۱۹۱۰ تا ۱۹۱۳ برعهده داشت.

۶. Lichen، موجودی تشکیل‌شده از جلبک و قارچ که معمولاً روی تخته‌سنگ‌ها و دیوارها و تنهٔ درختان به‌صورت ورقه‌های زرد یا خاکستری مایل به سفید یا سبز زندگی می‌کند.

در میان انبوه یخ‌رُفت‌ها[۱] موفق به مشاهدهٔ آن شدیم، اسکلت یک فُک وِدِل[۲] بود و به‌هیچ‌وجه نمی‌توان حدس زد که این فُک چگونه به آنجا راه پیدا کرده بود.» دره‌های خشک مک‌موردو بیشتر از هر چیز دیگری که روی سیارهٔ زمین وجود دارد، به دشت‌های پوشیده از قلوه‌سنگ مریخ شبیه‌اند.

اما چشم‌های ورزیده با کمک میکروسکوپ به‌گونه‌ای دیگر می‌بینند. بیست گونه از باکتری‌های فتوسنتزکننده، یعنی تنوعی مشابه تنوع جلبک‌های غالباً تک‌سلولی، و طیفی از جانوران بی‌مهرهٔ میکروسکوپی که از این تولیدکنندگان اولیه تغذیه می‌کنند، در بستر رودهای خشکیده زندگی می‌کنند. همهٔ این جانداران برای آغاز دوره‌های رشد سالانهٔ خود، به جریان آب‌های ناشی از ذوب یخچال‌ها و میدان‌های یخچالی[۳] در فصل تابستان متکی هستند. ازآنجایی‌که مسیر این جریان‌های آب به‌مرور زمان تغییر می‌کند، برخی از این جمعیت‌ها به آب دسترسی پیدا نمی‌کنند و مجبور می‌شوند سال‌ها، شاید هم قرن‌ها، برای جاری شدن مجدد آبِ حاصل از ذوب یخ‌ها منتظر بمانند. توده‌های پراکنده‌ای از میکروب‌ها و قارچ‌ها به‌همراه چرخان‌تباران[۴]، جانوران ریز، هیره‌ها[۵]، و دُم‌فنری‌هایی[۶] که از آن‌ها تغذیه می‌کنند، در شرایطی به‌مراتب سخت‌تر و خشن‌تر در زمین‌های بایر و دور از مسیرهای عبور

---

۱. Moraine، یا مورِن، خرده‌سنگ‌ها و مواد دیگری که به‌علت جابجایی یخچال‌های طبیعی برجا می‌مانند.

۲. Weddell seal، گونه‌ای از تیرهٔ فُک بی‌گوش (Earless seal)

۳. Ice Field، یا میدان یخی، محدوده‌ای پوشیده از یخ که اغلب در اقلیم‌های سرد و ارتفاعات جهان یافت می‌شود. این میدان، منطقهٔ گسترده‌ای از یخچال‌های دره‌ای به‌هم پیوسته است.

۴. Rotifera، یا گردان‌تنان، جاندارانی چندسلولی و کوچک و شاخه‌ای از سلسلهٔ جانوران به‌شمار می‌آیند که مژه‌های تاج سر آن‌ها متحرک است.

۵. Mite، یا مایت، موجوداتی میکروسکوپی از شاخهٔ بندپایان و ردهٔ عنکبوتیان

۶. Springtail؛ یا پادُم، نوعی جانور شبیه به حشره و بزرگ‌ترین گروه از سه‌گروه شش‌پایان امروزی که دیگر به‌عنوان حشره دسته‌بندی نمی‌شوند.

جریان آب به حیات خود ادامه می‌دهند. در رأس این شبکهٔ غذایی محدود، چهار گونه از کرم‌های لوله‌ای[۱] وجود دارند و هریک از این چهار گونه برای مصرف گونه‌های مختلفی در مابقی پوشش گیاهی و جانوری اختصاص یافته‌اند. آن‌ها نیز که به‌همراه هیره‌ها و دُم‌فنری‌ها، بزرگ‌ترین جانوران، یعنی جانورانی معادل فیل و ببر، در مک‌موردو به‌شمار می‌آیند با چشم غیرمسلح تقریباً غیرقابل‌مشاهده‌اند.

دانشمندانْ جانداران دره‌های خشک مک‌موردو را شدیددوست[۲] می‌نامند، یعنی گونه‌هایی که با شرایط زندگی در انتهای طیف محدودهٔ تحمل‌پذیر زیست‌شناختی، سازگار شده‌اند. بسیاری از آن‌ها در انتهای طیف محدوده‌های قابل‌زیست سیارهٔ زمین ساکن می‌شوند، یعنی در مکان‌هایی که برای جانوران ضعیف، آسیب‌پذیر و بسیار بزرگ همچون ما غیرقابل‌سکونت به‌نظر می‌رسند. برای ارائهٔ نمونهٔ دیگری از این موارد، می‌توان به «باغ‌های» یخسار جنوبگان[۳] اشاره کرد. تخته‌های ضخیم یخ شناور که اغلب اوقاتِ سال میلیون‌ها کیلومتر مربع از وسعت اقیانوس اطراف این قاره را می‌پوشانند، به‌طرز خطرناک و هولناکی برای زندگی کردن ناسازگار و خصمانه به‌نظر می‌رسند. اما کانال‌هایی از شورآبهٔ نیمه‌مذاب در آن‌ها جاری می‌شوند و سراسر سال جلبک‌های تک‌سلولی در این کانال‌ها رشد می‌کنند و دی‌اکسید کربن، فسفات‌ها و سایر مواد مغذی را که در بستر اقیانوس ایجاد می‌شوند،

---

۱. Nematode، کرم‌های گِرد یا نخ‌سان‌تباران، یکی از بزرگ‌ترین شاخه‌های جانوران که گونه‌های آن کرم‌هایی لوله‌شکل و انعطاف‌پذیر و فاقد بند و مژه یا تاژک است و پوستک غیرزنده دارند.

۲. Extremophile، گروهی از جانداران که در محیط‌های خشن و شدید فیزیکی یا شیمیایی ـ که عموماً بیشتر اشکال حیات در آن‌ها ناممکن است ـ زندگی می‌کنند.

۳. Antarctic sea ice، به یخسار اقیانوس جنوبگان گفته می‌شود که در زمستان به‌سمت شمال گسترش زیادی یافته و در تابستان تا حوالی خط ساحلی پسروی می‌کند. یخسار، آب یخ‌بستهٔ دریاست.

جذب می‌کنند. فتوسنتزِ باغ با استفاده از انرژی نور خورشید که به این ماتریکس ژله‌ای نفوذ می‌کند، صورت می‌گیرد. طی تابستان قطبی که یخ ذوب می‌شود و تحلیل می‌رود، جلبک‌ها زیر این آب‌ها فرو می‌روند و در آنجا پاروپایان[۱] و کریل‌ها[۲] از آن‌ها تغذیه می‌کنند. این سخت‌پوستانِ ریز نیز به‌نوبهٔ‌خود طعمهٔ ماهی‌هایی می‌شوند که خون‌شان در اثر ضدیخ‌های بیوشیمیایی به‌صورت مایع باقی می‌ماند.

برخی میکروب‌های اختصاصی ازجمله باکتری‌ها و گروهی از خویشاوندان آن‌ها که به‌لحاظ ظاهری شبیه به آن‌ها اما به‌لحاظ ژنتیکی بسیار متفاوت هستند، یعنی آرکی‌ها[۳]، شدیددوست‌های اصلی محسوب می‌شوند (در اینجا اشاره به نکته‌ای حاشیه‌ای ضروری است: درحال‌حاضر زیست‌شناسان براساس توالی دی‌ان‌ای و ساختار سلولی، سه قلمرو[۴] حیات را به‌رسمیت می‌شناسند. این سه قلمرو عبارت‌اند از: باکتری‌ها که به‌صورت متعارف به‌عنوان میکروب‌ها به‌رسمیت شناخته می‌شوند؛ آرکی‌ها، یعنی سایر میکروب‌ها؛ و یوکاریوت‌ها[۵] که خود شامل آغازیان[۶] تک‌یاخته یا «تک‌یاختگان آغازی»[۷]، قارچ‌ها، و تمام جانوران ازجمله ما می‌شوند. باکتری‌ها و آرکی‌ها به‌لحاظ

---

۱. Copepod، گروه کوچکی از جانوران سخت‌پوست که در دریاها و کم‌وبیش در همهٔ زیستگاه‌های آب شیرین یافت می‌شوند.

۲. Krill، راسته‌ای از سخت‌پوستان که ظاهری همچون میگو دارند و در آب‌های همهٔ اقیانوس‌های جهان یافت می‌شوند.

۳. Archaean، قلمرویی از موجودات ریز تک‌یاخته‌ای

۴. Domain، بالاترین طبقهٔ آرایه‌شناختی جانداران در آرایه‌شناسی زیستی محسوب می‌شود.

۵. Eukaryote، موجوداتی که سلول‌های آن‌ها دارای هسته است به‌طوری‌که این هسته خود دارای پوشش هسته‌ای است.

۶. Protist، دربرگیرندهٔ تعداد زیادی از یوکاریوت‌های میکروارگانیسم به‌ویژه تک‌یاخته‌های جانوری و تک‌یاخته‌های گیاهی

۷. Protozoa، یا پروتوزوآ، جانورانی کوچک که میکروب‌ها را شکار می‌کنند.

ساختار سلولی درمقایسه‌با سایر جانداران، ابتدایی‌ترند: آن‌ها فاقد پوشش دور هسته و همچنین اندامک‌هایی نظیر کلروپلاست[۱] و میتوکندری[۲] هستند). برخی گونه‌های اختصاصی باکتری‌ها و آرکی‌ها در دیواره‌های مجاری گرمایی[۳] آتشفشانی کف اقیانوس زندگی می‌کنند و درون آبی تکثیر می‌شوند که درجهٔ حرارت آن نزدیک به نقطهٔ جوش یا حتی بالاتر است. نوعی باکتری که در آنجا یافت می‌شود، یعنی پیرولوبوس فوماری[۴]، در میان هایپرترموفیل‌ها[۵] یا دوستداران گرمای شدید، قهرمان محسوب می‌شود. این باکتری می‌تواند در دمای حدوداً ۱۱۳ درجهٔ سانتیگراد تکثیر شود، در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتیگراد فعالیت کند و وقتی دما افت می‌کند و به دمای خنک حدوداً ۹۰ درجهٔ سانتیگراد می‌رسد، رشد آن متوقف می‌شود. این ویژگی خارق‌العاده، میکروب‌شناسان را بر آن داشته تا تحقیق کنند که آیا فوق‌گرمادوست‌های پیشرفته‌تری نیز وجود دارند که ساکن آب‌های زمین‌گرمایی[۶] با درجهٔ حرارتی معادل ۲۰۴ درجهٔ سانتیگراد یا بالاتر باشند یا نه. محیط‌های آبی با درجهٔ حرارتی تا این حد بالا وجود دارند. درجهٔ حرارت حباب‌های زیردریایی در نزدیکی کلنی‌های باکتری‌های فیرولوبوس

---

۱. Chloroplast، یا سبزدیسه، پلاست‌هایی دارای کلروفیل (سبزینه) هستند که در سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی یافت می‌شوند. کلروپلاست‌ها به امواج مختلف طیف نوری حساس هستند و با استفاده از سبزینهٔ خود انرژی فوتون‌ها را به مولکول‌های شیمیایی تبدیل می‌کنند.

۲. Mitochondrion، اندامکی در یاخته (سلول) که وظیفهٔ آن تنفس سلولی و نوعی اندامک انتقال انرژی است که موجب می‌شود انرژی شیمیایی موجود در مواد غذایی با عمل فسفوریلاسیون اکسیداتیو به‌صورت پیوندهای پرانرژی فسفات ای‌تی‌پی (آدنوزین تری‌فسفات) ذخیره شود.

۳. Hydrothermal vent، یا چاه گرمایی، شکافی بر روی سطح زمین که از لحاظ زمین‌شناسی، آب‌های اطراف خود را گرم می‌کند.

4. Pyrolobus Fumarii

۵. Hyperthermophile، موجودات به‌شدت گرمادوست

۶. Geothermal، انرژی حرارتی که در پوستهٔ جامد زمین وجود دارد.

فاموری به حدوداً ۳۴۹ درجهٔ سانتیگراد می‌رسد. ظاهراً بالاترین حد مطلق در کل حیات، ازجمله باکتری‌ها و آرکی‌ها، در حدود ۱۴۹ درجهٔ سانتیگراد است و جانداران در چنین درجهٔ حرارتی نمی‌توانند یکپارچگی دی‌ان‌ای و پروتئین‌هایی را حفظ کنند که اشکال شناخته‌شدهٔ حیات به آن‌ها بستگی دارند. اما مادامی‌که جستجوی فوق‌گرمادوست‌ها در تقابل با صرفاً دوستداران گرمای شدید به‌پایان نرسد، کسی نمی‌تواند با اطمینان ادعا کند این حدهای ذهنی عملاً وجود دارند.

طی بیش از سه میلیارد سال تکامل، باکتری‌ها و آرکی‌ها مرزهای سایر ابعاد سازش فیزیولوژیکی را درنوردیده‌اند. یک گونهٔ اسیددوست (اسیدوفیل)[۱] در چشمه‌های آب‌گرم گوگرد پارک ملی یلواستون[۲] قادر به ادامهٔ حیات و رشدونمو است. در انتهای دیگر مقیاس pH[۳] نیز آلکالیفیل‌ها[۴] در دریاچه‌های سودای[۵] دارای کربنات در سراسر جهان ساکن هستند. هالوفیل‌ها (نمک‌دوست‌ها)[۶] برای زندگی در دریاچه‌های اشباع‌شده از نمک و آبگیرهای تبخیر نمک اختصاص یافته‌اند. نوع دیگری از آن‌ها، یعنی باروفیل‌ها (فشاردوست‌ها)[۷]،

---

۱. Acidophile، یا جانداران اسیددوست، در شرایط کاملاً اسیدی (معمولاً محیطی با PH ۲ یا کمتر) قادر به ادامهٔ حیات، رشد و تکثیر هستند.

۲. Yellowstone National Park، واقع‌در ایالت‌های وایومینگ، مونتانا، و آیداهو در ایالات متحد امریکا

۳. pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول آبی

۴. Alkaliphile، طبقه‌ای از میکروب‌های شدیددوست که قادرند در محیط‌هایی با PH تقریباً ۱۱ـ ۸/۵ به حیات خود ادامه دهند و در پ‌هاش حدوداً ۱۰ رشد کنند.

۵. Soda Lake، یا دریاچهٔ قلیایی، معمولاً دارای PH بین ۸ تا ۱۲ است و دلیل نامگذاری آن، وجود بیکربنات سدیم حاصل از خاک آتشفشانی است.

۶. Halophile، نوعی از جانداران شدیددوست که در محیط‌هایی با غلظت بالای نمک رشد می‌کنند.

۷. Barophile، جاندارانی که تحت فشارهای هیدرواستاتیک بالا قادر به ادامهٔ حیات هستند.

در عمیق‌ترین بخش‌های اقیانوس ساکن‌اند. در سال ۱۹۹۶، دانشمندان ژاپنی برای جمع‌آوری گل‌ولای ته گودال چَلِنجِر[۱] واقع‌در درازگودال ماریانا که با ژرفایی معادل ۳۵۷۵۰ فوت (حدوداً یازده هزار کیلومتر)، ژرف‌ترین نقطهٔ اقیانوس‌های جهان به‌شمار می‌آید، از یک فروند زیردریاپیمای[۲] کوچک بدون سرنشین استفاده کردند. آن‌ها در این نمونه‌های گردآوری‌شده موفق به کشف صدها گونه از باکتری‌ها، آرکی‌ها و قارچ‌ها شدند. برخی از این باکتری‌ها که به لابراتوار منتقل شدند، قادر به رشد در فشار موجود در گودال چلنجر بودند که هزار برابر بیشتر از میزان فشار موجود در نزدیکی سطح اقیانوس است.

اگر شیشهٔ پیرکس یک بِشِر[۳] که گونه‌ای باکتری به‌نام دایینوکوکوس رادیودورانس[۴] در آن قرار دارد از طریق تابش پرتوهایی بسیار شدید و تا حد رسیدن به‌حالت بی‌رنگ و شکننده تحت حرارت قرار بگیرد، این باکتری همچنان قادر است به حیات خود ادامه دهد. این گونهٔ باکتری می‌تواند به حداکثر وضعیت ممکن هرگونه قابلیت تاب‌آوری فیزیولوژیکی دست پیدا کند. اگر انسان در معرض هزار راد[۵] انرژی تابشی[۶] قرار بگیرد، یعنی معادل

---

۱. Challenger Deep، ژرف‌ترین نقطهٔ شناخته‌شده در اقیانوس‌های جهان که در درازگودال ماریانا واقع‌در اقیانوس آرام قرار دارد.

۲. Submersible، وسیلهٔ نقلیهٔ کوچکی که به‌منظور حرکت در زیر آب طراحی و ساخته می‌شود. این واژه معمولاً به‌طور ویژه به هرگونه وسیلهٔ نقلیهٔ زیر آبی به‌غیراز زیردریایی اشاره دارد.

۳. Beaker، وسیله‌ای آزمایشگاهی مدرج معمولاً استوانه‌ای شکل که کف آن تخت است و برای هم‌زدن مواد به‌کار می‌رود.

۴. *Deinococcus radiodurans*، نوعی از باکتری‌های مقاوم به پرتو

۵. Rad، واحد اندازه‌گیری دوز جذبی پرتوهای یونیزه. مقادیر بیش از هزار راد ممکن است کشنده باشد.

6. Radiation Energy

دوزی که در انفجارهای اتمی در هیروشیما[۱] و ناگاساکی[۲] انتشار پیدا کرد، ظرف یک یا دو هفته می‌میرد. در میزانی هزار برابر این میزان، یعنی یک میلیون راد، رشد باکتری‌های دایناکوکوس کاهش پیدا می‌کند اما همهٔ آن‌ها همچنان به حیات خود ادامه می‌دهند. میزان ۳۷ درصد آن‌ها در ۱/۷۵ میلیون راد، و تعداد اندکی از آن‌ها حتی در سه میلیون راد، همچنان قادر به ادامهٔ حیات هستند. راز بقای این اَبَرمیکروب[۳]، قابلیت فوق‌العادهٔ آن در بازسازی و مرمت دی‌ان‌ای شکسته‌شده است. آنزیمی در تمام جانداران وجود دارد که می‌تواند بخش‌هایی از کروموزوم را که در اثر تابش، آسیب شیمیایی، یا تصادف شکسته شده، جایگزین کند. باکتری شایع‌تر اشریشیا کُلای[۴]، یعنی نوعی باکتری که غالباً در رودهٔ انسان ساکن است، می‌تواند دو یا سه شکستگی در کروموزوم را همزمان بازسازی و ترمیم کند. این اَبَرمیکروب قادر به ترمیم و بازسازی پانصد شکستگی است. تکنیک‌های مولکولی خاصی که این اَبَرمیکروب از آن استفاده می‌کند، همچنان ناشناخته است.

دایناکوکوس رادیودورانس و خویشاوندان نزدیک آن، نه‌تنها شدیددوست بلکه گونه‌های عمومی[۵] و جهانگرد واقعی هستند و برای مثال در مدفوع لاماها[۶]، صخره‌های جنوبگان، بافت روغن‌ماهی کوچک[۷] اقیانوس اطلس،

---

۱. Hiroshima، شهری در غرب جزیرهٔ هونشو (Honshu) در کشور ژاپن

۲. Nagasaki، بندری در غرب جزیرهٔ کیوشو (Kyushu) در کشور ژاپن

۳. Superbug، برای اشاره به میکروب‌های مرگبار مقاوم به داروها و عموماً برای اشاره به باکتری‌هایی که به آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم هستند، به‌کار می‌رود.

۴. *Escherichia coli*، نوعی باسیل گِرم منفی از خانوادهٔ انتروباکتریاسه که به‌طورشایع در رودهٔ جانوران خونگرم وجود دارد.

۵. Generalist species، گونه‌ای که قادر به رشد در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی است و می‌تواند از انواع مختلف منابع تغذیه کند.

۶. Llama، نوعی گوسفندسان فاقد کوهان و اهلی بومی امریکای جنوبی

۷. Haddock، نوعی ماهی که به‌طورپراکنده در سراسر اقیانوس اطلس شمالی یافت می‌شود.

و در قوطی کنسرو گوشت چرخ‌کردهٔ خوک و گاو که در اورگن[۱] توسط دانشمندان در معرض اشعه قرار گرفته، یافت می‌شوند. آن‌ها به گروه کوچک خاصی تعلق دارند که سیانوباکتری‌هایی[۲] از سردهٔ[۳] کروکوسیدیوپسیس[۴] را نیز شامل می‌شود، و در جایی رشد می‌کنند که تعداد بسیار اندکی از سایر جانداران یارای زندگی در آن را دارند. آن‌ها بی‌خانمان‌های طرد شدهٔ سیارهٔ زمین به‌شمار می‌آیند که در بدترین مکان‌ها در جستجوی حیات‌اند.

اَبَرمیکروب‌ها به‌دلیل طردشدگی و حاشیه‌نشینی‌شان، گزینه‌هایی مناسب برای سفرهای فضایی محسوب می‌شوند. میکروب‌شناسان اخیراً شروع این پرسش را طرح کرده‌اند که آیا ممکن است مقاوم‌ترین نوع این اَبَرمیکروب‌ها از سیارهٔ زمین فاصله بگیرند، یعنی در اثر بادهای استراتوسفری[۵] به داخل خلأ پیش رانده و درنهایت، زنده در مریخ مستقر شوند؟ از سوی دیگر، ممکن است میکروب‌های بومی مریخ (یا فراتر از آن) در سیارهٔ زمین ساکن شوند؟ این، نظریهٔ خاستگاه حیات است که فرضیهٔ پان‌اسپرمیا[۶] نامیده می‌شود و زمانی مورد تمسخر قرار می‌گرفت اما امروزه احتمالی غیرقابل‌انکار تلقی می‌شود.

---

۱. Oregon، یکی از ایالت‌های غرب امریکا واقع‌در کنارهٔ اقیانوس آرام

۲. *Cyanobacteria*، یا جلبک‌های فیروزه‌ای، باکتری‌های فیروزه‌ای یا سیانوفیت‌ها بی‌هوازی هستند، یعنی نیازی به اکسیژن ندارند؛ اتوتروف هستند، یعنی برای تولید مواد غذایی نیاز به نور و آب دارند.

۳. Genus، یکی از هشت طبقهٔ آرایه‌شناسی در طبقه‌بندی علمی جانداران

4. *Chroococcidiopsis*

۵. Stratosphere، یا چینه‌سپهر، لایه‌ای از هواسپهر است که تا پنجاه کیلومتری زمین ادامه دارد و دومین لایهٔ بزرگ اتمسفر محسوب می‌شود.

۶. Panspermia، فرضیه‌ای که معتقد است زندگی در جایی به‌وجود نمی‌آید بلکه همواره در جهان وجود داشته، بذرهای آن در جای‌جای جهان هستی، پراکنده شده و پیوسته از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر انتقال می‌یابد. طرفداران این فرضیه اعتقاد دارند جانداران (حیات روی زمین) توسط این بذرها از فضا وارد زمین شده است.

اَبَرمیکروب‌ها همچنین باعث شده‌اند امیدی تازه در دل دانشمندان عرصهٔ برون‌زیست‌شناسی[۱] جوانه بزند که در پی شواهدی از حیات در جهان‌های دیگر هستند. انگیزهٔ دیگر در این زمینه، کشف اخیر وجود اکوسیستم‌های میکروبی لیتوآوتوتروفیک زیرسطحی[۲] است، یعنی مجموعه‌های منحصربه‌فرد باکتری‌ها و قارچ‌هایی که در منافذ موجود در دانه‌های معدنیِ به‌هم‌پیوستهٔ سنگ‌های آذرین زیر سطح زمین زندگی می‌کنند. این باکتری‌ها و قارچ‌هایی که قادر به رشد در عمقی در حدود سه کیلومتر هستند، انرژی موردنیاز خود را از مواد شیمیایی معدنی (غیرآلی)[۳] تأمین می‌کنند. ازآنجایی‌که این اکوسیستم‌ها به ذرات آلیِ نشئت‌گرفته از گیاهان و جانورانی عادی که انرژی اصلی‌شان از نور خورشید تأمین می‌شود نیازی ندارند، کاملاً مستقل از حیات روی سطح هستند. درنتیجه، حتی اگر کل حیاتی که ما می‌شناسیم، تاحدودی از بین می‌رفت، این غارنشینان میکروسکوپی همچنان می‌توانستند به حیات خود ادامه دهند. اگر زمان کافی، شاید یک میلیارد سال، در اختیار آن‌ها قرار می‌گرفت، تحول پیدا می‌کردند و به اشکال جدیدی تبدیل می‌شدند که قادر بودند به سطح مهاجرت کنند و در آنجا به حیات‌شان ادامه دهند و پیش از بروز فاجعه، دنیایی را بسازند که از طریق فتوسنتز اداره می‌شود.

---

۱. Exobiology، نام پیشین رشتهٔ اخترزیست‌شناسی است که به بررسی منشأ و خاستگاه، فرگشت، توزیع، و آیندهٔ حیات در جهان می‌پردازد. زندگی فرازمینی و همچنین حیات روی زمین موضوعاتی هستند که اخترزیست‌شناسان با به‌کارگیری سایر علوم ازجمله فیزیک، شیمی، اخترشناسی، زیست‌شناسی، زیست‌شناسی مولکولی، بوم‌شناسی، سیاره‌شناسی، جغرافیا و زمین‌شناسی به مطالعهٔ آن می‌پردازند.

2. Subsurface Lithoautotrophic Microbial Ecosystem (SLIME).

بنابه تعریف ارائه شده توسط ادوارد اُ. ویلسون؛ «مجموعهٔ منحصربه‌فردی از باکتری‌ها و قارچ‌هایی که در منافذ موجود در دانه‌های معدنی به‌هم‌پیوستهٔ سنگ‌های آذرین زیر سطح زمین زندگی می‌کنند.»

3. Inorganic chemical

این اکوسیستم‌ها عمدتاً به این دلیل از منظر برون‌زیست‌شناسی مهم تلقی می‌شوند که از افزایش احتمال وجود حیات روی سایر سیاره‌ها و به‌ویژه مریخ حکایت دارند. ممکن است این اکوسیستم‌ها، یا معادل‌های فرازمینی آن‌ها، در عمق این سیارهٔ سرخ، یعنی مریخ، زندگی کنند. مریخ طی دوران اولیه‌ای که سطح آن پوشیده از آب بود، رودخانه و دریاچه داشت و شاید جانداران روی سطح آن نیز زمان کافی برای تکامل داشتند. براساس برآوردی جدید، روی سطح مریخ آب وجود داشت و کل سطح آن را تا عمق پانصد متر می‌پوشاند. ممکن است بخشی از این آب، شاید هم بخش عمده‌ای از آن، هنوز در خاک منجمد[۱]، یعنی یخ روی سطح پوشیده از گردوغبار مریخ که امروزه ما از کاوشگران‌مان[۲] به‌صورت مایع مشاهده می‌کنیم، یا حتی در عمقی بسیار پایین‌تر از این سطح، وجود داشته باشد. اما در چه عمقی؟ فیزیکدانان معتقدند درون مریخ به‌اندازهٔ کافی گرم است که آب آن به‌صورت مایع باشد. این گرما از ترکیب موارد زیر حاصل می‌شود: مواد معدنی پرتوزای درحال واپاشی؛ بخشی از گرمای گرانشی باقیمانده از تجمیع اولیهٔ قطعات کوچک‌تر کیهانی و شکل‌گیری این سیاره؛ و انرژی گرانشی حاصل از فرونشستن عناصر سنگین‌تر و به سطح آمدن عناصر سبک‌تر. مدل اخیر اثرات ترکیبی حاکی از آن است که به‌موازات افزایش عمق لایه‌های پوستهٔ فوقانی با سرعتی معادل ۶ درجهٔ فارنهایت (حدوداً ۱۴ـ درجهٔ سانتیگراد) در مایل (حدوداً ۱/۵ کیلومتر)، دمای سیارهٔ مریخ نیز افزایش پیدا می‌کند. درنتیجه، این امکان وجود داشت که آب در عمق هجده مایلی (حدوداً ۲۹ کیلومتری) زیر سطح

---

۱. Permafrost، زمین دائم یخ‌بسته و لایهٔ همیشه‌منجمد خاک که معمولاً در نواحی قطبی و نیمه‌قطبی یافت می‌شود.

۲. Lander، فرودگر یا سطح‌نشین، فضاپیمایی که پس از رسیدن به یک سیاره یا جرم آسمانی، بر سطح آن فرود می‌آید.

به‌صورت مایع باشد. اما گاهی ممکن است از آبخوان‌ها[۱] مقداری آب به بیرون جریان پیدا کند. در سال ۲۰۰۰، اسکن‌هایی با وضوح بالا که از طریق ماهواره‌ای در حال چرخش انجام گرفت، حضور آبکندهایی[۲] را نشان می‌داد که احتمالاً از طریق جاری شدن جویبارها طی چند قرن یا حتی چند دههٔ گذشته حفر شده‌اند. حیات روی مریخ چه از خود این سیاره برآمده باشد چه به‌صورت ذرات فضایی از زمین به آنجا رسیده باشد، باید شامل شدیددوست‌هایی نیز باشد که برخی از آن‌ها جانداران تک‌سلولی و به‌لحاظ بوم‌شناختی مستقل و قادر به ادامهٔ حیات در درون یا زیر خاک منجمد هستند (یا بودند).

اروپا[۳] که به‌لحاظ دوری، دومین قمر سیارهٔ مشتری[۴] (پس از آیو[۵]) است، رقیب هم‌ارز حیات فرازمینی در منظومهٔ خورشیدی به‌شمار می‌آید. سطح قمر اروپا پوشیده از یخ است و وجود شکاف‌های طولانی و حفره‌های ایجادشده در اثر برخورد شهاب‌سنگ‌ها در سطح این قمر که به‌مرور پر شده‌اند، حاکی از آن است که زیر سطح آن، اقیانوسی از آب‌نمک یا یخ مایع[۶] وجود دارد. این شواهد با احتمال گرمای مداوم داخلی قمر اروپا که

---

۱. Aquifer، سفرهٔ آب یا آبزا، قسمتی از پوسته که سوراخ‌ها یا خلل و فرج سنگ‌های آن از آب مملو و اشباع‌شده باشد.

۲. Gully، نوعی زمین‌چهر (Landform) که به درهٔ تنگ کوچک یا درهٔ تنگ عمیقی گفته می‌شود که گاهی در روی دامنهٔ سفلای آتشفشانی تشکیل می‌شود.

۳. Europa، یکی از ۷۲ قمر سیارهٔ مشتری و پانزدهمین جسم در منظومهٔ خورشیدی بر پایهٔ جرم و حجم

۴. Jupiter، یا هرمز، بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ خورشیدی که به‌لحاظ دوری از خورشید، پنجمین سیاره پس از عطارد، زهره، زمین و مریخ است.

۵. Io، یکی از قمرهای سیارهٔ مشتری و نزدیک‌ترین قمر از اقمار گالیله‌ای مشتری به این سیاره است.

6. Slurry ice

از کشاکش گرانشی بین این قمر و سیارهٔ مشتری و قمرهای آیو و کالیستو[۱] ناشی می‌شود، همخوانی دارد. ضخامت پوستهٔ یخیِ اصلیِ این قمر ممکن است حدوداً ۹/۵ کیلومتر باشد اما درواقع بخش‌های بسیار نازک‌تر سطح آب مایعی که بالا آمده و این پوسته را محصور کرده، به‌قدری نازک‌اند که می‌توانند باعث ایجاد قطعاتی شوند که مانند کوه‌های یخی حرکت می‌کنند. آیا اتوتروف‌های[۲] شبیه به اکوسیستم‌های میکروبی لیتوآوتوتروفیک زیرسطحی، در اقیانوس زیر قمر اروپا شناورند؟ از نظر دانشمندان حوزه‌های سیاره‌شناسی[۳] و زیست‌شناسی، این احتمال‌ها به‌قدری سودمندند که می‌توان به بررسی آن‌ها پرداخت و به‌قدری عملی هستند که می‌توان آن‌ها را مورد آزمایش قرار داد ـ البته اگر بتوان روی شکاف‌های موجود در سطح بالاآمدهٔ آن، کاوشگرهای نرم ـ فرود[۴] قرار داد و به بررسی لایه‌هایی از یخ پرداخت که سطح آن‌ها را می‌پوشاند. گزینهٔ دیگر، البته گزینه‌ای نه‌چندان امیدوارکننده، قمر کالیستو است، یعنی دورترین قمر از میان بزرگ‌ترین اقمار سیارهٔ مشتری که احتمالاً دارای پوسته‌ای یخی به‌ضخامتی در حدود شصت مایل (حدوداً ۹۵ کیلومتر) و اقیانوس آب‌شوری به‌عمق دوازده مایل (حدوداً ۱۹ کیلومتر) است.

شبیه‌ترین اقیانوس روی سیارهٔ زمین به اقیانوس‌های فرضی موجود در

---

۱. Callisto، یکی از قمرهای سیارهٔ مشتری و سومین قمر بزرگ در منظومهٔ خورشیدی و دومین قمر بزرگ مشتری پس از گانیمد (Ganymede)

۲. Autotroph، یا خودپرور، به جانداری گفته می‌شود که قادر است خوراک خود را بدون وابستگی به موجودی دیگر تأمین کند.

۳. Planetary، دانش بررسی سیاره‌ها ازجمله زمین و سامانه‌های سیاره‌ای و به‌ویژه منظومهٔ خورشیدی، و دانشی میان‌رشته‌ای است که از هم‌آوایی اخترشناسی و علوم زمین پدید آمده است.

۴. Soft landing، اشاره به هر نوع فرود هواپیما، موشک یا فضاپیما که برخلاف فرود سخت، صدمهٔ قابل‌توجهی به حامل یا محموله وارد نمی‌کند.

قمرهای اروپا و کالیستو، دریاچهٔ وستوک[۱] جنوبگان است. دریاچهٔ وستوک حدوداً به‌اندازهٔ دریاچهٔ انتاریو[۲] و به عمقی بیش از ۱۵۰۰ فوت (حدوداً ۴۵۷ متر)، حدوداً سه کیلومتر زیر یخسار جنوبگان خاوری[۳] در دوردست‌ترین بخش این قاره واقع شده است. حداقل یک میلیون سال قدمت دارد، کاملاً تاریک است، تحت فشار شدید و کاملاً جدا از سایر اکوسیستم‌ها قرار دارد. اگر محیط سترون و نابارورى روی سیارهٔ زمین وجود داشته باشد، حتماً دریاچهٔ وستوک است. اما در این دنیای مخفی نیز جاندارانی وجود دارند. دانشمندان اخیراً به حفاری و بررسی یخ یخچال‌های لایهٔ زیرین در عمق ششصد فوتی (حدوداً ۱۸۳ متری) در مجاورت این دریاچه پرداخته‌اند. نمونه‌های مغزه‌ای پایین‌ترین لایه، حاوی تنوع پراکنده‌ای از باکتری‌ها و قارچ‌ها بود که به‌احتمال قریب‌به‌یقین از آب‌های زیرزمینی نشئت گرفته‌اند. متهٔ حفاری به داخل آب مایع فشار داده نمی‌شود. درغیر این‌صورت، یکی از آخرین زیستگاه‌های بازماندهٔ طبیعی و دست‌نخوردهٔ روی سیارهٔ زمین آلوده می‌شود. عملیات وستوک تاکنون اطلاعات چندانی دربارهٔ احتمال وجود حیات فرازمینی در اختیار ما قرار نداده، اما پیشگام کاوش‌های مشابهی بوده که احتمالاً طی قرن حاضر در مریخ و قمرهای سیارهٔ مشتری، یعنی اروپا و کالیستو، انجام خواهد شد.

تصور کنید اتوتروف‌هایی مشابه اتوتروف‌های روی زمین بدون استفاده از نور خورشید به‌وجود آمده باشند. آیا امکان دارد آن‌ها در این تاریکی شدید و مطلق باعث به‌وجود آمدن انواعی از جانوران شده باشند؟ این

---

۱. Lake Vostok، دریاچه‌ای زیریخی در جنوبگان و بزرگ‌ترین دریاچهٔ زیریخی جهان

۲. Lake Ontario، یکی از دریاچه‌های بزرگ واقع‌در امریکای شمالی که در مرز ایالات متحد امریکا با کانادا قرار گرفته است.

۳. East Antarctic Ice Sheet، یکی از دو یخسار بزرگ در جنوبگان و بزرگ‌ترین یخسار در تمام سیارهٔ زمین

مسئله، تصویر گونه‌هایی شبیه به سخت‌پوستان را در ذهن تداعی می‌کند که از طریق پالایش و غربال میکروب‌ها و جانورانی بزرگ‌تر شبیه ماهی تغذیه می‌کنند که آن‌ها نیز به‌نوبهٔ‌خود جاندارانی شبیه سخت‌پوستان را شکار می‌کنند. اکتشافی جدید روی سیارهٔ زمین حاکی از آن است که امکان وقوع چنین تکوینِ مستقل اشکال پیچیدهٔ حیات وجود دارد. غار موویل[۱] در کشور رومانی بیش از ۵/۵ میلیون سال پیش، مهروموم شد و کسی اجازهٔ ورود به آن را نداشت. از قرار معلوم این غار طی آن دوران از طریق تَرَک‌های ریز صخره‌های فوقانی اکسیژن دریافت می‌کرد اما هیچ نوع مادهٔ آلی ـ یعنی ماده‌ای که معمولاً به‌واسطهٔ گیاهان و جانورانی ایجاد می‌شود که در جهان بیرون غار در معرض نور خورشید هستند ـ در این غار وجود نداشت. اشکال معین حیات در بیشتر غارهای سراسر جهان حداقل بخشی از انرژی خود را از فضای بیرون غار جذب می‌کنند، اما ظاهراً این امر در مورد غار موویل صدق نمی‌کند و احتمالاً پیش از این نیز صدق نمی‌کرده است. انرژی پایه در این غار، باکتری‌های اتوتروفی هستند که به سوخت‌وساز سولفید هیدروژنِ[۲] صخره‌ها می‌پردازند. درحدود ۴۸ گونهٔ جانوری، از این باکتری‌ها و از یکدیگر تغذیه می‌کنند و هنگام اکتشاف این غار، ۳۳ مورد از این گونه‌ها در عرصهٔ علم هنوز ناشناخته بودند. میکروب‌خواران[۳] که معادل گیاهخواران در فضای بیرونی غار هستند، خرخاکی‌های گلوله‌ای[۴]، دُم‌فنری‌ها، هزارپائیان، و دُم‌مویی‌ها[۵] را شامل می‌شوند. از میان گوشت‌خوارانی

---

۱. Movile cave، در نزدیکی شهر منگلیا (Mangalia) واقع‌در شهرستان کونستانسا (Constanța) در رومانی و در چند کیلومتری دریای سیاه

2. Hydrogen sulfide

3. Microbe grazer

۴. Pill bug، نوعی خرخاکی که هنگام خطر به‌شکل گلوله درمی‌آید.

۵. Bristletail، این حشره به‌دلیل داشتن سه موی زبر بلند در انتهای بدن خود، به این نام خوانده می‌شود.

که میکروب‌خواران را شکار می‌کنند، می‌توان به کژدم‌وارگان[۱]، لب‌پایان[۲]، و عنکبوت‌ها اشاره کرد. این جانداران پیچیده‌تر، از نوادگان نیاکانی هستند که پیش از مهروموم شدن این غار وارد آن شده بودند. نمونهٔ دیگری از سیستم‌های مستقل و تاریک، هرچند نه کاملاً بسته به‌روی دنیای بیرون، غار خانهٔ روشن است که در نزدیکی ارتفاعات ایالت‌های چیاپاس و تاباسکو[۳] در جنوب مکزیک قرار دارد. انرژی پایهٔ این غار نیز از متابولیسم باکتری‌های اتوتروف تأمین می‌شود. این باکتری‌ها با ایجاد لایه‌هایی روی دیوارهای داخلی غار، از سولفید هیدروژن تغذیه می‌کنند و به حیات خود ادامه می‌دهند و امکان حیات جمعیتی متشکل از چند گونهٔ مختلف از جانوران کوچک را نیز فراهم می‌سازند.

مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ توزیع و پراکندگی حیات، چند الگوی بنیادین از نحوهٔ تکثیر گونه‌ها و کنارهم‌قرارگیری آن‌ها در اکوسیستم‌های دوردست سیارهٔ زمین را نشان داده‌اند. اولین و ابتدایی‌ترین مورد از الگوهای مذکور این است که هر جا، چه روی سطح و چه در عمق، حیات وجود داشته باشد، باکتری‌ها و آرکی‌ها نیز حضور دارند. الگوی دوم این است که آغازیان و بی‌مهره‌گان بسیار کوچک، حتی اگر کوچک‌ترین فضایی وجود داشته باشد که بتوانند در آن وول بخورند یا بچرخند و شنا کنند، در آن نفوذ می‌کنند و به شکار میکروب‌ها و یکدیگر می‌پردازند. اصل سوم این است که هرچه فضای بیشتری، ازجمله وسیع‌ترین اکوسیستم‌ها نظیر علفزارها و اقیانوس‌ها، وجود داشته باشد، تعداد جانوران بزرگی که در آن‌ها زندگی می‌کنند، بیشتر است. و مورد آخر اینکه بیشترین تنوع حیات که براساس

---

۱. Pseudoscorpionida، راسته‌ای از ردهٔ عنکبوتیان (Arachnid)

۲. Centipede، یا لب‌پاویسان، رده‌ای از بالاردهٔ هزارپایان

۳. Tabasco، یکی از ۳۱ ایالت مکزیک

تعداد گونه‌ها ارزیابی شده، در زیستگاه‌هایی پدیدار می‌شود که دارای بیشترین میزان انرژی خورشیدی در طول سال، بیشترین میزان دسترسی به زمین بدون یخ، بیشترین تنوع زمین و بیشترین ثبات اقلیمی طی دوره‌های طولانی‌مدت باشند. بنابراین، جنگل‌های بارانی استوایی[۱] قاره‌های آسیا، آفریقا، و امریکای جنوبی به‌مراتب از بیشترین تعداد گونهٔ گیاهی و جانوری برخوردارند.

تنوع‌زیستی، صرف‌نظر از میزان آن، در هر سه سطح شکل می‌گیرد. اکوسیستم‌هایی نظیر جنگل‌های بارانی، صخره‌های مرجانی و دریاچه‌ها در رأس این سطوح قرار دارند. گونه‌ها شامل جانداران اکوسیستم‌ها، از جلبک‌ها و پروانه‌های دُم‌چلچله‌ای[۲] گرفته تا مارماهی‌های رنگین[۳] و انسان‌ها، در سطح بعدی قرار می‌گیرند. ژن‌های متنوعی که وراثت اعضای تشکیل‌دهندهٔ هریک از گونه‌ها را تعیین می‌کنند، در پایین‌ترین سطح قرار می‌گیرند.

هریک از گونه‌ها به‌لحاظ روش منحصربه‌فردی که از طریق آن از سایر گونه‌ها تغذیه می‌کنند، مورد مصرف غذاییِ سایر گونه‌ها قرار می‌گیرند، و با سایر گونه‌ها رقابت و همکاری می‌کنند، با جامعهٔ خود مرتبط می‌شوند. همچنین گونه‌ها به‌لحاظ روشی که براساس آن باعث تغییر خاک، آب و هوا می‌شوند، به‌طور غیرمستقیم بر جامعهٔ خود تأثیر می‌گذارند. بوم‌شناسان کل این مجموعه را به‌عنوان شبکه‌ای از انرژی و موادی تلقی می‌کنند که مدام از محیط فیزیکی پیرامون این جامعه به درون آن سرازیر و از آن خارج می‌شوند، سپس این روند ادامه پیدا می‌کند تا چرخه‌های مداوم اکوسیستم

---

۱. Tropical (equatorial) rainforest، جنگل باران‌خیز حاره‌ای (گرمسیری)، نوعی زیست‌بوم جنگلی روی زمین و دارای غنی‌ترین تنوع جانوری واقع‌در مناطق نزدیک به استوا با میزان بارندگی زیاد

۲. Swallowtail butterfly، خانواده‌ای از پروانه‌ها از راستهٔ پولک‌بالان یا پروانه‌سانان (Lepidoptera)

۳. Moray eel، یا مارماهی رنگین نواری، از خانوادهٔ رنگین‌ماهیان (Muraenidae)

که هستی ما به آن‌ها متکی است، ایجاد شود.

مشخص کردن یک اکوسیستم کار ساده‌ای است، به‌ویژه اگر مانند یک باتلاق یا یک مرغزار آلپ[۱] به‌لحاظ فیزیکی ازهم گسسته باشد. اما آیا شبکهٔ پویای جانداران، مواد و انرژیِ این اکوسیستم باعث پیوند آن به سایر اکوسیستم‌ها می‌شود؟ در سال ۱۹۷۲، جیمز ای. لاولاک[۲] مبتکر و دانشمند بریتانیایی در این‌باره گفت که این امر درواقع به کل زیست‌کره مربوط می‌شود و می‌توان زیست‌کره را نوعی اَبَرجاندار(سوپرارگانیسم)[۳] در نظر گرفت که کرهٔ زمین را احاطه کرده است. او به‌تأسی از الههٔ گایا یا گِه[۴]، الههٔ کم‌وبیش شخصی سرزمین اولیهٔ یونان، برآورده‌کنندهٔ آرزوها، تجلی شخصیت الهی سیارهٔ زمین، و عینیت کیش زمین، و همچنین مادر دریاها، کوه‌ها و دوازده تیتان[۵] ـ به‌عبارتی دیگر، بزرگ ـ این موجودیت واحد را گایا نامید. نگرش به مقولهٔ حیات به این روش فوق‌العاده و مبتنی بر کل‌گرایی[۶] از ارزشی

---

۱. Alpine meadow، منطقه‌ای طبیعی یا زیست‌بومی که به‌دلیل قرارگیری در ارتفاع بالا، دارای درخت نیست.

۲. James E. Lovelock، متولد ۱۹۱۹، دانشمند بریتانیایی در حوزهٔ پزشکی که برندهٔ جوایزی همچون همکار انجمن سلطنتی این کشور شده است.

۳. Superorganism، اجتماعی از جاندارانی از یک گونهٔ معین که برای رسیدن به اهداف مشترک همچون بقا، رشد، توسعه و تولیدمثل یکپارچه شده و از طریق برقراری تعامل و همکاری به‌عنوان جانداری واحد رفتار می‌کنند.

۴. Gaia (Gaea/Ge)، در اساطیر یونانی، تجسم شخصیت زمین و یکی از اصیل‌ترین و کهن‌ترین خدایان یونانی است. او یکی از ایزدان نخستین یونان و اولین الههٔ زمین محسوب می‌شود.

۵. Titan، یا تایتان، یکی از نژادهای ایزدان در اساطیر یونانی است. تیتان‌ها ایزدانی نامیرا و نیرومند بودند که در دوران طلایی قبل از المپ‌نشینان، بر زمین فرمانروایی می‌کردند. تایتان‌ها فرزندان اورانوس (آسمان) و گایا (زمین) بودند.

۶. Holism، به نگرش و طرز تفکری گفته می‌شود که براساس آن، تعیین و تبیین تمامی صفات و ویژگی‌های سیستم‌ها تنها و تنها با مطالعهٔ مؤلفه‌ها و اجزای متشکلهٔ آن‌ها میسر نیست.

قابل‌توجه برخوردار است. محیط فیزیکی سیارهٔ زمین که در میان سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی بی‌نظیر است، به‌واسطهٔ جانداران آن و در تعادلی دقیق و به‌شکلی کاملاً متفاوت از آنچه در عدم حضور این جانداران ممکن است، حفظ می‌شود. شواهد بسیاری دراین‌باره وجود دارد که حتی برخی از گونه‌ها تأثیر چشمگیری در سراسر جهان دارند. بارزترین نمونهٔ این گونه‌ها، یعنی فیتوپلانکتون‌های[1] موجود در اقیانوس‌ها و متشکل از باکتری‌ها، آرکی‌ها، و جلبک‌های میکروسکوپی فتوسنتزکننده، در کنترل اقلیم جهان نقشی عمده ایفا می‌کنند. باور بر این است که دی‌متیل سولفیدی[2] که صرفاً توسط جلبک‌ها تولید می‌شود، عامل مهمی در تنظیم روند شکل‌گیری ابرها به‌شمار می‌آید.

ایدهٔ زیست‌کره به‌عنوان گایا به دو صورت تعبیر می‌شود: قوی و ضعیف. تعبیر قوی عبارت است از اینکه زیست‌کره، مانند سلول‌های بدن یا کارگران کلنی مورچه‌ها، اَبَرجانداری واقعی است که هریک از گونه‌های موجود در آن، برای ثبات بخشیدن به محیط و سود بردن از تعادل موجود در کل سیستم، به‌بهترین شکل عمل می‌کنند. این استعارهٔ دوست‌داشتنی از درون‌مایه‌ای حقیقی برخوردار است مشروط به اینکه ایدهٔ اَبَرجاندار بسط و گسترش پیدا کند. اما زیست‌شناسان ازجمله خود لاولاک نیز نپذیرفتند که این تعبیر می‌تواند به‌عنوان یک اصل کارآمد تلقی شود. از سوی دیگر، تعبیر ضعیف با این مضمون که برخی گونه‌ها از تأثیر گسترده و حتی جهانی برخوردار هستند، کاملاً اثبات شده است. پذیرش این تعبیر باعث ترغیب پژوهشگران به ارائهٔ برنامه‌های پژوهشی جدید و مهمی شده است.

شاعر می‌پرسد، با در نظر گرفتن کلیت حیات، فرزندان گایا چه کسانی هستند؟

---

۱. Phytoplankton، دسته‌ای از آغازیان تولیدکننده یا گیاه‌مانند که اتوتروف (خودپرور) هستند.

2. Dimethyl sulfide

بوم‌شناس پاسخ می‌دهد، فرزندان گایا گونه‌ها هستند. ما باید با نقشی که هریک از آن‌ها در کل و برای ادارهٔ هوشمندانهٔ زمین ایفا می‌کنند، آشنا شویم.

سپس دانشمند حوزهٔ سامانه‌شناسی[۱] می‌گوید، پس بیایید شروع کنیم. چند گونه وجود دارد؟ کجای جهان هستند؟ خویشاوندان ژنتیکی آن‌ها چه کسانی هستند؟

سامانه‌شناسان، یعنی زیست‌شناسانی که حیطهٔ تخصص‌شان طبقه‌بندی جانداران است، گونه‌ها را به‌عنوان واحدی در نظر می‌گیرند که بتوانند با استفاده از آن، میزان تنوع‌زیستی را اندازه‌گیری کنند. آن‌ها بر نوعی سیستم طبقه‌بندی متکی هستند که اواسط دههٔ ۱۷۰۰ توسط کارل لینه،[۲] طبیعت‌شناس سوئدی، ابداع شده است. براساس سیستم ابداعی لینه، به هریک از گونه‌ها نامی دوبخشی به زبان لاتین اختصاص داده می‌شود، مانند کانیس لوپوس[۳] برای گرگ خاکستری که لوپوس، گونه و کانیس، سردهٔ گرگ‌ها و سگ‌ها را معرفی می‌کند. همچنین، تمام انسان‌های امروزی از گونهٔ انسان خردمند[۴] هستند. امروزه، تنها یک عضو از سردهٔ بسیار متمایز ما وجود دارد اما در حدود ۲۷ هزار سال پیش، انسان‌های نئاندرتال[۵]، یعنی نئاندرتال‌هایی که پیش از انسان‌های خردمند در اروپای پوشیده از یخچال‌های طبیعی زندگی می‌کردند، نیز وجود داشتند.

---

۱. Systematics، دانشی که وظیفهٔ اصلی‌اش تلاش برای درک تاریخ تطور حیات است؛ به بیانی دیگر، این دانش به آرایه‌شناسی جانداران باتوجه‌به روابط میان آن‌ها طی روند تکامل و سازگاری با محیط زندگی آن‌ها می‌پردازد.

۲. Carl Linnaeus (Carl von Linné)، (۱۷۷۸ ـ ۱۷۰۷)، گیاهشناس و پزشک سوئدی و پایه‌گذار سیستم امروزی طبقه‌بندی گیاهان و جانوران

۳. *Canis lupus*، نام علمی گرگ

4. *Homo sapiens*

۵. *Homo neanderthalensis*، گونه‌ای از سردهٔ انسان که در اروپا و بخش‌هایی از باختر آسیا، آسیای مرکزی و شمال چین (آلتای) زندگی می‌کرد.

گونه‌ها پایهٔ کل سیستم ابداعی لینه و واحدی است که زیست‌شناسان به‌طور قراردادی براساس آن‌ها طول عمر را پیش‌بینی می‌کنند. رده‌های بالاتر از سرده تا بالافرمانرو[۱]، تنها ابزاری هستند که با استفاده از آن، میزان شباهت به‌طور ذهنی مورد سنجش قرار می‌گیرد و به‌طور تقریبی تعیین می‌شود. وقتی می‌گوییم انسان نئاندرتال، منظورمان گونه‌ای نزدیک به گونهٔ انسان خردمند است؛ وقتی می‌گوییم استرالوپیتکوس آفریکانوس[۲] تا به یکی از میمون‌های انسان‌نما اشاره کنیم، منظورمان موجودی به‌قدری متفاوت از گونهٔ انسان است که می‌توان آن را در سردهٔ دیگری، یعنی استرالوپیتکوس[۳] طبقه‌بندی کرد. وقتی می‌گوییم هر سهٔ این گونه‌ها که دو سرده را تشکیل می‌دهند، انسانیان[۴] هستند، منظورمان این است که آن‌ها آن‌قدر به یکدیگر نزدیک و شبیه هستند که به‌عنوان اعضای یک خانواده، یعنی انسانیان طبقه‌بندی می‌شوند. نزدیک‌ترین خویشاوندان زندهٔ انسانیان، شامپانزهٔ معمولی[۵]، یعنی پان ترو گلودیتس[۶]، و شامپانزهٔ کوتوله[۷]، یا بونوبو[۸]،

---

۱. Domain، یا دامنه یا قلمرو، بالاترین طبقهٔ آرایه‌شناختی جانداران که بالاتر از طبقهٔ فرمانرو (Kingdom) قرار دارد.

۲. *Australopithecus africanus*، گونه‌ای از میمون‌های بی‌دُم که در جنوب آفریقا زندگی می‌کرده است.

۳. *Australopithecus*، سردهٔ منقرض‌شده‌ای از انسان‌تباران که ویژگی‌های انسان‌وارانه داشتند اما گنجایش جمجمه‌شان کمتر از آن بود که انسان به‌شمار آیند.

۴. Hominids (Hominidae)، نخستینیان یا میمون‌های بزرگ، خانواده‌ای آرایه‌شناختی شامل چهار سردهٔ موجود شامپانزه‌ها، گوریل‌ها، انسان‌ها، و اورانگوتان‌ها

۵. Common chimpanzee، یا شامپانزهٔ قدرتمند، گونه‌ای از انسانیان و بومی جنگل‌ها و ساوانا و مناطق گرمسیری و مرطوب مرکز و غرب آفریقا

۶. *Pan troglodytes*، نام علمی گونهٔ شامپانزهٔ معمولی

۷. Pygmy chimpanzee، گونه‌ای در معرض انقراض از سردهٔ شامپانزه که زیستگاه فعلی آن‌ها تنها بخشی از جمهوری دموکراتیک کنگو در آفریقاست.

۸. Bonobo، نام دیگر گونهٔ شامپانزهٔ کوتوله

یعنی پان پانیسکوس[۱] هستند. آن‌ها آن‌قدر به یکدیگر شبیه و دارای نیاکان مشترک نزدیکی هستند که بتوان آن‌ها را در یک سرده، یعنی پان، طبقه‌بندی کرد. هر دوِ آن‌ها آن‌قدر از گونهٔ انسانیان، متفاوت و دارای نیاکان مشترک دوری هستند که نه‌تنها سرده‌ای متمایز بلکه خانواده‌ای جداگانه، یعنی پونگید یا میمون‌های بزرگ[۲]، را تشکیل می‌دهند. خانوادهٔ پونگید، سردهٔ دومی برای اورانگوتان‌ها و سردهٔ سومی برای دو گونهٔ گوریل‌ها نیز محسوب می‌شود.

بنابراین برای نامگذاری دوبخشی به‌منظور مشخص کردن اشکال حیات، از میان لایه‌های نازک تنوع‌زیستی سیارهٔ زمین به‌سمت خارج پیش می‌رویم. اگر با این نام‌های لاتین آشنا شوید، درک اصول طبقه‌بندی بالاتر کار بسیار ساده‌ای است. سیستم طبقه‌بندی لینه نیز به‌لحاظ سلسله‌مراتبی براساس همان اصول اولیه‌ای آغاز می‌شود که برای ساماندهی نیروهای رزمی زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند و تا طبقه‌های بالاتر تنوع‌زیستی ادامه پیدا می‌کند، یعنی همان‌طور که نیروهای رزمی از جوخه آغاز و تا دسته، گروهان، لشگر، سپاه، نیروی زمینی ادامه پیدا می‌کند. برگردیم به گرگ خاکستری، سردهٔ آن که سگ[۳] است، یعنی سگ‌های معمولی و گرگ‌ها، با سرده‌های دیگری که گونهٔ کایوت[۴] و روباه[۵] را شامل می‌شوند، در خانوادهٔ سگ‌سانان[۶] قرار می‌گیرند. خانواده‌ها دسته‌بندی می‌شوند و راسته‌ها را تشکیل می‌دهند؛ راستهٔ گوشت‌خوارسانان[۷]،

---

۱. *Pan paniscus*، نام علمی گونهٔ شامپانزهٔ کوتوله

2. Pongidae

۳. *Canis*، سرده‌ای از خانوادهٔ سگ‌سانان

۴. Coyote، یا گرگ صحرایی امریکای شمالی، پستانداری از راستهٔ گوشت‌خواران، ردهٔ سگ‌سانان

۵. Fox، جانوری از تیرهٔ سگ‌سانان

۶. Canidae، خانواده‌ای از راستهٔ گوشت‌خواران پستاندار و شامل حیواناتی چون گرگ، روباه و شغال و سگ اهلی

۷. Carnivora، شامل دست‌کم ۲۷۹ گونه از پستانداران و پنجمین راستهٔ ←

تمام سگ‌سانان و به‌ترتیب خانواده‌های خرس‌ها، گربه‌ها، راسوها[۱]، راکون‌ها[۲] و کفتارها[۳] را شامل می‌شود. راسته‌ها دسته‌بندی می‌شوند و رده‌ها را تشکیل می‌دهند، ردهٔ پستانداران متشکل از گوشت‌خواران و تمام پستانداران دیگر است، و رده‌ها دسته‌بندی می‌شوند و شاخه‌ها[۴] را تشکیل می‌دهند، در این توالی و تسلسل خاص، شاخهٔ طناب‌داران[۵]، پستانداران و تمام مهره‌داران دیگر و همچنین نیزک‌ها[۶] و آب‌دزدک دریایی[۷] فاقد مهره را شامل می‌شود. پس از آن، شاخه‌ها دسته‌بندی می‌شوند و فرمانروها[۸] (باکتری‌ها، آرکی‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، جانوران، گیاهان) را تشکیل می‌دهند؛ و سرانجام، در رأس این سلسله‌مراتب که همه‌چیز را شامل می‌شود، سه بالافرمانرو یا قلمرو بزرگ حیات روی سیارهٔ زمین قرار دارد: باکتری‌ها، آرکی‌ها، و یوکاریوت‌ها، و مورد آخر، یعنی یوکاریوت‌ها شامل آغازیان (همچنین موسوم به پروتوزوآ

← پستانداران از نظر تعداد گونه‌ها و یکی از موفق‌ترین آن‌ها محسوب می‌شود.

۱. Weasel، سرده‌ای از پستانداران گوشت‌خوار و فعال و چالاک کوچک‌اندام

۲. Racoon، پستانداری میان‌جثه و بومی امریکای شمالی و بزرگترین عضو خانودهٔ خرسکیان (Prpcyonidae)

۳. Hyena، درحال‌حاضر تنها چهار گونه کفتار وجود دارند که از گوشت‌خواران خشکی‌زی و بومی آفریقا و آسیا هستند.

۴. Phylum، یکی از آرایه‌های رده‌بندی علمی جانداران که پایین‌تر از فرمانرو و بالاتر از رده جای دارد.

۵. Chordata، شاخه‌ای از جانوران که به‌طور کلی دارای چهار ویژگی هستند. این ویژگی‌ها در تمام طول زندگی آن‌ها یا فقط در مقاطع خاصی از زندگی جانوران (مثلاً دورهٔ جنینی) بروز می‌کنند.

۶. Lancelet، نوعی جاندار طناب‌دار دریایی شبیه به ماهی که ۳۲ گونهٔ مختلف دارد.

۷. Sea squirt، یا همان زیرشاخهٔ جانوری دُم‌طناب‌داران (Urochordata)، جانوری دریازی کوچک با پوششی سلیسی. بدن این جانور دارای یک کیسه و دو لوله برای ورود و خروج آب است و تصفیهٔ آب در داخل کیسهٔ آن صورت می‌گیرد.

۸. Kingdom، یکی از طبقه‌های آرایه‌شناختی جانداران

یا آغازیان جانورمانند)، قارچ‌ها، جانوران و گیاهان است.

اما واحدهای واقعی که همیشه می‌توان آن‌ها را مشاهده کرد و به‌عنوان اشیایی مادی به‌حساب آورد، گونه‌ها هستند. گونه‌ها مانند سربازان حاضر در میدان جنگ، پیرامون ما حضور دارند و منتظرند تا صرف‌نظر از اینکه چطور آن‌ها را به‌طور قراردادی دسته‌بندی و نامگذاری می‌کنیم، به حساب آورده شوند. چه تعداد گونه در جهان وجود دارد؟ چیزی بین ۱/۵ تا ۱/۸ میلیون گونه کشف و با نامی علمی و رسمی نامگذاری شده‌اند. تاکنون کسی نتوانسته براساس مطالب مربوط به آرایه‌شناسی که طی ۲۵۰ سال گذشته منتشر شده، شمارش دقیقی از گونه‌ها ارائه کند. به‌هرحال، خوب می‌دانیم این فهرست، صرف‌نظر از اینکه چقدر عریض و طویل باشد، فقط آغاز راه است. طبق این روش به‌کار گرفته‌شده، برآوردهای تعداد واقعی گونه‌های زنده در حدود ۱۰۰ـ۳/۶ میلیون است. میانگین این ارقام، کمی بیش از ده میلیون برآورد می‌شود اما ممکن است برخی کارشناسان با اصرار بر این رقم یا هر رقم دیگر یا حتی بر نزدیک‌ترین رقم ممکن، اعتبار خود را به خطر بیندازند.

واقعیت این است که ما روند کشف حیات روی سیارهٔ زمین را به‌تازگی آغاز کرده‌ایم. از میزان اطلاعات‌مان در مورد باکتری‌های سردهٔ پروکلورو کوکوس[1] می‌توانیم به کم بودن میزان اطلاعات‌مان پی ببریم؛ این باکتری‌ها که مسلماً فراوان‌ترین جانداران روی سیارهٔ زمین و مسئول بخش عمده‌ای از تولید مواد آلی اقیانوس‌ها هستند، تا سال ۱۹۸۸ همچنان در عرصهٔ علم ناشناخته بودند. باکتری‌های پروکلورو کوکوس در دسته‌های ۲۰۰ـ۷۰ هزارتایی منفعلانه در آب‌های آزاد شناور هستند و با استفاده از انرژی که از نور خورشید جذب می‌کنند، تکثیر می‌شوند. اندازهٔ فوق‌العاده

---

۱. *Prochlorococcus*، فراوان‌ترین باکتری‌های فتوسنتزکنندهٔ اقیانوس‌ها و از باکتری‌های اصلی تولیدکنندهٔ اکسیژن محسوب می‌شوند.

کوچک آن‌ها دقیقاً همان عاملی است که باعث شده دست‌نیافتنی باشند. آن‌ها به گروه خاصی به‌نام پیکوپلانکتون[۱]، یعنی اشکالی حتی کوچک‌تر از باکتری‌های معمولی، تعلق دارند و حتی با بالاترین بزرگ‌نمایی عددی (نوری)[۲] نیز به‌سختی قابل‌مشاهده‌اند.

اقیانوس‌های نیلگون جهان مملو از سایر انواع باکتری‌ها، آرکی‌ها، و پروتوزوآی نوپدید و نه‌چندان شناخته‌شده هستند. دههٔ ۱۹۹۰ که پژوهشگران مطالعه و بررسی در مورد آن‌ها را آغاز کردند، دریافتند که این جانداران بسیار فراوان‌تر و متنوع‌تر از هر جاندار دیگری هستند که پیش از این تصور می‌شد. بخش عمده‌ای از این دنیای بسیار ریز و مینیاتوری در درون و پیرامون مادهٔ تاریکِ[۳] مشاهده‌نشدهٔ پیشین وجود دارد و این ماده متشکل از توده‌های حجیم کلوئیدها[۴]، قطعات سلولی و پلیمرهایی است که قطر آن‌ها چیزی بین میلیاردیم تا صدم یک متر است. برخی از این مواد حاوی «کانون‌های تجمع» مواد مغذی هستند که باکتری‌های مردارخوار[۵] و شکارگرهای آن‌ها، یعنی ریزپروتوزوآ و باکتری‌ها، را به خود جذب می‌کنند. اقیانوسی که ما به آن خیره می‌شویم و در ظاهر زلال به‌نظر می‌رسد و فقط گهگاهی ماهی‌ها و بی‌مهره‌هایی در زیر آب آن عبور می‌کنند، همان اقیانوسی نیست که

---

۱. Picoplankton، اندازهٔ آن‌ها تا ۰/۲ میکرون است، مانند باکتری‌ها

۲. Optical magnification، یا بزرگ‌نمایی نوری، به نسبت اندازهٔ تصویر به اندازهٔ شیء گفته می‌شود که فاقد بُعد است.

۳. Dark Matter، نوعی از ماده که فرضیهٔ وجود آن در اخترشناسی و کیهان‌شناسی ارائه شده تا پدیده‌هایی را توضیح دهد که به‌نظر می‌رسد ناشی از وجود میزان خاصی از جرم باشند که از جرم موجود مشاهده‌شده در جهان بیشتر است.

۴. Colloid، یا چسب‌سان، مخلوطی ناهمگن و حالتی بین محلول و سوسپانسون که ذرات حل‌شونده در آن بزرگ‌تر از ذرات محلول‌ها و ریزتر از ذرات مخلوط‌ها هستند.

۵. Scavenger، یا لاشه‌خوار، جانوری گوشت‌خوار یا گیاهخوار که از مواد آلی جانداران مرده و در حال فساد تغذیه می‌کند.

تصور می‌کنیم. جانداران قابل‌مشاهده فقط نوک هرم زیست‌تودهٔ گستردهٔ این اقیانوس را تشکیل می‌دهند.

کوچک‌ترین گونه‌ها در میان جانداران چندسلولیِ موجود در تمام محیط‌های سیارهٔ زمین، درمقایسه با مابقی گونه‌ها کمتر شناخته‌شده هستند. حدود ۶۹ هزار گونه از قارچ‌ها که تقریباً مانند میکروب‌ها در همه‌جا یافت می‌شوند، شناسایی و نامگذاری شده‌اند اما از قرار معلوم، حدود ۱/۶ میلیون مورد از آن‌ها وجود دارند. حدود ۱۵ هزار گونه از کرم‌های لوله‌ای که چهار مورد از هر پنج جانور روی سیارهٔ زمین را تشکیل می‌دهند و از گسترده‌ترین پراکندگی برخوردارند، شناسایی شده اما همچنان میلیون‌ها مورد دیگر از آن‌ها در انتظار کشف شدن هستند.

طی انقلاب مولکولی در عرصهٔ زیست‌شناسی که نیمهٔ دوم قرن بیستم رخ داد، رشتهٔ سامانه‌شناسی به‌عنوان رشته‌ای کاملاً قدیمی و منسوخ‌شده تلقی می‌شد. این رشته کنار گذاشته شد و مورد توجه چندانی قرار نگرفت. درحال‌حاضر که اقدام مهم لینه در زمینهٔ سیستم طبقه‌بندی جانداران به‌عنوان رویدادی مهم در نظر گرفته می‌شود، رشتهٔ سامانه‌شناسی نیز جایگاه عملیاتی خود را در عرصهٔ زیست‌شناسی بازیافته است. دلایل متعددی را می‌توان برای این نوزایی برشمرد. زیست‌شناسی مولکولی[۱] ابزاری را در اختیار سامانه‌شناسان قرار داده تا به روند کشف جانداران میکروسکوپی سرعت ببخشند. درحال‌حاضر برای ردیابی سریع و متقاعدکنندهٔ تکامل حیات، تکنیک‌های جدیدی در عرصه‌های ژنتیک و نظریهٔ ریاضیاتی درخت (گراف)[۲]

---

۱. Molecular biology، مطالعهٔ زیست‌شناسی در سطح مولکولی است که دارای وجوه مشترکی با زیست‌شناسی، شیمی، و به‌طور خاص، با علم ژنتیک و بیوشیمی است. این حوزه، علم استنباط تعامل‌های مولکولیِ فعالیت‌های بیولوژی در بین سیستم‌های مختلف درون‌سلولی است.

۲. Tree (Graph) ، نموداری انشعابی که اصطلاحاً درخت (گراف) نامیده ←

در دسترس است. همهٔ این رویدادها درست به‌موقع اتفاق افتاده‌اند. بحران جهانی محیط زیست باعث شده نقشه‌برداری کامل و دقیقِ تمام تنوع زیست‌شناختی ضرورت پیدا کند.

یکی از مرزهای باز اکتشاف و شناسایی تنوع‌زیستی، بستر اقیانوس‌ها است که از منطقهٔ زوال موج[۱] تا ناحیهٔ مغاکی[۲]، حدوداً ۷۰ درصد سطح سیارهٔ زمین را پوشش می‌دهد. برخلاف خشکی که فقط ده شاخهٔ جانوری در آن یافت می‌شود، تمام ۳۶ شاخهٔ شناخته‌شدهٔ جانوری که رده‌بالاترین و منحصربه‌فردترین گروه‌های سلسله‌مراتب آرایه‌شناختی به‌شمار می‌آیند، در اقیانوس‌ها یافت می‌شوند. آشناترین انواع این شاخه‌های جانوری عبارت‌اند از بندپایان یا حشرات، سخت‌پوستان، عنکبوتیان و خویشاوندان فراوان آن‌ها؛ و نرم‌تنان[۳] شامل حلزون‌ها، صدف‌های سیاه[۴] و هشت‌پاها[۵]. جالب اینکه دو مورد از شاخه‌های دریازی طی سی سال گذشته کشف شد: لوریسیفرها (سپردارتباران)[۶]، یعنی جاندارانی گلوله‌شکل بسیار کوچک با

← می‌شود و روابط تکاملی در میان گونه‌های مختلف زیستی یا حتی اشخاص را براساس شباهت‌ها و تفاوت‌های فیزیکی (فیلوژنیک) یا خصوصیات ژنتیکی نشان می‌دهد.

۱. Surf zone، منطقه‌ای که از نقطهٔ شکست موج شروع شده و تا خط ساحل ادامه می‌یابد.

۲. Abyss، ژرف‌ترین منطقه بستر اقیانوس‌ها

۳. Mollusca، سومین شاخهٔ بزرگ از سلسلهٔ جانوران که دارای ریخت‌شناسی بسیار متنوع هستند. اعضای آن، ساختار دهانی کیتینی به‌نام سوهانک دارند و تقارن دوطرفی و بندبند بودن بدن‌شان کاملاً یا تقریباً از بین رفته است. بدن آن‌ها دارای پوسته‌ای صدفی است که از ترشحات جُبه (Mantle) به‌وجود آمده است.

۴. Mussel، نام عمومی برای گونه‌های متنوعی از نرم‌تنان دوکفه‌ای و صدف‌های دوکفه‌ای

۵. Octopus، یا اختاپوس، جانوری آبزی از ردهٔ سرپایان (Cephalopods) که در بخش‌های گوناگونی از اقیانوس‌های جهان به‌ویژه در صخره‌های مرجانی زندگی می‌کند.

۶. Loricifera، شاخه‌ای از سلسلهٔ جانورانی دارای پوستکی چهاربخشی شامل پشت و شکم و دو بخش جانبی که انتهای پیشین بدن‌شان خارهای خمیده دارد، مخرج آن‌ها در انتهای بدن قرار دارد و جنس‌ها مجزا هستند.

نواری کمربندمانند گرداگرد میانهٔ بدن‌شان، که نخستین بار در سال ۱۹۸۳ شناسایی شدند؛ و سیکیوفورا(دایره‌وار تباران)[۱]، یعنی جاندارانی گوشتالو و دارای زندگی همزیستی که خودشان را به دهان شاه‌میگوها[۲] می‌چسبانند و از ذرات باقیماندهٔ غذای میزبان‌های خود تغذیه می‌کنند، و در سال ۱۹۹۶ شناسایی شدند. سایر موجودات عجیبی که پیرامون سپردارتباران و دایره‌وارتباران و در اعماق خاک آب‌های کم‌عمق دریا تجمع می‌کنند، میوفون (میان‌زیاگان)[۳] نامیده می‌شوند که اکثر آن‌ها به‌سختی با چشم غیرمسلح قابل‌مشاهده‌اند. این موجودات عجیب عبارت‌اند از: موی‌شکم‌تباران[۴]، کرم‌های آرواره‌دار[۵]، پوزه‌جنبان‌تباران[۶]، خرس‌های آبی، کرم‌های پیکانی[۷]، تخت‌زیوه‌تباران[۸]، و

---

۱. Cycliophora، شاخهٔ تازه‌شناسایی‌شده‌ای از سلسلهٔ جانوران با تنها یک سرده و طول کمتر از یک میلی‌متر و تقارن دوطرفی که با یک صفحهٔ چسبنده به میزبان متصل می‌شوند. در اطراف دهان این جانوران و درست در مقابل مخرج آن‌ها یک حلقهٔ مژک‌دار وجود دارد.

۲. Lobster، یکی از خانواده‌های سخت‌پوستان

۳. Meiofauna (Meiobenthos)، جانوران خاکزی دارای طولی بین ۰/۲ تا ۲ میلی‌متر که شامل نماتودهای بزرگ، کنه‌ها، دُم‌فندقی‌ها و سوسک‌های کوچک است.

۴. Gastrotricha، شاخه‌ای از سلسلهٔ جانوران شامل جانوران ریز با طول کمتر از یک میلی‌متر و شکمی تخت و پوشیده از مژه‌های شکمی

۵. Gnathostomulida، یا دهان‌فک‌تباران، شاخه‌ای از سلسلهٔ جانوران که به کمک آرواره‌های حلقی و با تراشیدن باکتری‌ها و قارچ‌های سطح بستر زیستگاهشان غذای خود را به‌دست می‌آورند. حلق آن‌ها به رودهٔ کور ختم می‌شود و فاقد مخرج هستند.

۶. Kinorhyncha، یا کرم‌های تیغ‌به‌سر، شاخه‌ای از سلسلهٔ جانوران با بدنی سه‌بخشی شامل سر و گردن و تنه‌ای که یازده بند دارد و از بیرون پوشیده از خار و صفحات حلقوی کیتینی است.

۷. Chaetognatha، یا تارفَک‌تباران، شاخه‌ای از کرم‌های طعمه‌خوار دریازی که بخش بزرگی از پلانکتون‌های سراسر جهان را تشکیل می‌دهند.

۸. Placozoa، شاخه‌ای از قلمرو یوکاریوت و شاخه‌ای نادر از جانوران دریازی با اندازه‌ای دو تا سه میلی‌متر که بدنی صفحه‌مانند دارند و فاقد تقارن و اندام و دستگاه عضلانی و عصبی هستند.

راست‌شناوران[۱] به‌انضمام کرم‌های لوله‌ای و پروتوزوآی مژک‌دار کرمی‌شکل. اغلب می‌توان آن‌ها را در سطل‌های شن برداشته‌شده از پهنه‌های جزرومدی و ساحل آب‌های کم‌عمق سراسر جهان مشاهده کرد. بنابراین، به کسانی که به‌دنبال شکل جدیدی از تفریح و سرگرمی می‌گردند، توصیه می‌کنم یک روزشان را برای گشت‌وگذار در نزدیک‌ترین ساحل شنی برنامه‌ریزی کنند. با خودشان چتر، سطل، بیلچه، میکروسکوپ و کتاب‌های مصور دربارهٔ جانورشناسی بی‌مهره‌گان بردارند. قلعه‌های شنی نسازند بلکه کندوکاو کنند و همان‌طور که از این دنیای بسیار کوچک آبی لذت می‌برند، گفتهٔ صحیح مایکل فارادی،[۲] فیزیکدان قرن نوزدهم، را به‌یاد داشته باشند که معتقد بود هیچ‌چیز در این جهان آن‌قدر عجیب نیست که واقعیت نداشته باشد.

حتی شناخته‌شده‌ترین جانداران کوچک هم کمتر از آنچه بتوان حدس زد، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته‌اند. در حدود ده هزار گونه از مورچه‌ها شناسایی و نامگذاری شده‌اند اما اگر مناطق گرمسیری کاملاً مورد کاوش قرار بگیرند، ممکن است این تعداد دو برابر شود. اخیراً که در حال مطالعه و بررسی یکی از دو سردهٔ بزرگ مورچه‌ها در جهان تحت‌عنوان فئیدول[۳] بودم، موفق به کشف ۳۴۱ گونهٔ جدید شدم که بیشتر از دو برابر تعداد گونه‌های این سرده بود و این رقم، کل گونه‌های شناخته‌شدهٔ مورچه‌ها در نیم‌کرهٔ غربی[۴] را ۱۰ درصد افزایش داد. سال ۲۰۰۱ که ویژه‌نگاشت من آمادهٔ

---

۱. Orthonectida، شاخه‌ای کوچک از انگل‌های بی‌مهرهٔ دریایی که زیست‌شناسان هنوز شناخت چندانی از آن‌ها ندارند و از ساده‌ترین جانداران چندسلولی به‌شمار می‌آیند.

۲. Michael Faraday، (۱۸۶۷ ـ۱۷۹۱)، شیمیدان و فیزیکدان تجربی که بیشتر به سبب نوآوری‌هایش در الکترومغناطیس و الکتروشیمی مشهور است.

۳. Pheidole، سرده‌ای از مورچه‌ها که به زیرخانوادهٔ مورچه‌ایان (Myrmicinae) تعلق دارند.

۴. Western Hemisphere، بخشی از کرهٔ زمین شامل قارهٔ امریکا و آب‌های اطراف آن که با اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام از نیم‌کرهٔ شرقی جدا می‌شود.