

۱

گوناگونی بیکران

کشف جانوران ناشناخته دشوار نیست. اگر روزی را در یکی از جنگل‌های استوایی آمریکای جنوبی بگذرانید و به زیر و رو کردن کنده‌های چوب، نگاه کردن به زیر شاخه‌های درختان، و بررسی برگ‌های مرطوب پیردازد و این کاوش‌ها و مشاهده‌ها را هنگام غروب در نور چراغ جیوه‌ای که بر پارچه‌ی سفیدی تابیده شود، پی بگیرید، می‌توانید صدها نوع گوناگون از جانداران کوچک ناشناخته را گرد آورید. شب‌پره‌ها، نوزاد پروانه‌ها، عنکبوت‌ها، ساس‌های دراز بینی، سوسک‌های شب‌تاب، پروانه‌های بی‌آزار که به زشتی زنبورهای سیاه‌اند، زنبورهایی که به شکل مورچه‌اند، تکه‌چوب‌هایی که راه می‌روند، برگ‌هایی که بال می‌کشایند و پرواز می‌کنند، نمونه‌هایی از این جانداران کوچک ناشناخته‌اند. گوناگونی جانوران پایان‌ناپذیر است و ممکن است جاندارانی را پیدا کنید که به گمان نزدیک به یقین هنوز به صورت علمی توصیف نشده باشد. دشواری کار در این است که متخصصانی پیدا کنید که درباره‌ی گروه‌های مورد نظر شناخت کافی داشته باشند و بتوانند گونه‌های جدید را بشناسند.

کسی نمی‌تواند بگوید که در این جنگل‌های نیمه تاریک و مرطوب، که به گلخانه می‌مانند، چند گونه جاندار وجود دارد. این جنگل‌ها در برگرفته‌ی غنی‌ترین و گوناگون‌ترین مجموعه‌ی زندگی جانوری و گیاهی هستند که روی زمین یافت می‌شود. در آن جا نه تنها دسته‌های عمده‌ای از جانداران - مانند میمون‌ها، جوندگان، عنکبوت‌ها، مرغ‌ان مگسان^۱ و پروانه‌ها - وجود دارند، بلکه بیشتر این جانداران خود به شکل‌های گوناگونی دیده می‌شوند. بیش از چهل گونه‌ی متفاوت طوطی، هفتاد نوع میمون مختلف، سی صد گونه مرغ مگسان و ده‌ها هزار نوع پروانه وجود دارد. حتی اگر مراقب نباشید، ممکن است صد نوع پشه گوناگون شما را نیش بزنند.

در سال ۱۸۳۲ میلادی، چارلز داروین، که در آن زمان جوانی بیست و چهار ساله و از طبیعی‌دانان انگلیس بود، با کشتی اچ. ام. اس. بیگل^۲، یکی از کشتی‌های تندروری اداره‌ی دریاسالاری لندن، برای مسافرتی اکتشافی به دور دنیا فرستاده شد. او به چنین جنگلی در نزدیکی ریودوژانیرو^۳ رسید. داروین تنها در یک روز، و در محدوده‌ای کوچک، شصت و هشت گونه متفاوت سوسک گرد آورد. گوناگونی گونه‌های یک جانور او را شگفت‌زده کرد. داروین با برنامه‌ی ویژه‌ای در پی یافتن آن‌ها نبود. به همین سبب، در دفتر یادداشت روزانه‌اش نوشت: «این گوناگونی به اندازه‌ای است که آرامش روحی حشره‌شناسی را که به ابعاد آینده‌ی فهرست کامل آن می‌اندیشد، در

۱. Hummingbird، یا مرغ مگسان، گونه‌ای از پرندگان قاره‌ی آمریکا و جزیره‌های نزدیک آن است که بیش‌تر آن‌ها بسیار کوچک‌اند و نوک دراز و باریک و پر و بال درخشانی دارند. آن‌ها را از این جهت مرغ مگسان گفته‌اند که علاوه بر بیکر کوچکی که دارند، مانند مگس بسیار تند بال می‌زنند.

۲. HMS Beagle

۳. Rio de Janeiro

هم می‌ریزد.» دیدگاه پذیرفته شده‌ی زمان او این بود که همه‌ی گونه‌ها تغییرناپذیرند و هر کدام به تنهایی و جداگانه از سوی پروردگار خلق شده‌اند. داروین را هرگز نمی‌توان ملحد(خدانشناس) دانست. او دانشکده‌ی الهیات کمبریج را به پایان رسانده بود. اما به هر حال، این گوناگونی فراوان شکل‌های زندگی وی را بسیار شگفت‌زده کرد.

در طی سه سال بعد، کشتی بیگل از کرانه‌ی خاوری آمریکای جنوبی به سوی جنوب حرکت کرد و پس از دور زدن دماغه‌ی هورن^۱، بار دیگر به طرف شمال، تا ساحل شیلی پیش رفت. بعد، وارد اقیانوس آرام شد و سرانجام در هزار کیلومتری خشکی، به مجموعه جزیره‌های متروک گالاپاگوس^۲ رسید. در آنجا پرسش داروین درباره‌ی پیدایش گونه‌ها تکرار شد. زیرا در این جزیره‌ها به گونه‌های جدیدی دست یافت. کشف کرد که جانوران گالاپاگوس با آنهایی که در سرزمین اصلی آمریکای جنوبی دیده بود به طور کلی شباهت دارند، اما در جزئیات با هم متفاوتند. این موضوع او را شیفته‌ی خود کرد.

در آنجا با کُلان‌های^۳ سیاه‌رنگ غواص و گردن دراز یافت می‌شدند. این پرنده‌ها شبیه آنهایی بودند که بر فراز رودخانه‌های برزیل و در بلندی کم پرواز می‌کردند. اما همین پرنده‌ها در گالاپاگوس بال‌هایی چنان کوچک و پرهایی چنان کوتاه داشتند که نمی‌توانستند به کمک آن‌ها پرواز کنند. در آنجا ایگوانا^۴، یعنی سوسمارهای بزرگی یافت می‌شدند که تیغه‌ای برآمده از پولک‌های درشت در سراسر پشت آن‌ها دیده می‌شد. این جانوران در سرزمین اصلی آمریکای جنوبی از درختان بالا می‌رفتند و برگ‌ها را می‌خوردند، ولی در این جزیره‌ها که گیاه کمیاب بود، یکی از گونه‌های ایگوانا از جلبک‌های دریایی تغذیه می‌کردند و با پنجه‌های نیرومند و بسیار درازشان زیر ضربه‌های موج‌های خروشان اقیانوس به سنگ‌ها چسبیده بودند.

لاکپشت‌ها هم شباهتی بسیار زیاد به لاکپشت‌هایی داشتند که در سرزمین اصلی آمریکای جنوبی یافت می‌شدند، ولی جثه‌شان چند برابر جثه‌ی آن‌ها بود و انسان می‌توانست بر پشت آن‌ها سوار شود. معاون انگلیسی مجموعه جزیره‌ی گالاپاگوس به داروین گفته بود که حتی در خود مجموعه جزیره نیز جانوران گوناگونی وجود دارند. لاکپشت‌های هر جزیره تفاوت‌هایی اندکی با یکدیگر داشتند. بنابراین، تعیین این که هر یک از کدام جزیره‌اند، آسان بود. آنهایی که در جزیره‌های تا اندازه‌ای پر آب، یعنی جایی زندگی می‌کردند که به گیاهان خشکی دسترسی داشتند، لبه‌ی لاکشان، درست در بالای گردن، اندکی خمیدگی داشت. اما لاکپشت‌هایی که در جزیره‌های خشک زندگی می‌کردند و ناگزیر بودند گردن خود را برای خوردن شاخه‌های کاکتوس یا برگ درختان بالا بکشند، گردنشان بسیار درازتر بود و جلو لاکشان برآمدگی بلندی داشت. همین برآمدگی سبب می‌شد که بتوانند گردنشان را تا اندازه زیادی به طور راست بالا ببرند.

۱. Cape Horn، دماغه‌ای است در جنوبی‌ترین نقطه‌ی آمریکای جنوبی و متعلق به کشور شیلی.

۲. Galapagos، مجموعه جزیره‌ای است در اقیانوس آرام، در هزار کیلومتری غرب اکوادور و متعلق به این کشور، این مجموعه جزیره روی خط استوا واقع است.

۳. باکلان (Cormorant) نوعی از پرندگان بزرگ آبی است که پرهایی سیاه و براق، پنجه‌هایی بردار و مقاری بزرگشته دارد.

۴. Iguana، سوسماری است بزرگ که در سرزمین‌های استوایی آمریکا و بعضی از جزیره‌های اقیانوس آرام زندگی می‌کند.

کم کم این اندیشه در ذهن داروین نیرو گرفت که شاید گونه‌ها همواره شکل ثابتی نداشته‌اند. شاید یک گونه توانسته است به گونه‌ی دیگری تبدیل شود. احتمال دارد هزاران سال پیش پرندگان و خزندگان سوار بر کلک‌های پدید آمده از به هم پیوستن گیاهان یا الوار شناور بر رودهایی که به سوی دریا روان بوده‌اند، از سرزمین اصلی‌شان در آمریکای جنوبی گذشته‌اند و به گالاپاگوس رسیده‌اند. سپس در آن‌جا، متناسب با زیستگاه جدیدشان، نسل در نسل تحول یافته‌اند و گونه‌های امروزی را به وجود آورده‌اند.

تفاوت‌های میان آن‌ها و عموزادگان‌شان در سرزمین اصلی آمریکای جنوبی ناچیز بود، اما اگر چنین تغییرهایی صورت گرفته بود، آیا این امکان وجود نداشت که طی میلیون‌ها سال تاثیرهای جمع شده در یک خانواده از جانوران چنان زیاد باشد که دگرگونی‌های عمده‌ای را پدید آورد؟ شاید ماهی‌ها دارای باله‌های ماهیچه‌ای شدند و به خشکی خزیدند و به دوزیستان تبدیل شدند. شاید دوزیستان پوست نفوذناپذیری یافتند و خزنده شدند. حتی شاید برخی از جانوران میمون‌نما، راست قامت شدند و پاهایشان رونده و دست‌هایشان آزاد شد و تغییرهای تکاملی دیگر یافتند.

در واقع این باور زیاد هم جدید نبود. پیش از داروین هم بسیاری پیشنهاد کرده بودند که همه‌ی گونه‌های زندگی روی زمین با هم وابستگی‌هایی دارند. بینش انقلابی داروین سازوکاری بود که این تغییرها را پدید می‌آورد. داروین با پیشنهاد کردن این ساز و کار، توصیفی تفصیلی از یک فرایند را جایگزین یک نظریه‌پردازی فلسفی کرد؛ سازوکاری که شواهد فراوانی از آن پشتیبانی می‌کرد و این شواهد می‌توانستند مورد آزمایش قرار گیرند.

خلاصه استدلال داروین چنین بود: همه‌ی افراد یک گونه یکسان نیستند. برای مثال، از برخی از تخم‌های لاکپشت‌های درشت‌پیکر، نوزادانی به وجود می‌آیند، که به سبب ساختمان ژنتیکی، گردن‌های درازتری نسبت به لاکپشت‌های دیگر پیدا می‌کنند. این دسته، چون در زمانی خشکسالی از برگ‌ها تغذیه می‌کنند، زنده خواهند ماند، ولی خواهران و برادرانشان که گردن‌های کوتاه‌تری دارند، از گرسنگی می‌میرند. بنابراین، آن‌هایی که برای زندگی در محیط زیست خود مناسب‌تر هستند برای ادامه‌ی زندگی برگزیده می‌شوند و این فرصت را می‌یابند تا ویژگی‌های خود را به فرزندان‌شان منتقل کنند. پس از نسل‌های زیاد، لاکپشت‌های جزیره‌های خشک در مقایسه با لاکپشت‌های جزیره‌های مرطوب دارای گردن‌های درازتری می‌شوند. به این ترتیب، گونه‌ای تازه از یک گونه‌ی قدیمی‌تر به وجود می‌آید.

پس از آن‌که داروین گالاپاگوس را ترک گفت، مفهوم بالا تا مدت‌ها در ذهن او روشن نشده بود. طی بیست و پنج سال کوشش، وی شواهدی برای پشتیبانی از این باور گرد آورد. داروین تا سال ۱۸۵۹، یعنی زمانی که به سن چهل و هشت سالگی رسید، یافته‌های خود را هنوز منتشر نکرده بود. آنچه او را برانگیخت تا دست به این کار بزند، انتشار نظریه‌ی طبیعی‌دان جوان دیگری به نام آلفرد والاس^۱ بود که

۱. Alfred Russel Wallace (1823-1913) طبیعی‌دان انگلیسی.

در جنوب شرقی آسیا سرگرم پژوهش بود و به باوری همانند باور داروین دست یافته بود. سرانجام، داروین نظریه‌های خود را به تفصیل در کتابی با عنوان "اصل انواع از راه انتخاب طبیعی یا حفظ نژادهای اصلح در تنازع بقا" بیان کرد.

از آن زمان نظریه‌ی انتخاب طبیعی مورد بحث و آزمایش، اصلاح، توصیف و تدوین قرار گرفت. کشف‌های بعدی در زمینه‌ی ژنتیک، پویایی جمعیت و رفتار، به این نظریه جنبه‌های تازه‌ای بخشید. این نظریه، به عنوان کلید و عاملی راهگشا، در استنباط ما از جهان هستی باقی می‌ماند و به ما توانایی درک این نکته را می‌دهد که زندگی تاریخی دراز و پیوسته دارد، دوران‌هایی که طی آن‌ها جانداران، خواه گیاه باشند و خواه جانور، نسل در نسل همزمان با ساکن شدن در جاهای گوناگون دنیا تغییر یافته‌اند.

مدرک مستقیم و شاید ناقص این تاریخ درسندهای بایگانی شده‌ی زمین، یعنی سنگ‌های رسوبی، نهفته است. بیش تر جانوران پس از مرگ نشانه‌ای از هستی خود بر جای نمی‌گذارند. گوشتشان می‌پوسد و صدف‌ها و استخوان‌های آن‌ها پراکنده می‌شود و به صورت گرد در می‌آید. اما خیلی به‌ندرت یکی دو موجود از میان جمعیتی چند هزارتایی سرنوشتی دیگر می‌یابد. خزنده‌ای در یک مرداب گیر می‌کند و می‌میرد. بدنش می‌پوسد، اما استخوان‌هایش در گل فرو می‌رود. گیاهان مرده در آب ته‌نشین می‌شوند و گل ولای روی آن‌ها را می‌پوشاند. با گذشت سده‌ها و انباشته شدن گیاهان بیش‌تری در یک جا، رسوب موجود به تورب^۱ تبدیل می‌شود. تغییرهای سطح آب دریا ممکن است مرداب را به زیر آب ببرد و لایه‌هایی از ماسه روی تورب قرار گیرند.

زمانی بسیار دراز می‌گذرد، تورب فشرده و به زغال‌سنگ تبدیل می‌شود، در حالی که هنوز استخوان‌های خزندگان لابه‌لای آن مدفون است. فشار بسیار رسوب‌های بالایی و محلول‌های غنی شده از کانی‌هایی که از درون زغال سنگ می‌گذرند، سبب بروز تغییرهای شیمیایی در فسفات کلسیم استخوان‌ها می‌شود. استخوان‌ها آرام‌آرام به سنگ تبدیل می‌شوند. این سنگ‌ها نه تنها شکل بیرونی استخوان‌ها را، آن‌طور که در زمان زندگی بوده‌اند، حفظ می‌کنند، بلکه گاهی، هر چند به صورتی درهم ریخته، حتی جزئیات ساختمان سلولی آن‌ها را نیز نگه می‌دارند. در این صورت، می‌توانید برش‌هایی از آن‌ها را زیر میکروسکوپ بگذارید و شکل رگ‌های خونی و رشته‌های عصبی را که زمانی در استخوان‌ها وجود داشته‌اند ببینید.

درون دریاها و دریاچه‌ها مناسب‌ترین جا برای فسیل شدن است. جایی که سنگ‌های رسوبی، مانند ماسه سنگ و سنگ آهک، به آرامی انباشته می‌شوند. در خشکی، یعنی جایی که بیشتر سنگ‌ها به جای شکل گرفتن با فرسایش از هم می‌پاشند، رسوب‌هایی مانند تلماسه‌ها^۲ بسیار به‌ندرت به وجود می‌آیند و باقی می‌مانند. در نتیجه، تنها جانداران خشکی که امکان فسیل شدن می‌یابند آن‌هایی هستند که به طور

۱. تورب (Peat) یا زغال سنگ نارس، از ته‌نشین شدن آرام‌آرام گیاهان مردابی، که نخستین گام‌های تبدیل شدن به زغال را می‌گذارند، پدید می‌آید.

۲. تلماسه (Sand dunes)، تپه‌ها یا پشته‌هایی است از ماسه‌هایی باد آورده که در کناره‌ی دریاها و دریاچه‌ها و بیابان‌ها پدید می‌آید.

اتفاقی در آب می‌افتند. چون این پیشامد برای آن‌ها سرنوشتی استثنایی است، احتمال اندکی وجود دارد که از شواهد فسیل‌شناسی به شناسایی کامل همه‌ی گونه‌های جانداران خشکی که در گذشته زندگی کرده‌اند، دست پیدا کنیم.

جانوران آبی، مانند ماهی‌ها، نرم‌تنان، توتیاها^۱، مرجاهان، شرایط بسیار مناسب‌تری برای فسیل شدن دارند. بنابراین، شمار بسیار اندکی از این جانوران در شرایط دقیق فیزیکی و شیمیایی که برای فسیل شدن لازم است از میان می‌روند. از جانورانی که در چنین موقعیتی قرار می‌گیرند به ندرت اتفاق می‌افتد که شماری از آن‌ها در سنگ‌هایی سطح زمین به چشم آیند. از این شمار اندک نیز بیش‌ترشان پیش از آن که جویندگان فسیل آن‌ها را کشف کنند فرسایش یافته و نابود شده‌اند. عجیب آن‌که، با وجود همه‌ی این شرایط نامساعد، فسیل‌هایی که تاکنون گردآوری شده‌اند آن اندازه زیادند که چنین پیشینه‌ی مفصل و منسجمی را فراهم آورده‌اند.

چگونه می‌توانیم قدمت فسیل‌ها را تعیین کنیم؟ از زمان کشف مواد رادیواکتیو، دانشمندان دریافته‌اند که درون سنگ‌ها نوعی «ساعت زمین‌شناسی» وجود دارد. چند عنصر شیمیایی با گذشت زمان فروپاشی دارند و در این فرآیند رادیواکتیو تپه به وجود می‌آید. با گذشت زمان، پتاسیم به آرگن، اورانیم به سرب و ریبیدیم به استرونیسم دگرگون می‌شود. سرعت این دگرگونی را می‌توان برآورد کرد. بنابراین، اگر در سنگی نسبت عنصر دومی به عنصر نخستین اندازه‌گیری شود، زمانی را که در آن کانی اصلی تشکیل شده است می‌توان محاسبه کرد. از آن‌جا که سرعت واپاشی عنصرها متفاوت است، امکان بررسی درستی اندازه‌گیری از چند جهت وجود دارد.

استفاده از این روش که نیازمند بهره‌گیری از روش‌های تحلیلی بسیار پیشرفته است، همواره در حوزه‌ی عمل متخصصان باقی می‌ماند. اما با استفاده از منطقی ساده و با ترتیب دادن به روی داده‌های مهم گذشته‌ی فسیل‌ها، هر فردی می‌تواند سن نسبی بسیاری از سنگ‌ها را برآورد کند. اگر سنگ‌ها به صورت لایه‌های منظم دست نخورده بر جای مانده باشند و چندان زیر و رو نشده باشند، لایه‌ای که پایین‌تر جای گرفته است می‌بایست کهن‌تر از لایه‌ی بالایی باشد. بنابراین، با مطالعه‌ی لایه‌های سنگ، می‌توانیم تاریخ زندگی را پی‌گیری کنیم و با مراجعه به ژرفای پوسته‌ی زمین، شجره‌نامه جانداران را تا آغاز پیدایش آن‌ها ردیابی کنیم.

دره‌ی گراند کنیون^۲ در غرب ایالات متحده‌ی آمریکا ژرف‌ترین شکاف سطح زمین است. سنگ‌هایی که رود کلورادو با شکافتن آن‌ها مسیر خود را پیدا کرده است، هنوز تا اندازه زیادی افقی مانده‌اند. این سنگ‌ها طبقه طبقه به رنگ‌های قرمز، قهوه‌ای، زرد، گاهی در پرتو روشنایی سپیده‌دم، صورتی و گاهی در سایه‌ای دوردست، آبی دیده می‌شوند. در این جا زمین چنان خشک است که تنها تک درخت‌های سروکوهی و بوته‌های کوتاه به طور پراکنده در لبه‌ی پرتگاه‌ها و لابه‌لای لایه‌های سنگ دیده می‌شوند. زمین در برخی از جاها نرم و در

۱. توتیا (Urchin) جانوری است از خارپوستان دریایی، مانند ستاره‌ی دریایی.

۲. Grand Canyon، تنگه‌ای است بسیار بزرگ در دره‌ی رود کلورادو در شمال غربی ایالت اریزونا، به ژرفای حدود ۱۸۵۰ متر و عرض ۶ تا ۳۰ کیلومتر و درازای ۳۷۰ کیلومتر.

برخی جاها سخت است، لیکن روشن و خشن به نظر می‌رسد. بیش‌تر لایه‌ها از ماسه سنگ‌ها و سنگ آهک‌هایی به وجود آمده‌اند که در بسترهای کم عمق دریا شکل گرفته‌اند؛ دریایی که روزگاری این بخش از آمریکای شمالی را فراگرفته بود.

اگر این سنگ‌ها را به دقت مطالعه کنیم، در توالی لایه‌های آن‌ها گسستگی‌هایی نمایان می‌شود. این گسستگی‌ها حکایت از روزگارانی دارند که زمین بالا آمده بود، آب‌ها پس رفته بودند، بستر دریا خشک شده بود و رسوب‌های انباشته شده و برجای مانده فرسوده شده بودند. پس از آن، زمین دوباره به زیر دریا فرو رفته بود و رسوب‌گذاری از سر گرفته شده بود. با این که چنین گسستگی‌هایی پدید آمده‌اند، خطوط اساسی تاریخ فسیل‌ها به روشنی باقی مانده است.

می‌توانید بر قاطری سوار شوید و یک روزه، آرام‌آرام، از لبه دره‌ی کنیون خودتان را به کف تنگه بزرگ برسانید. نخستین سنگ‌هایی که از کنار آن‌ها می‌گذرید ۲۰۰ میلیون سال قدمت دارند. هیچ گونه آثاری از پستانداران و پرندگان در این سنگ‌ها یافت نمی‌شوند، اما نشانه‌هایی از خزندگان در آن‌ها وجود دارد. نزدیک کناره‌ی باریک راه، خطی از رد پای روی یک قطعه ماسه سنگ بزرگ می‌بینید. جانوری کوچک و چهار پا که به احتمال نزدیک به یقین خزنده‌ای مارمولک مانند بوده است، به هنگام دویدن بر ساحل، این ردپاها را برجای گذاشته است. آثاری هم از برگ‌های سرخس و بال‌های حشره‌ها در سنگ‌های هم سطح نجاها دیگر وجود دارد.

وقتی که از دره پایین می‌روید، در نیمه راه، به سنگ‌های آهکی ۴۰۰ میلیون سال پیش می‌رسید. در آن‌جا آثاری از خزندگان یافت نمی‌شود، ولی استخوان‌های ماهی‌های زره‌دار عجیبی وجود دارد. پس از طی یک ساعت راه، یا اندکی بیش‌تر - و صد میلیون سال جلوتر - در سنگ‌ها هیچ نشانه‌ای از هیچ جانور مهره‌دار دیده نمی‌شود. عده‌ای اندک از صدف‌ها و کرم‌ها نشانه‌هایی از ردپای خود در کف رُسی دریا بر جای گذاشته‌اند. سه چهارم راه به طرف پایین دره طی شده است و هنوز از میان لایه‌های سنگ‌های آهکی پایین می‌گذرید، اما اکنون دیگر هیچ گونه نشانه‌ای از زندگی مشاهده نمی‌شود.

سرانجام، هنگام عصر، به قسمت بالای دره‌ی پایین‌تر می‌رسید، جایی که رود کلورادو از میان دیوارهای بلند سنگی با رنگی سبز در جریان است. حالا شما در ژرفایی قرار گرفته‌اید که از لبه‌ی رود حدود ۱۶۰۰ متر ژرفتر است. قدمت شگفت‌انگیز این سنگ‌ها را ۲۰۰۰ میلیون سال تعیین کرده‌اند. در اینجا ممکن است به پیدا کردن مدرک‌هایی از سرآغاز پیدایش زندگی امیدوار باشید. اما اثری از هیچ گونه ماده‌ی آلی نمی‌یابید. سنگ‌های تیره رنگ ریزدانه، بر خلاف سنگ‌های بالایی، به صورت افقی قرار نگرفته‌اند، بلکه با رگه‌های سنگ گرانیت صورتی رنگ پیچ خورده، خمیده و شکافته شده‌اند.

آیا به این دلیل نشانه‌هایی از زندگی در این جا یافت نمی‌شود که این سنگ‌ها و سنگ‌های آهکی بالایی چنان قدیمی‌اند که هر گونه نشانه‌ی زندگی در آن‌ها از میان رفته است؟ آیا نخستین جاندارانی که از هستی آن‌ها نشانی بر جای مانده است به پیچیدگی کرم‌ها و نرم

تنان بوده‌اند؟ این پرسش‌ها سالیان درازی ذهن زمین‌شناسان را به خود مشغول داشت. کندوکاو در سنگ‌های هم‌سن، برای یافتن بقایای مواد آلی، در سراسر دنیا انجام گرفت. یکی دو نمونه‌ی ناشناخته پیدا شد، اما بیشتر متخصصان نظر دادند که این نمونه‌ها شکل‌هایی است که بر اثر جریان‌های فیزیکی شکل‌گیری سنگ‌ها ایجاد شده است و هیچ‌گونه رابطه‌ای با جانداران ندارد. در دهه‌ی ۱۹۵۰ بود که پژوهشگران استفاده از میکروسکوپ‌های بسیار قوی را در مورد برخی از سنگ‌ها، به ویژه سنگ‌های مرموز، آغاز کردند.

در فاصله‌ی یک هزار و ششصد کیلومتری شرق گراندکنیون، سنگ‌های کهنی با قدمتی حدود قدمت سنگ‌های دیواره‌ی رود کلورادو، در ساحل دریاچه‌ی سوپریور^۱ پیدا شد. برخی از این سنگ‌ها رگه‌هایی از سنگ‌های ریزدانه چخماقی دارند. این رگه‌ها طی سده گذشته به خوبی شناخته شده بودند، زیرا مهاجران نخستین از این سنگ‌ها در تفنگ‌های سرپُر چخماقی خود استفاده می‌کردند. در برخی از جاها، رگه‌ها حلقه‌های سفید و عجیب هم مرکزی، به قطر حدود یک متر، دارند. آیا این حلقه‌ها چیزی جز اثری از گرداب‌هایی کوچک در بستر رسی دریای نخستین نیستند، و آیا امکان ندارد که جانداران آن‌ها را به وجود آورده باشند؟ کسی نمی‌توانست در این باره نظری قاطع داشته باشد. این شکل‌ها را استروماتولایت^۲ نامیدند که نامی است مبهم و از واژه‌ای یونانی به معنی «فرش سنگی» گرفته شده است.

اما هنگامی که پژوهشگران بخش‌هایی از این حلقه‌ها را بریدند و آن‌ها را آن اندازه ساییدند تا به صورت ورقه‌های سنگی نازکی درآمدند که نور از آن‌ها می‌گذشت و این صفحه‌ها را زیر میکروسکوپ گذاشتند، شکل‌هایی از موجودات ساده در آن‌ها دیدند که در سنگ چخماق محفوظ مانده بود. عرض هر یک از این شکل‌ها بیش از یک یا دو صدم میلی‌متر نبود. برخی از آن‌ها به تارهای جلبک شباهت داشتند، در حالی که برخی دیگر، با آن که بدون تردید خاستگاه آلی داشتند، شبیه هیچ جاندار نبودند، برخی نیز شبیه ساده‌ترین جانداران امروزی، یعنی باکتری‌ها، بودند.

بسیاری از مردم به نظرشان غیر ممکن می‌آید که چنین موجودات ریز میکروسکوپی فسیل شده باشند. پذیرفتن این که آثار آن‌ها در زمانی چنین دراز می‌توانست باقی بماند، حتی از آن هم دشوارتر بود. محلول سیلیسی که کالبد جانداران را پس از مرگ اشباع کرده و با سخت شدن به سنگ چخماق تبدیل شده بود، به روشنی ریز دانه‌ترین و بادوام‌ترین ماده‌ی حفاظت‌کننده‌ای بود که در آن وجود داشت. کشف فسیل در سنگ چخماق گان فلینت^۳ نه تنها در آمریکای شمالی، بلکه در سراسر جهان کاوشگران دیگر را برانگیخت تا به فسیل‌های میکروسکوپی دیگر دست یابند و این گونه فسیل‌ها در سنگ‌های چخماق آفریقا و استرالیا نیز شناخته شد. شگفت این که برخی از این فسیل‌ها تا هزار میلیون سال از نمونه‌های سنگ چخماق گان فلینت قدیمی‌تر بودند. اما اگر بخواهیم زمان پیدایش زندگی را دریابیم،

۱. Superior، بزرگترین دریاچه‌ی آب شیرین در جهان است، به وسعت ۸۲/۴۰۰ کیلومتر مربع، در مرز آمریکا و کانادا.

۲. Stromatolite

۳. Gunflint chert: تشکیلات سنگ چخماق در استان اونتاریو، کانادا.

ناچاریم حتی به یک هزار میلیون سال پیش از قدیمی‌ترین فسیل‌های میکروسکوپی برگردیم، به زمانی که زمین به طور کامل از زندگی تهی و بعد از تولد خود هنوز در حال سرد شدن بود.

کره‌ی زمین در آن زمان با آنچه ما امروز در آن زندگی می‌کنیم تفاوت بسیاری داشت. با تراکم شدن ابرهای حاصل از بخار آب که زمین را احاطه کرده بودند، دریاها به وجود آمدند، دریاهایی که هنوز داغ بودند. درباره‌ی چگونگی پیدایش توده‌های خشکی اطلاعات قابل اطمینانی نداریم، اما به یقین خشکی‌ها از نظر شکل و پراکندگی شباهتی به قاره‌های امروزی نداشتند. آتشفشان‌ها فراوان بودند و خاکستر و گدازه از آن‌ها فوران می‌کرد. لایه‌ی هوا بسیار نازک بود و ابرهای هیدروژن، منواکسید کربن، آمونیاک و متان در آن در حال چرخش بودند. اکسیژنی وجود نداشت، یا اگر وجود داشت، مقدارش اندک بود. این ترکیب هوا به اشعه‌ی فرابنفش خورشید اجازه می‌داد تا با چنان شدتی بر سطح زمین بتابد که نظیر آن برای جانداران امروزی کشنده است. توفان‌های الکتریکی در ابرها می‌خروشدند و خشکی و دریا را با رعد و برق بمباران می‌کردند.

برای کشف این که در این شرایط در چنین ترکیب‌های خاص شیمیایی چه واکنش‌هایی رخ می‌دهد، در دهه‌ی ۱۹۵۰ آزمایش‌هایی در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت. چنین گازهایی همراه با بخار آب در معرض تخلیه‌ی الکتریکی و اشعه‌ی فرابنفش قرار گرفتند. تنها پس از یک هفته آزمایش کشف شد که مولکول‌های پیچیده‌ای در مخلوط پدید آمد که شامل قندها، اسید نوکلئیک‌ها^۱ و اسید آمینه‌ها^۲ یا واحدهای ساختمانی پروتئین‌ها بود و تردیدی باقی نماند که در سرآغاز تاریخ زمین، چنین مولکول‌هایی می‌توانست در دریاها به وجود آید. باگذشت میلیون‌ها سال، تراکم چنین موادی افزایش یافت و واکنش متقابل مولکول‌ها، که به شکل‌گیری ترکیب‌های پیچیده‌تری انجامید، آغاز شد. حتی ممکن است شهاب سنگ‌ها برخی از ترکیب‌ها را از فضا آورده باشند. آرام‌آرام، در میان مواد گوناگون فراوان، ماده‌ای ظاهر شد که نقشی تعیین کننده در پیشرفت به سوی تکوین زندگی داشت. این ماده را داکسی ریبونوکلیک اسید^۳ یا به اختصار DNA می‌نامند. ساختمان DNA دو خاصیت اساسی به این ماده بخشیده است. نخست این که، این ماده می‌تواند به عنوان زمینه‌ای برای تولید اسید آمینه عمل کند و دوم این که، این ماده توانایی همانندسازی خود را دارد. با پیدایش این ماده، مولکول‌ها در آستانه‌ی پدیده‌ای بسیار نو قرار گرفتند، زیرا این دو ویژگی DNA را جاندارانی مانند باکتری‌ها، نیز دارند و غیر از آن که باکتری‌ها ساده‌ترین شکل زندگی هستند که می‌شناسیم، در میان دیرین‌ترین فسیل‌های که کشف کرده‌ایم، نیز یافت می‌شوند.

۱. Nucleic acid
۲. Amino acid
۳. Deoxyribonucleic acid

توانایی DNA در همانند سازی خود حاصل ساختمان بی‌همتای آن است. این مولکول به شکل دو رشته‌ی مارپیچ و به هم تابیده است. هنگام تقسیم سلولی، این مارپیچ‌ها باز می‌شوند و بر اثر شکافتن مولکول در امتداد طول خود، به دو نیمه‌ی جداگانه تبدیل می‌شوند. سپس هر نیمه به عنوان الگویی عمل می‌کند که مولکول‌های ساده‌تر دیگری به آن می‌چسبند تا هر یک بار دیگر به یک مارپیچ دوتایی تبدیل شوند.

مولکول‌های ساده‌ای که DNA را می‌سازند تنها چهار نوع‌اند، اما این مولکول‌ها در گروه‌های سه تایی جمع شده و به شیوه‌ای خاص و ترتیبی معین به صورت مولکول بسیار دراز DNA قرار گرفته‌اند. این ترتیب معین می‌کند که چگونه بیش از بیست نوع اسید آمینه در یک پروتئین قرار می‌گیرند، و به چه اندازه و در چه زمانی ایجاد می‌شوند. بخشی از طول DNA را که حاوی اطلاعات لازم برای تولید پیوسته‌ی آن است، ژن می‌نامند.

گاه ممکن است جریان همانند سازی به هنگام تولید مثل DNA به خطا برود. امکان دارد که در یک نقطه اشتباه رخ می‌دهد، یا بخشی از طول DNA به طور موقت جابه‌جا شود و در جای خود قرار نگیرد. در این صورت، نمونه کامل نیست و پروتئینی که ایجاد خواهد شد ممکن است بسیار متفاوت باشد. زمانی که برای نخستین جانداران زمین چنین رویدادی پیش آمد، تکامل آغاز شد، زیرا بروز چنین خطاهایی در همانندسازی سرچشمه‌ی تنوعی است که به تغییرهای تکاملی از راه انتخاب طبیعی می‌انجامد.

با مطالعه‌ی فسیل‌های میکروسکوپی دریافته‌ایم که پیش از ۳۰۰۰ میلیون سال پیش چند نوع مشخص از موجودات باکتری شکل وجود داشته‌اند. چنین دوره‌ی بسیار دراز، نیروی تخیل ما را دچار سرگردانی می‌کند، اما برای به تصور درآوردن زمان نسبی مرحله‌های اصلی تاریخ زندگی می‌توانیم همه‌ی این مدت را، از آغاز تا امروز، با طول مدت یک سال مقایسه کنیم. از آنجا که شاید هنوز قدیمی‌ترین فسیل را کشف نکرده‌ایم، می‌توانیم حدس بزنیم که زندگی خیلی پیش از ۳۰۰۰ میلیون سال پیش آغاز شده است. در چنین گاه‌شماری، یک روز را می‌توان برابر با ده میلیون سال به حساب آورد. فسیل‌های جلبک مانند گان فلینت، که در آغاز کشف بی‌اندازه کهن به نظر می‌آمدند، در این گاه‌شمار به عنوان اعضای بسیار جدیدی در تاریخ زندگی جلوه می‌کنند، برخی از آن‌ها تا هفته‌ی دوم هشتمین ماه سال هنوز ظاهر نشده‌اند. در گرند کنیون، کهن‌ترین اثر حرکت کرم‌ها در دومین هفته‌ی یازدهمین ماه سال، میان گل و لای حفاری پیدا شده است. یک هفته بعد، نخستین ماهی‌ها در بستر آهکی دریاها پدید آمده‌اند. مارمولک‌های کوچک در نیمه‌ی دوازدهمین ماه سال روی ساحل می‌دویدند، انسان ظهور نکرد، مگر در شامگاه آخرین روز سال.

ولی ما ناگزیریم به نخستین ماه سال برگردیم. باکتری‌ها در آغاز از ترکیب‌های کربن‌دار گوناگونی تغذیه می‌کردند که انباشته شدن آن‌ها در دریا‌های آغازین، میلیون‌ها سال طول کشیده بود. با افزایش شمار باکتری‌ها منبع غذایی آن‌ها می‌بایست رو به کاهش گذاشته باشد. در این حال، بدیهی است که هر باکتری که منبع غذایی تازه‌ای پیدا می‌کرد موفق‌تر بود. آرام‌آرام برخی از آن‌ها این کار را کردند. برخی

نیز، به جای خوردن غذای آماده‌ی محیط خود در درون دیواره‌های سلولی خود، با گرفتن انرژی لازم از خورشید شروع به تولید غذای خود کردند. این فرایند را فتوسنتز^۱ می‌نامند. یکی از مواد ضروری برای این فرایند هیدروژن است، گازی که به مقدار زیاد به هنگام فوران آتشفشان‌ها تولید می‌شود.

شرایط بسیار مشابهی را که در آن باکتری‌های فتوسنتز کننده‌ی آغازین می‌زیسته‌اند می‌توان امروزه در جاهای آتشفشانی، مانند یلواستون^۲ در آمریکا مشاهده کرد. در اینجا توده‌ی بزرگی از سنگ مذاب در یکی دو هزار متری ژرفای پوسته‌ی زمین قرار دارد که سنگ‌های سطحی را گرم می‌کند. در برخی جاها آب‌های زیرزمینی به بالای درجه‌ی جوش می‌رسند. آب‌ها در شیارهای میان سنگ‌ها جریان می‌یابند، فشار آن‌ها رو به کاهش می‌گذارد تا آن‌که ناگهان به حالت بخار ظاهر می‌شوند و به صورت فواره‌ای بلند به هوا می‌جهند. در جایی دیگر، آب از چاه‌ها بالا می‌آید و استخرهای بخار به وجود می‌آورد و سپس آب، بر اثر جریان یافتن، گرمای خود را از دست می‌دهد و نمک‌هایی که از سنگ‌های سطحی و همچنین از توده‌ی مذاب عمق زمین گرفته شده است، ته‌نشین می‌شود و بدین ترتیب حوضه‌های لبه‌دار و محاط شده با ردیف‌هایی از تراس به وجود می‌آیند.

در این آب‌های گرم و سرشار از مواد کانی، باکتری‌ها نشو و نمو می‌کنند. برخی از باکتری‌ها، مانند رشته‌های بوریا و شیر بریده رشد می‌کنند و برخی نیز به ورقه‌های چرمی ضخیم می‌مانند. بسیاری از آن‌ها دارای رنگ‌هایی درخشان هستند و شدت جلای رنگ‌ها در طول سال و همزمان با افزایش یا کاهش انبوهی آن‌ها تغییر می‌کند. نام‌هایی که به این استخرها داده شده، نشانه‌ای است از تنوع باکتری‌ها و زیبایی و شکوهی که پدید آورده‌اند. استخر زمرد (Emerald Pool)، پاتیل گوگرد (Sulphur Cauldron)، چشمه‌ی یاقوت (Beryl Spring)، آبشارهای آتشین (Firehole Falls)، استخر نیلوفر سحرگاهی (Morning Glory Pool) و استخر خاصی که داری چندین گونه باکتری است و کاسه رنگ نقاش (Artist's Paintpots) نامیده می‌شود. از آن جمله‌اند.

وقتی که در این سرزمین شگفت‌انگیز گردش می‌کنید، بوی زننده و شناخته شده‌ی تخم مرغ گندیده، یعنی سولفید هیدروژن که از واکنش آب‌های زیر زمینی با سنگ‌های مذاب ایجاد می‌شود، مشامتان را پر می‌کند. بسیاری از باکتری‌ها هیدروژن مورد نیاز خود را از همین منبع به دست می‌آورند. تا زمانی که باکتری‌ها برای به دست آوردن هیدروژن بر فعالیت‌های آتشفشانی وابسته بودند، گسترش عرصه‌ی زیست آن‌ها ممکن نبود، اما آرام آرام برخی از باکتری‌ها پدید آمدند که می‌توانستند هیدروژن را از منابع آبی بسیار گسترده‌تری به دست آورند. این پیشرفت اثر ژرف بر گونه‌های جاندارانی گذاشت که بعدها پدید آمدند. زیرا اگر هیدروژن از آب گرفته شود، عنصری

۱. Photosynthesis: تشکیل مواد آلی است در اندام گیاهان عالی، به ویژه کربوهیدرات از کربن منوکسید، آب و نمک‌های غیر آلی با استفاده از انرژی نورخورشید و با کمک کلروفیل به عنوان یک کالیزور.

۲. Yellowstone: پارکی است به وسعت ۶۴۰۰ کیلومتر مربع در شمال غربی ایالت ویومینگ و در همسایگی ایالات مانتانا و آیداهوی آمریکا.

که باقی می ماند اکسیژن است. جاندارانی که این کار را انجام دادند، از لحاظ ساختمانی اندکی از باکتری‌ها پیچیده تر بودند. در گذشته، آن‌ها را جلبک‌های آبی - سبز^۱ می خوانند، چون به نظر می رسد که از وابستگان نزدیک جلبک‌های سبزی هستند که در برکه‌ها فراوانند، ولی اکنون که ویژگی‌های بسیار ابتدایی آن‌ها شناخته شده است، سیانوفیست^۲، یا به عبارت ساده، آبی - سبز نامیده می شوند. آن‌ها ماده‌ای شیمیایی دارند که استفاده از آب را در فرآیند فتوسنتزی برای آن‌ها ممکن می کند. این ماده کلروفیل، یعنی همان ماده‌ای است که جلبک‌های واقعی و گیاهان بالاتر دارند.

آبی - سبزه‌ها در جاهایی یافت می شوند که رطوبت همیشگی وجود داشته باشد. اغلب می توانید پوششی از آن‌ها را در برکه‌ها مشاهده کنید که با حباب‌های اکسیژن، مانند دانه‌های تسبیح، کف آب را پوشانده‌اند. در خلیج کوسه^۳، در کرانه‌ی استوایی شمال غربی استرالیا، آبی - سبزه‌ها به شکلی بسیار زیبا و تماشایی رشد کرده‌اند. مجرای ورودی آبگیر هم‌لین^۴، که شاخه‌ی کوچکی از این خلیج بزرگ است، با پشته‌ای از ماسه که پوشیده از علف مارماهی^۵ است بسته شده است. راه جریان آب به درون و بیرون آبگیر چنان بسته شده است که بر اثر تبخیر آب زیر آفتاب سوزان، آب این آبگیر را بسیار شور کرده است. در نتیجه، جانداران آبی، مانند نرم تنان^۶، که در شرایط عادی از آبی - سبزه‌ها تغذیه می کنند و تعادل گسترش آن‌ها را با محیط حفظ می کنند، نمی توانند در آن‌جا به زندگی ادامه دهند. بنابراین، آبی - سبزه‌ها، همانند زمانی که پیشرفته‌ترین شکل زندگی در سرتاسر دنیا بودند، بدون مانع گسترش می یابند. آبی - سبزه‌ها، با ترشح کردن آهک، لایه‌هایی تشک مانند از سنگ در پیرامون ساحل و ستون‌هایی لرزان در ژرفای آب می سازند. در این‌جا توضیحی برای شکل‌های مرموزی که در برش سنگ‌های چخماق دیده می شود وجود دارد. ستون‌های آبی - سبز آبگیر هم‌لین استروماتولیت‌های زنده‌اند و جمعی از این ستون‌ها که در کف ابلقی آبگیر قرار دارند، نزدیک‌ترین چشم‌اندازی است که از دنیای دو هزار میلیون سال پیش، جلوی چشم خود داریم.

با پدیدار شدن آبی - سبزه‌ها، نقطه‌ای برگشت‌ناپذیر در تاریخ زندگی به وجود آمد. اکسیژنی که این جانداران طی هزاران سال تولید کردند نوعی اتمسفر سرشار از اکسیژن پدید آورد که امروزه با آن آشناییم و زندگی ما و همه‌ی جانداران دیگر به آن وابسته است. نه تنها برای نفس کشیدن به این هوا نیاز داریم، بلکه برای محافظت شدن نیز به آن نیازمندیم. اکسیژن در اتمسفر لایه‌ی اوزون را به وجود می آورد که مانند پرده‌ای مانع از تابش بخش زیادی از پرتوهای فرابنفش خورشید می شود. این پرتوها انرژی لازم را برای ترکیب کردن اسید آمینه‌ها و قندها در اقیانوس‌های آغازین فراهم کردند. بنابراین، با پدیدار شدن آبی - سبزه‌ها، این امکان وجود ندارد که بار دیگر زندگی روی زمین به همان صورت پدید آید.

۱. Blue – green algae

۲. Cyanophytes

۳. Shark Bay

۴. Hamelin Pool

5. Eel grass

6. Molluscs

قطره‌ای از آب یک برکه را زیر میکروسکوپ می‌گذاریم و به آن نگاه می‌کنیم انبوهی از موجودات ریز می‌بینیم که برخی از آن‌ها می‌چرخند، برخی می‌خزند و برخی در محیط دید ما مانند موشک‌هایی می‌جهند. آن‌ها را در مجموع آغازیان^۱ می‌نامند. همه‌ی آن‌ها تک‌سلولی هستند، اما ساختمان درون دیواره‌های سلولی آن‌ها در مقایسه با باکتری‌ها بسیار پیچیده‌تر است. به نظر می‌رسد محفظه‌ی مرکزی، یعنی هسته، مملو از DNA، نیروی سازمان دهنده‌ی سلول، است. میتوکندری‌ها^۲، با سوزاندن اکسیژن، انرژی لازم را به دست می‌آورد. بسیاری از سلول‌ها دمی تازیانه مانند دارند که به آن‌ها چسبیده است و آن‌ها را به یک نوع باکتری به نام اسپروکت^۳ شبیه می‌کند. برخی از تک‌سلول‌ها دارای کلروپلاست‌ها^۴، با محفظه‌هایی حاوی کلروفیل هستند که مانند آبی - سبزه‌ها با استفاده از انرژی نور خورشید مولکول‌های پیچیده‌ای را به عنوان غذای سلول فراهم می‌کنند. به این ترتیب، به نظر می‌آید که هر یک از این جانداران ریز خود مجموعه‌ای از جانداران ساده‌تر باشد. برخی از پژوهشگران این نظر را پذیرفته‌اند. امکان دارد سلولی که بنا به عادت، از راه چرخیدن به دور اجسام دیگر تغذیه می‌کرده است، برخی از باکتری‌ها و آبی - سبزه‌ها را به درون خود فرو برده باشد و آن‌ها هم، به جای هضم شدن، با همکاری میزبان زندگی مشترکی را تشکیل داده‌اند و از آن پس از رابطه‌ای دوستانه و بی‌همتا برخوردار شده‌اند. به هر شکلی که این رویداد صورت گرفته باشد، فسیل‌های میکروسکوپی نشان می‌دهند که چنین سلول‌های پیچیده‌ای نخستین بار حدود ۱۲۰۰ میلیون سال پیش ظاهر شده‌اند - یعنی در آغاز نهمین ماه گاه‌شمار زندگی که پیش‌تر گفتیم.

تولید مثل آغازیان، همچون باکتری‌ها، با تقسیم سلول به دو بخش صورت می‌گیرد. اما از آن‌جا که ساختمان درونی سلول‌ها پیچیده‌تر است، طبیعی است که مرحله‌های تقسیم سلولی در آن‌جا نیز مفصل‌تر باشد. بیشتر ساختارهای مستقل، یعنی عضوهای این گروه، خود تقسیم می‌شوند. در واقع در اغلب موارد میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها هر کدام با DNA خود، مستقل از تقسیم سلول اصلی، تقسیم می‌شوند، DNA درون هسته، به شیوه‌ای بسیار پیچیده، همانندسازی می‌کند. با این کار، همانندسازی همه‌ی ژن‌ها به نحوی تضمین می‌شود که هر کدام از سلول‌های حاصل بتوانند مجموعه‌ی کاملی از نمونه‌ها را دریافت کنند. با وجود این، گاهی چندین روش متفاوت تولید مثل در تک‌سلولی‌ها وجود دارد. با آن‌که جزئیات این کار در هر کدام با دیگری تفاوت دارد، ولی ویژگی اساسی همه‌ی این روش‌ها همان مبادله‌ی ژنهاست.

در برخی موارد، این کار به این ترتیب صورت می‌گیرد که دو سلول به هم می‌پیوندند و پیش از جدا شدن و تقسیم شدن سلول‌ها، ژن‌ها را با یکدیگر مبادله می‌کنند. در مواردی دیگر، سلول‌ها به طور معمول دارای دو مجموعه‌ی کامل از ژن‌ها هستند که بعد از مبادله تقسیم می‌شوند و سلول‌های جدیدی پدید می‌آیند که هر یک از آن‌ها دارای یک مجموعه از این ژن‌ها هستند. این سلول‌ها دو نوعند. یک سلول بزرگ کم جنبش است و دیگری کوچک‌تر و فعال، که به وسیله دنباله‌ای تازیانه مانند به حرکت در می‌آید. سلول اولی تخمک و

۱. Protista
 ۲. Mitochondria
 ۳. Spirochaete
 ۴. Chloroplasts

سلول دومی اسپرم نامیده می‌شود و این سرآغاز پیدایش جنسیت است. وقتی که این دو مجموعه در سلول در هم آمیخته‌ی جدیدی به هم می‌پیوندند، ژن‌ها بار دیگر در دو مجموعه قرار می‌گیرند، اما این بار در ترکیبی نو با ژن‌هایی نه فقط از یک جنس، بلکه از دو جنس. این ترکیب ممکن است دارای حالتی خاص باشد و موجودی را با ویژگی‌های جدید و اندکی متفاوت پدید آورد. از آن زمان که پیدایش جنسیت امکان تنوع ژنتیکی را افزایش داد، به اندازه‌ی زیادی بر سرعت تکامل جانداران در پاسخ به قرار گرفتن در محیط‌های تازه افزود.

آغازیان حدود ۱۰ هزار گونه دارند. سطح برخی از آن‌ها را مژک‌هایی پوشانده است که جاندار را با حرکتی هماهنگ در آب پیش می‌رانند. گروهی دیگر، که شامل آمیب‌ها نیز می‌شوند، با تشکیل برآمدگی‌های انگشت مانند (پاهای کاذب) و سپس با فرستادن مایع سلولی خود به درون آن‌ها حرکت می‌کنند.

بسیاری از جاندارانی که در دریا زندگی می‌کنند با ترشح سیلیس یا آهک، صدف‌هایی با ساختمانی بسیار پیچیده می‌سازند. این صدف‌ها از جمله زیباترین چیزهایی هستند که کاوشگر زیر میکروسکوپ به آن‌ها برخورد می‌کند. برخی از آن‌ها به صدف‌های حلزون دریایی کوچک می‌مانند و برخی به گلدان‌ها و بطری‌هایی مزین شده‌اند. ظریف‌ترین همه‌ی آن‌ها صدف‌های سیلیسی شفاف درخشانند و به کره‌های هم مرکز با سوزن به هم پیوسته، کلاه‌خودهای مخروطی، برج‌های شگفت‌انگیز ناقوس کلیساها و کشتی‌های فضایی میخکوب شده، شبیه هستند. ساکنان درون این صدف‌ها رشته‌های بلندی را از سوراخ‌های صدف بیرون می‌دهند تا بتوانند خرده‌های غذا را به کمک آن‌ها گرد آورند.

برخی دیگر از آغازیان روش تغذیه‌ی متفاوتی دارند، یعنی به وسیله محفظه‌هایی حاوی کلروفیل عمل فتوسنتز را انجام می‌دهند. این نوع جانداران را می‌توان گیاه دانست و بقیه را که از آن‌ها تغذیه می‌کنند جانور. با این همه این نام‌گذاری بدان معنی نیست که به تفاوت میان این دو گروه توجه شده است. زیرا گونه‌های بسیاری وجود دارند که در زمان مختلف می‌توانند با هر دو روش تغذیه کنند.

برخی از آغازیان به اندازه‌ای بزرگ هستند که با چشم غیر مسلح نیز می‌توان آن‌ها را دید. با اندکی تمرین می‌توان از یک قطره آب برکه ذره‌ای ژله‌ی خزننده و خاکستری رنگ برداشت که آمیبی بیش نیست. اما برای رشد یک جاندار تک سلولی محدودیت‌هایی وجود دارد، چون با افزایش اندازه‌ی جثه، فرایندهای شیمیایی درون سلول‌ها ناکافی است و به دشواری صورت می‌گیرد. با وجود این، افزایش اندازه به روشی دیگر صورت می‌گیرد، یعنی با جمع شدن سلول‌ها در یک مجموعه‌ی نظم یافته. ولوکس^۱ گونه‌ای است که این کار را انجام می‌دهد. از گره‌آبی شمار زیادی سلول که هر کدام دارای تاژکی هستند، کره‌ای تو خالی، به اندازه‌ی نوک سوزن ساخته می‌شود. نکته‌ی جالب توجه در مورد این واحدها این است که این مجموعه تا اندازه‌ی زیادی مانند دیگر سلول‌های منفردی است که به تنهایی شنا

۱. Volvox

می‌کنند و موجودیتی مستقل دارند. ولی سلول‌های تشکیل دهنده‌ی و لوکس هماهنگ هستند. زیرا تمام تاژک‌های پیرامون کره به نحوی منظم می‌زنند و کره کوچک را در جهتی معین به حرکت در می‌آورند.

ممکن است این نوع هماهنگی میان سلول‌های تشکیل دهنده‌ی یک مجموعه، ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیون سال پیش روی داده باشد، یعنی به حساب گاه‌شمار ما، در یکی از روزهای ماه دهم سال زندگی و آن زمانی بود که اسفنج‌ها ظاهر شدند. اسفنج‌ها می‌توانند به اندازه‌ی قابل توجهی رشد کنند. برخی از گونه‌های آن در بستر دریا توده‌هایی بی‌شکل، به طول حدود دو متر، می‌سازند. سطح آن‌ها دارای سوراخ‌های کوچکی است که با تاژک‌ها آب را از میان سوراخ‌ها به درون بدن می‌کشاند و از راه سوراخ‌های بزرگتری بیرون می‌فرستند. اسفنج از راه صاف کردن جریان آبی که از درون بدنش می‌گذرد، تغذیه می‌کند. میان اعضای مجموعه پیوستگی بسیار سستی وجود دارد. سلول‌های منفرد ممکن است مانند آمیب‌ها روی سطح اسفنج بخرزند. اگر دو مجموعه اسفنج در نزدیکی هم رشد کنند، امکان دارد آن‌ها با یکدیگر تماس حاصل کنند، و آرام‌آرام به صورت یک اسفنج بزرگ واحد در آیند. اگر اسفنجی را با فشار از میان سوراخ‌های ریز غربالی بگذرانیم و به سلول‌های جدا از هم تجزیه کنیم، این سلول‌ها به دست آمده ممکن است به آرامی بار دیگر سازمان یابند و هر کدام مکان مناسب خود را پیدا کنند و بار دیگر به صورت اسفنجی در آیند. جالب توجه تر از همه این است که اگر همین عمل را با دو اسفنج انجام دهیم و سپس سلول‌های هر دو اسفنج را با هم در آمیزیم، آن سلول‌ها به صورت یک واحد متشکل می‌شوند.

برخی از اسفنج‌ها در پیرامون سلول‌های خود ماده‌ای نرم و انعطاف پذیر می‌سازند که همه‌ی پیکر جاندار را پشتیبانی می‌کند. اگر همه‌ی سلول‌ها بر اثر جوشاندن از میان بروند، این ماده باقی می‌ماند، و این همان چیزی است که در برخی از کشورها به عنوان ابرحمام استفاده می‌شود. اسفنج‌های دیگر سوزن‌های کوچکی از جنس آهک با سیلیس از خود ترشح می‌کنند که آن را اسپیکول^۱ می‌نامند. این اسپیکول‌های در هم فرو رفته چارچوبی را می‌سازند که سلول‌ها در آن قرار می‌گیرند. چگونگی جهت دادن سلول به خود و ساختن اسپیکولی که درست در این طرح کلی جای بگیرد، پدیده‌ای بسیار ناشناخته است. هنگامی که اسکلت پیچیده‌ی اسفنجی را که از اسپیکول‌های سیلیسی ساخته شده و به نام سبدگل ونوس^۲ مشهور است، می‌بینیم شگفت زده می‌شویم. این که چگونه سلول‌های میکروسکوپی نیمه مستقلی می‌توانند با پیوستن به یکدیگر یک میلیون اسپیکول‌های بلورین ترشح کنند و شبکه‌ای چنین ظریف و زیبا پدید آورند، برای ما روشن نیست. ولی با آن که اسفنج‌ها می‌توانند چنین مجموعه‌های شگفت‌آوری به وجود آورند، آن‌ها را به سختی می‌توان از جانوران چندسلولی به شمار آورد. آن‌ها دستگاه عصبی و رشته‌های عضلانی ندارند. ساده‌ترین جاندارانی که چنین ویژگی‌هایی را دارند، عروس‌های دریایی و وابستگان آن‌ها هستند.

۱. Spicule

۲. Venus flower basket

عروس دریایی^۱ معمولی به شکل یک نعلبکی است که در کناره‌ی آن بازوهای زهرآگین قرار دارند. این حالت جانور را مدوزا نامیده‌اند که برگرفته از نام زنی تیره بخت در یکی از افسانه‌های باستانی یونان است. در این افسانه آمده است که خدای دریا به مدوزا^۲ عشق می‌ورزید و این عشق مایه‌ی رشک الاهی شد و تارهای موی آن زن را به مار تبدیل کرد. بدن عروس‌های دریایی از دو لایه‌ی سلولی تشکیل یافته است. ژله‌ای که این دو لایه را از هم جدا می‌کند آن اندازه سخت نیست که بتواند ضربه‌هایی را که آب به جانور وارد می‌آورد تحمل کند. عروس‌های دریایی جاندارانی بسیار پیچیده‌اند. سلول‌های عروس‌های دریایی، برخلاف سلول‌های اسفنج، به تنهایی نمی‌توانند زندگی کنند. برخی از سلول‌ها طوری تغییر یافته‌اند که توانایی جابه‌جایی پیام‌های الکتریکی را به دست آورده‌اند. این سلول‌ها در شبکه‌ای که شبیه یک دستگاه عصبی ابتدایی است، با هم ارتباط دارند. برخی دیگر از سلول‌ها می‌توانند در جهت طول منقبض شوند و از این لحاظ به عنوان ماهیچه‌های ساده به شمار می‌آیند. عروس‌های دریایی سلولهای زهرآگینی دارند که در درون آن‌ها تارهایی ماریچی نهفته است. وقتی که طعمه یا دشمنی نزدیک می‌شود، سلول‌ها این تارها را، که به تیغ‌های ریز و اغلب زهرآگین مسلح هستند، رها می‌کنند. اگر از بخت بد، در هنگام شنا با یک عروس دریای برخورد کنیم، نیش چنین سلول‌هایی را که در روی بازوها قرار دارند احساس خواهیم کرد.

عروس دریایی از راه ریختن تخمک‌ها و اسپرم‌ها در دریا تولید مثل می‌کنند. تخم بارور به طور مستقیم به عروس دریایی تبدیل نمی‌شود، بلکه موجودی شناور و بسیار متفاوت از والدین خود پدید می‌آورد. این موجود آرام‌آرام در بستر دریا می‌نشیند و به جاندار کوچکی بدل می‌شود که شبیه گل است و آن را پولیپ^۳ می‌خوانند. در برخی از گونه‌ها پولیپ‌های جدید به شکل جوانه‌هایی از شاخه‌های کوچک از پولیپ اصلی جدا می‌شوند. موجود در این مرحله، با کمک مژک‌های کوچکی که در حال تبیدن هستند، از راه صاف کردن آب تغذیه می‌کند، پولیپ‌ها آرام‌آرام به شیوه‌ای متفاوت جوانه می‌زنند و مدوزاهای کوچکی را تولید می‌کنند. مدوزا خود را از پولیپ جدا می‌کند و با جنبش‌های کرم‌وار از آن دور می‌شود تا زندگی شناور خود را در پیش گیرد و به عروس دریایی تبدیل شود.

این تناوبی که در شکل نسل‌های پیایی وجود دارد، گوناگونی فراوانی را در درون گروه فراهم کرده است. عروس دریایی اصلی بیش‌تر عمر خود را به صورت مدوزای شناور می‌گذارند و تنها زمان کوتاهی از زندگی به سنگ‌ها چسبیده می‌ماند. جانوران دیگر، مانند شقایق دریایی^۴، به گونه‌ای دیگر عمل می‌کنند. آن‌ها در تمام دوران بلوغ خود پولیپ‌های منفردی هستند که به سنگ‌ها چسبیده‌اند و با بازوهای متحرک خود در آب آماده‌اند تا صیدی را که به چنگ آن‌ها می‌افتد طعمه‌ی خود کنند.

۱. Jellyfish
 ۲. Medusa
 ۳. Polyp
 ۴. Sea anemone

نوع سومی هم از مجموعه‌های شگرف پولیپ‌ها هستند که خود را از وابستگی به بستر دریا رها کرده‌اند و مانند عروس دریایی، آزادانه شنا می‌کنند. جنگجوی پرتغالی^۱ از همین جمله است. زنجیرهایی متشکل از پولیپ‌ها از یک جسم شناور پر از هوا آویزانند. هر زنجیر نقشی خاص دارد. دسته‌ای از آن‌ها سلول‌های تولید مثل را به وجود می‌آورد، دسته‌ی دیگر غذای به دست آمده از شکار را جذب می‌کند و دسته‌ی آخر به سلول‌های زهر آگین فراوانی مسلح است که تا فاصله‌ی پنجاه متری در پشت مجموعه دنباله دارد و ماهی‌هایی را که بر حسب تصادف با آن برخورد می‌کنند، فلج می‌سازد.

یک فرض بدیهی این است که چنین موجودات ساده‌ای در مرحله‌ی بسیار آغازین تاریخ زندگی پدید آمده‌اند، ولی مدتی طولانی مدرکی برای ثابت کردن این فرض وجود نداشت. چنین مدرک مهمی تنها می‌توانست در سنگ‌ها یافت شود. حتی پذیرش این که موجودات میکروسکوپی در سنگ چخماق محفوظ مانده‌اند، به دشواری می‌تواند ما را متقاعد کند که موجودی به بزرگی عروس دریایی، که در عین حال لطیف و تو خالی است، بتواند شکل خود را تا آن‌جا که فسیل شود، حفظ کند. اما در دهه‌ی ۱۹۴۰ برخی از زمین‌شناسان به شکل‌های شگفت‌انگیزی برخوردند که در ماسه سنگ قدیمی ادیاکار^۲ در رشته کوه‌های فلیندرز^۳، واقع در جنوب استرالیا، یافت می‌شد. این سنگ‌ها را که اکنون تصور می‌شود پیشینه‌ی آن‌ها به حدود ۶۵۰ میلیون سال برسد، در آغاز بدون هر گونه فسیلی می‌پنداشتند. با قضاوت درباره‌ی اندازه‌ی دانه‌های ماسه‌ای که سنگ‌ها را می‌سازند و با توجه به آثار چین‌های کوچک ناشی از موج روی سطح رسوب‌گذاری، می‌توان گفت که این سنگ‌ها روزگاری ساحلی ماسه‌ای تشکیل می‌دادند. خیلی به ندرت آثار گل ماندی روی این سنگ‌ها بافت شده بود. برخی از این شکل‌ها به اندازه‌ی فنجان کوچکی بود و برخی دیگر به اندازه‌ی گل سرخ بزرگ.

آیا این آثار بازمانده‌ی عروس‌های دریایی است که به هنگام جذر آب در ساحل بر جای مانده‌اند و در آفتاب سخت شده‌اند و سپس به هنگام مدّ بعدی، ماسه‌های دانه‌ریز آن‌ها را پوشانده‌اند؟ کم‌کم، آن اندازه نمونه‌هایی به این شکل‌ها گردآوری شدند و مورد مطالعه قرار گرفتند که دیگر تردیری باقی نماند که آن‌ها آثار باقیمانده‌ی عروس دریایی هستند.

تاکنون شانزده گونه متفاوت از عروس‌های دریایی شناسایی شده‌اند. برخی پولیپ‌های شناور و برخی مانند جنگجوی پرتغالی به نظر می‌رسند که دارای کیسه‌های حاوی هوا بوده‌اند. در میان جالب توجه‌ترین آن‌ها فسیل‌های شگفت‌انگیزی وجود دارد که به صورت مجموعه و چسبیده به بستر دریا زندگی می‌کرده‌اند و اکنون همانند پرهای طویل در ماسه سنگ خاکی قهوه‌ای رنگ قرار دارند. در این فسیل‌ها خارهایی دیده می‌شود که به صورت شاخه‌های جداگانه در امتداد پولیپ‌ها قرار داشته است. احتمال دارد که این جانوران بر اثر رخ‌دادن توفانی از زیستگاه خود کنده شده‌اند و به این ساحل کهن رانده شده‌اند.

۱. The Portuguese man o' war

۲. Ediacara Sandstone

۳. Flinder Ranges

در برخی از آن‌ها اثر مبهمی از صفحه‌ای به شکل سکه در نزدیک پایه‌ی مجموعه وجود دارد. در آغاز چنین تعبیر شده بود که این صفحه خود نوعی دیگر از عروس دریایی مدوزا شکل است، لیکن از آن‌جا که این شکل در بسیاری از نمونه‌ها درست در همان موقعیت یافت شده، اکنون برخی تصور می‌کنند که ممکن است این صفحه نوعی قلاب بوده باشد.

برای پیدا کردن نمونه‌های زنده‌ی امروزی این فسیل‌ها، مجبور نیستیم راه زیادی را بیماییم، در فاصله‌ی ۱۶۰ کیلومتری رشته کوه‌های فلیندر موجوداتی بسیار شبیه به آن‌ها به نام قلم‌های دریایی^۱ در آب زندگی می‌کنند. نام قلم‌های دریایی روزگاری به این جانوران داده شده بود که مردم از پر به عنوان قلم استفاده می‌کردند و از آن‌جا که این جانوران شکلی پر مانند داشتند و اسکلت آن‌ها انعطاف‌پذیر و در عین حال محکم بود، به نظر می‌رسید که برای نوشتن مناسب باشند. این جانداران به صورت برآمده و راست روی کف ماسه‌ای دریا رشد می‌کنند، طول برخی از آن‌ها تنها چند سانتی‌متر است. برخی نیز به اندازه‌ی نیمی از قد یک انسان می‌رسند. آن‌ها به ویژه در شب تماشایی‌اند، زیرا درخششی به رنگ صورتی روشن دارند. اگر آن‌ها را لمس کنیم، درخشش پرتوی از موج نور در راستای بازوهای آن‌ها که به آهستگی به خود پیچیده‌اند، آغاز می‌شود.

قلم‌های دریایی را مرجان‌های نرم نیز می‌خوانند. وابستگان آن‌ها، یعنی مرجان‌های سنگی^۲، اغلب در کنارشان رشد می‌کنند. آن‌ها هم جانورانی هستند که به صورت مجموعه زندگی می‌کنند. دیرینگی این جانداران به دیرینگی قلم‌های دریایی نمی‌رسد. هیچ فسیلی از این مرجان‌های سنگی در ساحل ادیاکارا یافت نشده است، ولی هنگامی که این مرجان‌ها پدید آمدند، شمار آن‌ها بسیار فراوان شد. اسکلت سنگی این جانورا برای فسیل شدن بسیار مناسب است، به ویژه آن‌که این جانداران در محیطی زندگی می‌کنند که رسوب‌های ریزدانه حاوی مواد آلی و ماسه ته نشین می‌شوند. در بسیاری از جاهای لایه‌های بزرگی از سنگ‌های آهکی یافت می‌شود که تقریباً به طور کامل از باقیمانده‌های مرجانی تشکیل شده است. این سنگ‌ها تاریخچه‌ای تفضیلی از رشد مرجان‌ها را آشکار می‌کنند.

پولیپ‌های مرجانی اسکلت خود را از پایه ترشح می‌کنند. هر پولیپ از راه مجرای افقی به موجودی که در کنار آن قرار گرفته، متصل است. با رشد مجموعه، پولیپ‌های جدیدی روی این بخش‌های اتصالی به وجود می‌آید که اسکلت آن‌ها در روی پولیپ‌های پیشین قرار می‌گیرد و آن‌ها را خفه می‌کند. بنابراین، سنگ آهکی که از این مجموعه‌ها به وجود می‌آید، دارای سوارخ‌های کوچکی است که روزگاری در هر کدام از آن‌ها یک پولیپ رشد می‌کرده است. مرجان‌های زنده تنها لایه‌ای نازک روی سطح مجموعه را می‌سازند. هر یک از گونه‌های مرجان برای جوانه زدن دارای طرحی ویژه خود است، و بدین‌سان بنای یادبود ویژه‌ی خود را بنا می‌کند.

مرجان‌ها برای زنده ماندن سخت به شرایط ضروری محیط زیست خود نیازمندند. آبی که گل‌آلود یا شیرین باشد باعث مرگ آن‌ها می‌شود. مرجان‌ها در ژرفایی که نور خورشید به آن‌جا نمی‌رسد، رشد نمی‌کنند، زیرا آن‌ها به جلبک‌های تک‌سلولی که درون بدن آن‌ها

۱. Sea pens

۲. Stony coylals

رشد می کنند وابسته اند. جلبک ها از راه فتوسنتز تغذیه می کنند و در این جریان دی اکسید کربن آب را جذب می کنند. این عمل به مرجان ها کمک می کند تا اسکلت خود را بسازند و با اکسیژن آزاد شده تنفس کنند.

نخستین باری که در کنار یک ردیف مرجانی^۱ به غواصی پردازیم، خاطره ای فراموش نشدنی به دست می آوریم. آزادانه به حرکت در آمدن در فضای سه بعدی و در درون آب زلالی که مرجان ها در آب زندگی می کنند، خود احساسی است سحرآمیز و سیری است در دنیایی دیگر، هیچ چیز در روی خشکی وجود ندارد که به اندازه ی غنای شکل ها و رنگ های مرجانی ما را به سوی خود جلب کند. در این جا گنبدها، شاخه ها، بادبزنها، اجسامی به گونه ی شاخ گوزن با نوک آبی فام یا به شکل لوله هایی به قرمزی رنگ خون مشاهده می شوند. برخی مانند گل به نظر می آیند، ولی هنگامی که آن ها را لمس می کنیم، سطحی به ناهمواری سنگ دارند. گاهی گونه های مختلف مرجان در کنار یکدیگر رشد می کنند و با قلم های دریایی که شکلی طاق مانند در بالای آن ها می سازند و همچنین لایه های شقایق دریایی که بازوهایشان همراه با جریان آب موج می زند، در هم می آمیزند. گاهی نیز می توانیم منطقه ی پهناوری را ببینیم که تنها از یک نوع مرجان پوشیده شده است. گاه در آب های ژرف تر، توده ای از مرجان ها را می یابیم که فراتر از دید ما در ژرفای آبی تیره فرو می روند و روی آنها اجسام بادبزنی شکل و اسفنج مانند آویزانند.

ولی اگر شنای ما تنها یک روز طول بکشد، مشکل می توانیم موجوداتی را ببینیم که چنین چشم انداز شگفت آوری را به وجود آورده باشند. شبانگه، با داشتن مشعلی در دست، می توانیم دگرگونی مرجان ها را ببینیم. مرزهای مشخص مجموعه ها اکنون دارای حاشیه ای مبهم و شیری رنگ است. میلیون ها پولیپ ریز از جایگاه آهکی خود بیرون آمده اند تا با گسترش بازوهای کوچک خود غذایی در تاریکی بیابند. قطر هر یک از پولیپ های مرجان تنها چند میلیمتر بیش نیست، اما پیش از آنکه انسان دست به فعالیت های ساختمانی بزند، مرجان ها با تشکیل مجموعه، بزرگ ترین ساختمان های جانوری دنیا را پدید آوردند.

گریت باریر ریف^۲ (سد مرجانی بزرگ) را که در راستای ساحل شرقی استرالیا به طول بیش از یک هزار و شش صد کیلومتر کشیده شده است، می توان از کره ی ماه مشاهده کرد. بدین سان، اگر حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش، فضاوردی از سیاره های دیگر، از نزدیکی زمین می گذشت، به آسانی می توانست در دریای آبی رنگ این چند شکل جدید و اسرار آمیز فیروزه ای رنگ را ببیند و ممکن بود حدس بزند که در روی زمین به راست زندگی آغاز شده است.

۱. Reef برآمدگی تپه مانند مرجانی در دریا که بلندی آن تا سطح آب یا نزدیک سطح آب می رسد.