



۳ پیدایش و گسترش زندگی

برای پاسخ به این پرسش که زندگی دقیقاً چه موقع و چگونه روی زمین پدیدار شد، پژوهشگران با شواهدی که به دست می‌آورند، [] و [] سپس [] ارائه می‌دهند و بدین طریق در این باره گمانه‌زنی می‌کنند.

پیش‌نیازها

پیش از مطالعه این فصل باید بتوانید :

- ساختار پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها را شرح دهید،
- سلول‌های پروکاریوتی را با سلول‌های یوکاریوتی مقایسه کنید،
- ساختارهای کلروپلاست و میتوکندری را شرح دهید،
- نقش DNA را در وراثت توضیح دهید.

زمین در آغاز فاقد [redacted] بود.

دانشمندان اعتقاد دارند در حدود [redacted] زمین پوشیده از [redacted] بوده است. بدیهی است که در چنین شرایطی [redacted] مکان پذیر نبوده است. اندک اندک سطح سیاره زمین [redacted] و [redacted] آن را دربرگرفت. [redacted] متراکم شد و [redacted] به وجود آورد. زیست شناسان اعتقاد دارند که حیات باید اولین بار در [redacted] پدیدار شده باشد. به عقیده آنان تغییر و تحول جانداران [redacted] طول کشیده است. شواهد نیز حاکی است که زمین از مدت ها قبل از [redacted] وجود داشته است. این شواهد را [redacted] به دست می دهد.

مواد شیمیایی پایه ای حیات چگونه تشکیل شدند؟

به نظر می رسد که در نخستین مراحل پیدایش حیات [redacted] با یک دیگر واکنش شیمیایی انجام می دادند. این واکنش ها باعث [redacted] شدند. مولکول های ساده با استفاده از [redacted] مولکول های [redacted] به وجود آوردند. این مولکول های پیچیده [redacted] بودند. این [redacted] که بسیاری از واحدهای آلی سازنده حیات، نخستین بار از [redacted] تشکیل شده اند، مورد آزمایش قرار گرفته است.

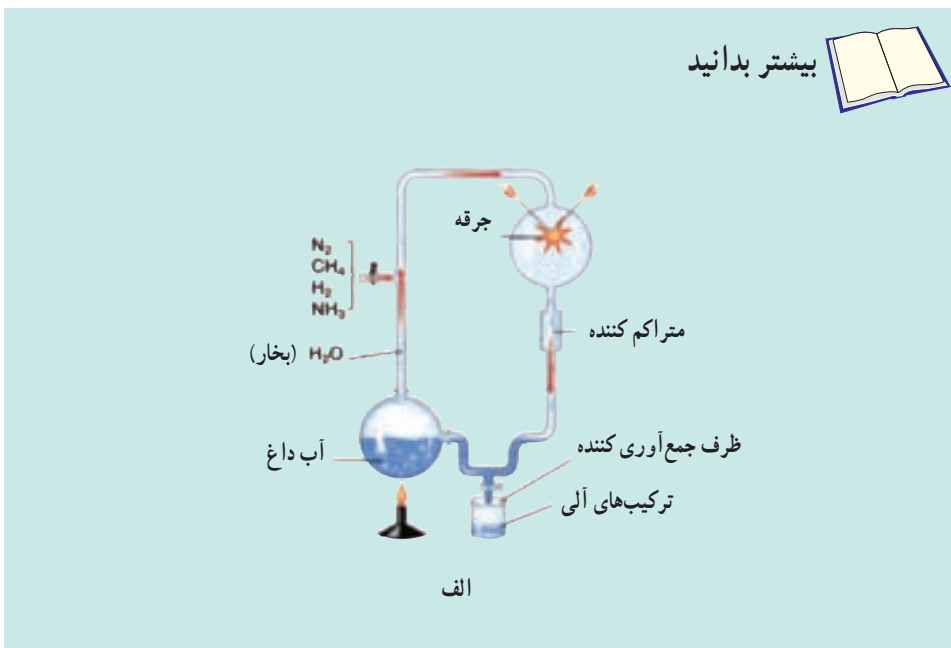
سوپ بنیادین: در دهه [redacted] دانشمندان اظهار داشتند که در [redacted] در زمان [redacted] مقدار [redacted] پدید آمد. این نظریه به الگوی [redacted] مشهور شد. تصور بر این است که در آن هنگام اقیانوس های زمین مملو از [redacted] بودند. این دانشمندان فرض کردند که این مولکول ها در اثر [redacted] پدید آمده بودند.

۱- دانشمندان با کاربرد روشی به نام عمرسنجی، سن سنگ ها و آثار حیاتی را تخمین می زنند. برای کسب اطلاع بیشتر درباره عمرسنجی به کتاب زمین شناسی خود مراجعه کنید.

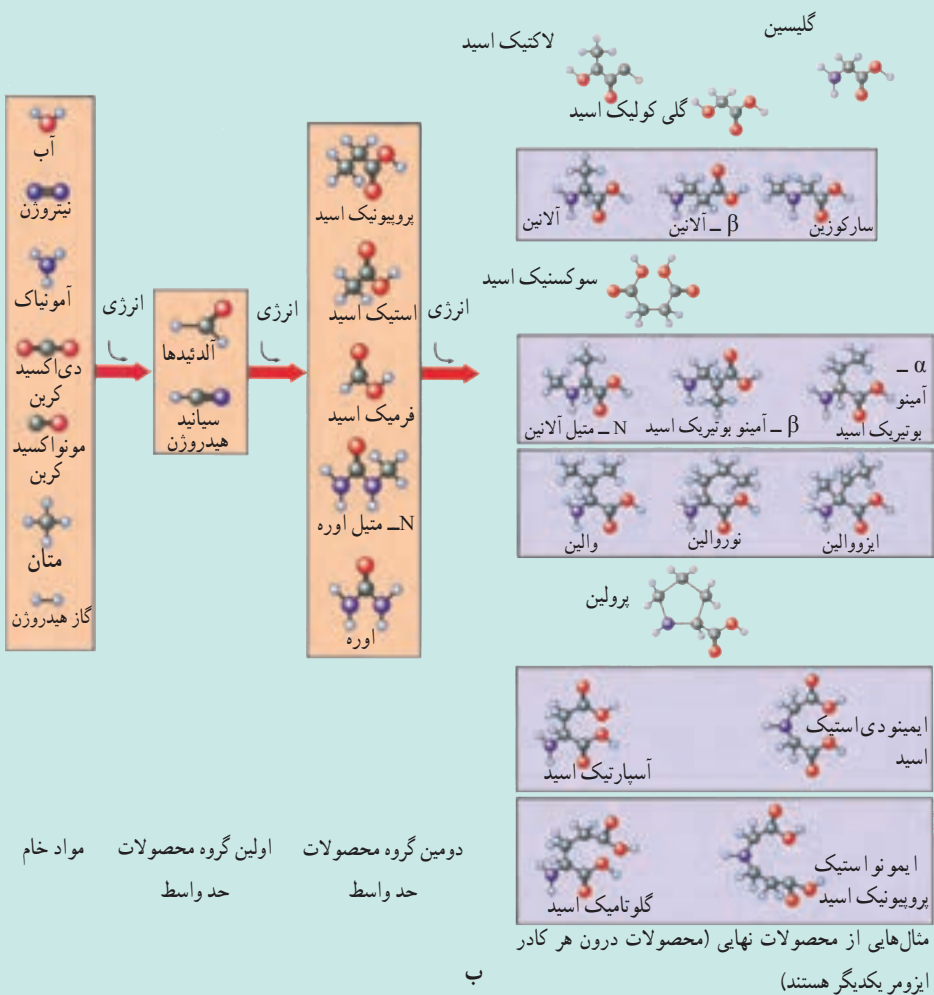


پس از آن گروهی دیگر از پژوهشگران، اعلام کردند که جو اولیه زمین [redacted] داشته و در عوض غنی از [redacted] و [redacted] بوده است. در آن زمان [redacted] انرژی این مولکول‌ها را افزایش می‌داده است. امروزه اکسیژن موجود در جو سریعاً [redacted] را جذب می‌کند، زیرا [redacted] هنگامی که [redacted] موجود نباشد، الکترون‌های پرانرژی در انجام واکنش‌هایی دیگر، مانند [redacted] شرکت می‌کنند.

در [redacted] الگوی سوپ بنیادین را آزمایش کرد. او گازهای [redacted] و [redacted] را درون دستگاهی قرار داد و به منظور شبیه‌سازی [redacted] از [redacted] استفاده کرد. او پس از چند روز [redacted] در این دستگاه پیدا کرد. این ترکیبات [redacted] مولکول‌های زیستی، مانند [redacted] بودند. این نتایج نشان می‌دهند که [redacted] است. مواد شیمیایی پایه‌ای حیات، در شرایطی مشابه شرایط آزمایشگاهی میلر، روی کره زمین پدید آمده باشند.



۱- Stanley Miller



آزمایش میلر. الف) میلر وضعیت اولیه کره زمین را به صورتی که دانشمندان دیگر پیشنهاد کرده بودند شبیه سازی کرد. آزمایش‌های این پژوهشگر امکان تشکیل مواد شیمیایی پایه‌ای حیات را از مواد غیرآلی، نشان داد. ب) نتایج آزمایش میلر. هفت مولکول ساده که همه گاز هستند، در مخلوط اصلی وجود دارند. نکته: اکسیژن در بین این گازها نیست و به جای آن، اتمسفر غنی از هیدروژن است. در هر مرحله از آزمایش، مولکول‌های پیچیده‌تری شکل می‌گیرند.

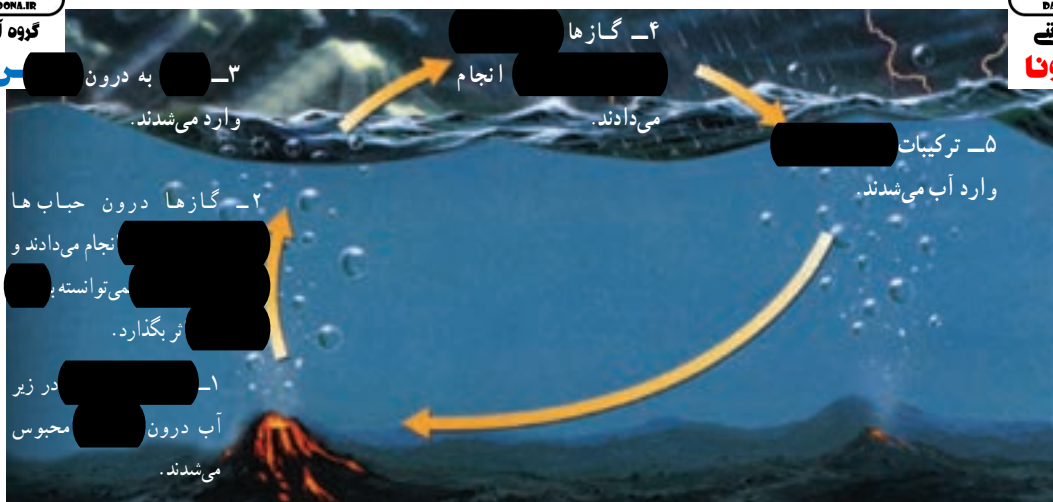
پژوهش‌های دیگر درباره الگوی سوپ بنیادین: اکتشافات جدید باعث

شدند. در زمان آزمایش میلر، زیست‌شناسان تصور می‌کردند که پیدایش حیات در حدود

روی داده است. اما

نشان داد که حیات در واقع بسیار پیشتر از آن تشکیل شده بود.





شکل ۱-۳- الگوی حباب. مطابق این الگو، منشأ تشکیل مولکول آلی ساده هستند.

می دانیم که بین مولکول های آلی و سلول های زنده راهی بسیار طولانی وجود دارد. چگونه آمینو اسیدها به صورت پروتئین درآمدند؟ چگونه نوکلئوتیدها به زنجیره های طولی DNA تبدیل شدند؟ دانشمندان تاکنون نتوانسته اند در این زمینه پیشرفت زیادی داشته باشند. اگرچه

احتمال تبدیل میکروسفرها به سلول ها، که از اجزای تشکیل دهنده غشاهای سلولی هستند، در تمایل به گردهم آیی دارند. اگر یک بطری محتوی را تکان دهیم، می توانیم چنین حالتی را مشاهده کنیم: مجموعه های کروی کوچکی که حاصل گردهم آیی مولکول های روغن در سرکه است، تشکیل می شود. در این محلول آرایش مولکول های چربی به صورتی است که در مجموع یک کره، مشابه غشای یک سلول را تشکیل می دهند. مجموعه ای از مولکول های می توانند به علت در آب به شکل درمی آیند. این های ریز می توانند کواسرواها ممکن است نیز در خود داشته باشند. اگر چه کواسرواها زنده اما شباهت زیادی به دارند. تجربه های آزمایشگاهی نیز نشان داده اند که هم چنین تمایلی دارند، مثلاً هم تمایل به تشکیل به نام دارند.



پژوهشگران عقیده دارند که تشکیل [redacted] احتمالاً اولین قدم به سمت سازماندهی سلول بود،
است. طبق این [redacted] میکروسفرها پس از تشکیل [redacted]
در طول میلیون‌ها سال، انواعی از میکروسفرها که [redacted]
از فراوانی بیشتری برخوردار شدند. با این حال، میکروسفرهایی را که
هنوز توانایی [redacted] می‌توان زنده در نظر گرفت.
نقش احتمالی کاتالیزورها: در دهه [redacted] پژوهشگران کشف کردند که برخی از مولکول‌های
[redacted] می‌توانند شبیه آنزیم‌ها عمل کنند [redacted] سطحی را فراهم می‌کند که واکنش‌های
شیمیایی می‌توانند در آن [redacted] شوند. [redacted] های امروزی نیز فعالیت‌های آنزیمی دارند؛ به نظر
می‌رسد که اتصال [redacted] در ریبوزوم هنگام [redacted] را یک [redacted] انجام می‌دهد.
یک [redacted] بر اساس تحقیقات [redacted] و [redacted]
[redacted] شکل گرفت [redacted] RNA، اولین [redacted] بوده است. این
مولکول [redacted] است تشکیل [redacted] را نیز کاتالیز کرده باشد. مطلب مهم‌ترین است
که چنین مولکولی می‌تواند [redacted]



شکل ۲-۳- میکروسفر ($\times 1250$)
ظاهر این میکروسفرها که از جنس [redacted] بسیار شبیه
[redacted]
دارند و در حال [redacted] هستند.



گروه آموزشی
دور خون

گروه آموزشی
دور خون

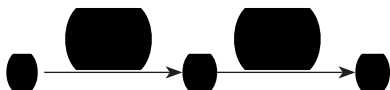
خاستگاه متابولیسم: مولکول‌های RNA، میکروسفرها و نیز ساختارهای سلول مانندی که پس

از آنها به وجود آمدند، برای [redacted] مانند [redacted]
نیاز داشتند. با گذشت زمان [redacted] احتمال می‌رود که [redacted]
[redacted] بسبب شد که آنها بتوانند [redacted]



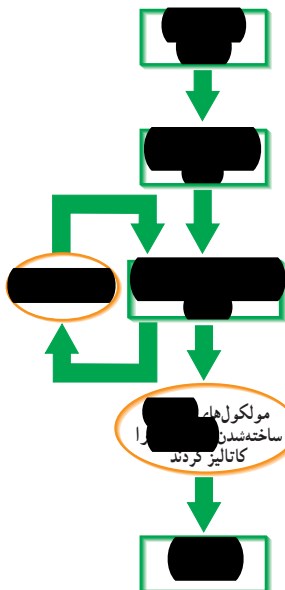
پس از مدتی غلظت [redacted] نیز در محیط [redacted] یافته و آنزیم دیگری به وجود آمده که بتواند [redacted] را از

ترکیب دیگری مثل [redacted] بسازد:



به نظر می‌رسد [redacted] که با چنین ساز و کاری به وجود آمدند [redacted]

پیچیده‌تر شده‌اند.



شکل ۳-۳- مراحل همانندسازی [redacted] انجام واکنش‌های شیمیایی بین [redacted] باعث تشکیل [redacted]

شد. نوکلئوتیدها به صورت [redacted] گردهم آمدند. این مولکول‌ها [redacted] قادر به [redacted]

بوده‌اند. چون [redacted] در مولکول‌های RNA نوع ایجاد شد.



خاستگاه وراثت : دانشمندان تصور می کنند که مولکول های RNA دارای RNA شدند. مولکول های RNA با استفاده از خود همانندسازی می کردند و در صورت انتقال می شدند. پس از مدتی، مولکول های RNA توانستند را سازمان دهی و با تعیین کنند. به این ترتیب سازوکار وراثت شکل گرفت.

بیشتر بدانید



فرضیه مناسب بودن شرایط اقیانوس های اولیه برای پیدایش حیات، دانشمندان را بر آن داشته است تا نشانه های حیات را در محیط های آبی موجود در سیاره های دیگر منظومه شمسی نیز جست و جو کنند. وجود اقیانوس بزرگی از آب مایع و اکسیژن فراوان در زیر لایه ضخیم یخ در مریخ و یکی از قمرهای سیاره مشتری، ممکن است شرایط مناسبی را برای حیات جانداران میکروسکوپی فراهم آورده باشد

خودآزمایی



- ۱- دو الگوی علمی ارائه شده در مورد منشأ حیات را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۲- اولین مرحله ای را که منجر به سازمان یابی سلول شد توصیف کنید.
- ۳- با توجه به نقش هایی که برای مولکول RNA در مراحل گوناگون پیدایش حیات پیشنهاد شده است، به نظر شما در چه مرحله ای می توان گفت که RNA نقش ماده ژنتیک را بر عهده گرفته است؟
- ۴- تفاوت های ساختاری DNA و RNA را به یاد آورید. به نظر شما چرا در جانداران پیشرفته امروزی DNA به عنوان ماده ژنتیک به RNA ترجیح داده شده است؟
- ۵- درباره ارتباط این عبارت ها با هم، بحث کنید :
شواهد امروزی از نقش RNA های قدیمی، پروتئین سازی، ماده ژنتیک، کدون و آنتی کدون، وراثت، مولکول ذخیره کننده اطلاعات، همانندسازی، مولکول mRNA، رمز ژنتیک، RNA آنزیمی.
- ۶- آیا یک الگوی طراحی شده درباره منشأ حیات باید احتمال وجود سایر الگوها را انکار کند؟ توضیح دهید.



۲ تکوین جانداران پیچیده تر

قدیمی ترین گروه جانداران هستند.

پژوهشگران برای نزدیک شدن به پاسخ این سؤال که نخستین جاندار در چه زمانی آفریده شد، شواهد و مدارک موجود دربارهٔ جانداران قدیمی یعنی [redacted] را مورد پژوهش قرار می دهند. سنگواره بقایای [redacted] و [redacted] و [redacted] است که زندگی می کرده اند. قدیمی ترین سنگواره ای که تاکنون کشف شده است، سنگواره [redacted] است که در [redacted] یافت شده اند.

می دانید که پروکاریوت ها جاندارانی هستند و [redacted] ندارند. نخستین جانداران تک سلولی که روی زمین پدیدار شدند [redacted] بودند و برای کسب انرژی از [redacted] استفاده می کردند. به دنبال [redacted] انواعی از سلول ها پدیدار شدند که می توانستند [redacted] به این ترتیب نخستین سلول های [redacted] پدید آمدند. به نظر می رسد نخستین سلول های فتوسنتز کننده بوده اند. قبل از پیدایش سیانوباکتری ها، در جو زمین وجود نداشت، اما پس از پیدایش آنها و انجام [redacted] گاز اکسیژن به درون [redacted] آزاد شد. این اکسیژن پس از گذشت [redacted] درون [redacted] متراکم شد، به طوری که امروزه حدود [redacted] درصد جو زمین را اکسیژن تشکیل می دهد. با افزایش تراکم اکسیژن در جو زمین، سلول هایی پیدا شدند که [redacted] این سلول ها نخستین سلول های [redacted] بودند.

اولین یوکاریوت

[redacted] سال پیش، اولین یوکاریوت ها پا به عرصهٔ وجود گذاشتند. می دانید که سلول های یوکاریوتی [redacted] دارند و DNA آنها در [redacted] محصور است. سومین ویژگی یوکاریوت ها حضور اندامک های [redacted] تقریباً به اندازهٔ [redacted] به نام های [redacted] و [redacted] در سلول هاست. این اندامک ها DNA خود را دارند. سلول های



کاربوتی دارند و [redacted] که در فتوسنتز دخالت دارند، تنها در [redacted] و نیز در [redacted] یافت می‌شوند.

میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها

درباره منشأ میتوکندری‌ها، اکنون [redacted] همه زیست‌شناسان نظریه [redacted] را پذیرفته‌اند. نظریه درون همزیستی اظهار می‌دارد که میتوکندری‌ها [redacted] هستند.

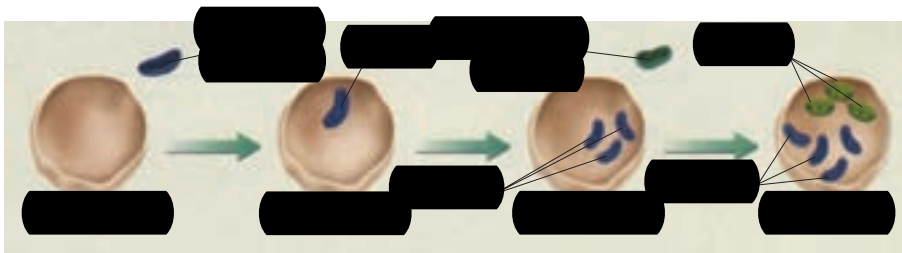
پس از آن که نخستین باکتری‌های فتوسنتزکننده وارد سلول‌های [redacted] شدند، به [redacted] تبدیل شدند. این باکتری‌های [redacted] احتمالاً خویشاوندی نزدیکی با [redacted] داشتند. طبق نظریه درون همزیستی، این باکتری‌ها به صورت [redacted] یا به صورت [redacted] وارد سلول‌های بزرگ شده‌اند. این عوامل خارجی به جای این که در سلول [redacted] زندگی خود در سلول ادامه داده و [redacted] را بر عهده گرفته‌اند. شواهد ذیل از این نظریه حمایت می‌کنند که میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها از باکتری‌ها حاصل شده‌اند:

۱- اندازه و ساختار: اندازه میتوکندری‌ها مشابه اندازه [redacted] میتوکندری [redacted] دارد. غشای درونی میتوکندری‌ها [redacted] دارد و به نظر می‌رسد که شبیه [redacted] باشد. پروتئین‌هایی که درون [redacted] قرار دارند [redacted] را بر عهده دارند.

۲- ماده ژنتیک: DNA میتوکندری‌ها، مشابه DNA [redacted] است. کلروپلاست‌ها و میتوکندری‌ها هر دو دارای ژن‌هایی [redacted] هستند.

۳- ریبوزوم‌ها: ریبوزوم‌های میتوکندریایی و [redacted] مشابه است. این هر دو با سایر ریبوزوم‌های [redacted] متفاوت‌اند.

۴- زادآوری: کلروپلاست‌ها و میتوکندری‌ها مانند [redacted] از طریق [redacted] تولیدمثل می‌کنند. این تولیدمثل [redacted] است و [redacted] را آنها انجام نمی‌گیرد.





یوکاریوت‌هایی که فقط دارای [redacted] هستند [redacted] منشأ [redacted] دارند. آنها که کلروپلاست را نیز دریافت کردند، خاستگاه [redacted] شدند.

جانداران پرسلولی

به نظر می‌رسد که آفرینش نخستین جانداران پرسلولی [redacted] سال پیش روی داده باشد.

موجودات تک‌سلولی توانایی [redacted] برای [redacted] دارند و [redacted] تحت تأثیر [redacted] هستند. در جانداران پرسلولی، یک [redacted] به وجود می‌آید که سلول‌ها را در [redacted] قرار می‌دهد؛ تنها [redacted] در تماس مستقیم با محیط هستند. قرار گرفتن سلول‌ها در محیطی که آنان را در برابر [redacted] حفظ می‌کند و [redacted] را در اختیارشان می‌گذارد، زمینه لازم را برای تخصصی شدن و تمایز سلول‌ها فراهم آورده است.

مسئلاً نقطه عطف در پیدایش پرسلولی‌ها [redacted] بوده است. در واقع، سلول‌ها آموختند که علاوه بر پاسخ دادن به [redacted] را که از سلول‌های دیگر می‌رسد، نیز [redacted] کنند و به آنها [redacted] بدهند.

به این ترتیب [redacted] پدیدار شدند. مثلاً، منشأ گروه‌های جانوری [redacted] می‌دانند که [redacted] تشکیل می‌دادند [redacted] یک [redacted] برای تشخیص [redacted] یا تشخیص [redacted] نیاز به درک علائم سلولی داشته است. این ساز و کارها سرانجام کمک کرده‌اند که نخستین [redacted] تشکیل شوند. در کلونی‌های [redacted] آغازیان امروزی نیز مواردی از [redacted] دیده می‌شود.

انقراض گروهی جانداران

اثرات سنگواره‌ای، حاکی از یک تغییر ناگهانی در حدود [redacted] میلیون سال پیش است. در این زمان حدود [redacted] درصد از [redacted] روی زمین [redacted] منقرض شدند. این واقعه اولین مورد از [redacted] انقراض گروهی روی زمین بوده است. انقراض گروهی یعنی [redacted] که تحت تأثیر [redacted] انجام شده است. انقراض گروهی دیگری [redacted] حدود [redacted] میلیون سال پیش به وقوع پیوست و



درصد از [redacted] را از میان برد. سومین انقراض گروهی در حدود [redacted] میلیون سال پیش، اتفاق افتاد. در این واقعه حدود [redacted] درصد [redacted] موجود در آن زمان منقرض شدند. حدود [redacted] چهارمین انقراض گروهی، به وقوع پیوست. در این انقراض [redacted] درصد [redacted] از بین رفتند. اگرچه عوامل ویژه این انقراض ها هنوز شناخته نشده است، اما شواهد حاکی از دخالت [redacted] در آنها بوده است.

پنجمین انقراض گروهی [redacted] میلیون سال پیش اتفاق افتاد و باعث انقراض حدود [redacted] درصد [redacted] از جمله [redacted] شد.

دانشمندان عقیده دارند انقراض گروه دیگری در عصر حاضر در حال وقوع است. این دانشمندان برای رخداد این انقراض جدید، عواملی مانند [redacted] به ویژه [redacted] به دلیل فعالیت های انسانی را دخیل می دانند (شکل ۵-۳). زمین تاکنون تقریباً [redacted] خود را از دست داده است و با همان سرعت در حال از دست دادن جنگل های باقیمانده است. پیش بینی می شود این جنگل ها به زودی از بین خواهند رفت. در اثر این انقراض گروهی که انسان مسبب آن است، حدود [redacted] گونه گیاهی، یعنی [redacted] کل گونه های موجود، همراه با [redacted] گونه پرندگان و [redacted] منقرض خواهند شد.

شکل ۵-۳ جنگل های بارانی استوایی با سرعت [redacted] در حال نابودی هستند. اگرچه جنگل های بارانی استوایی تنها [redacted] درصد سطح [redacted] را می پوشانند، اما بیش از [redacted] درصد گونه های گیاهی و جانوری در این مناطق زندگی می کنند.

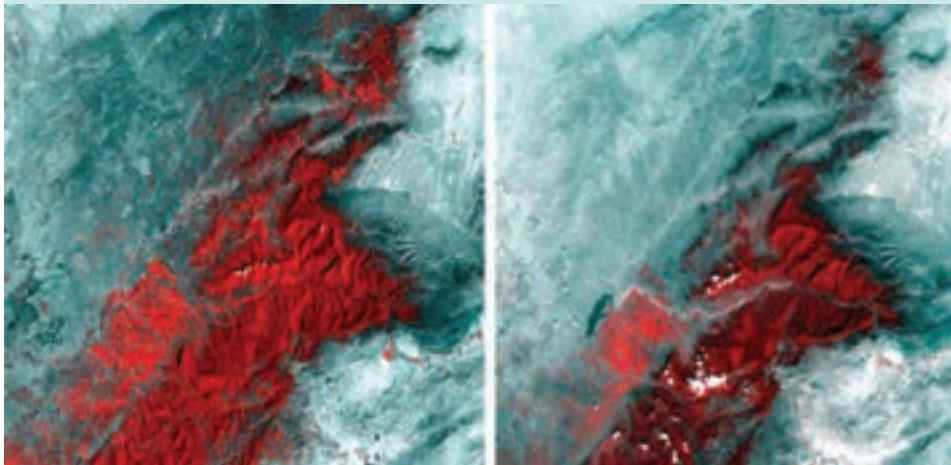


بیشتر بدانید



امروزه از تصاویر گرفته شده با ماهواره برای مطالعه و بررسی وضعیت اکوسیستم های متفاوت استفاده می شود. با استفاده از این تصاویر می توان تغییر در وسعت جنگل ها را نشان داد.

شکل‌های زیر تصاویر ماهواره‌ای از جنگل گلستان در زمان‌های متفاوت است. رنگ قرمز در این تصاویر، پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. همین‌طور که می‌بینید از وسعت جنگل گلستان کم و یا به عبارتی بخشی از جنگل تخریب شده است.



تصاویر ماهواره‌ای جنگل گلستان در سال‌های ۱۳۷۷ (چپ) و ۱۳۸۰ (راست). این تصاویر را سازمان فضایی ایران تهیه کرده است.

به نظر شما چه عواملی در تخریب جنگل گلستان نقش داشته‌اند؟ تخریب این جنگل چه تأثیری در تنوع حیات وحش می‌گذارد؟

خودآزمایی



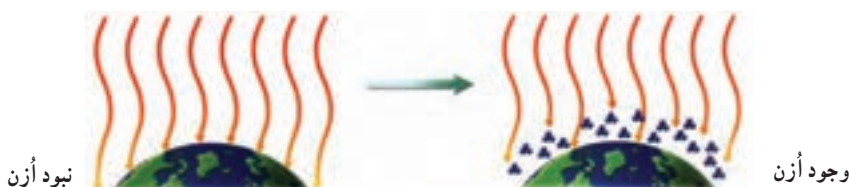
- ۱- چگونگی پیدایش یوکاریوت‌ها را شرح دهید.
- ۲- باکتری‌ها را با یوکاریوت‌ها مقایسه کنید.
- ۳- این مطلب را که «در صورت عدم وقوع انقراض گروهی، جانداران امروزی به وجود نمی‌آمدند» مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید.

۳ گسترش حیات به خشکی ها

بقای حیات را در خشکی ها کرد.

خورشید علاوه بر فراهم کردن نور زندگی بخش، نیز دارد. احتمالاً در اوایل پیدایش زمین زندگی در یعنی در جایی که پدید آمد. این جانداران نمی توانستند آب را ترک کنند، زیرا چه عاملی زندگی در سطح خشکی را امکان پذیر کرد؟

تشکیل لایه محافظتی ازن : تا میلیون ها سال حیات فقط در آب ها جریان داشت و جاندارانی در خشکی زندگی نمی کرد. حدود سیانو باکتری ها شروع به انجام کردند و با این کار به اتمسفر افزودند باعث شد که مقداری از مولکول های در بالای جو به یکدیگر پیوندند و را تشکیل دهند. لایه ازن در اتمسفر فوقانی مانع از شد (شکل ۶-۳). میلیون ها سال بعد کافی در جو برای وجود داشت.



شکل ۶-۳ از زمین محافظت می کند. پس از این که تشکیل ازن آغاز شد.

بیشتر بدانید



لایه ازن امروز هم مورد نیاز جانداران ساکن خشکی هاست : در طول قرن گذشته، آلودگی هوا باعث نازک شدن لایه ازن شده است. دانشمندان اعتقاد دارند که شمار روزافزون افرادی که به سرطان پوست مبتلا می شوند، به علت نازک شدن لایه ازن است. در اثر نازک شدن این لایه، مقدار بیشتری از پرتو فرابنفش به سطح زمین می رسد.



همزمان وارد خشکی شدند.

تصور بر این است که اولین جانداران [] که در خشکی ها ظاهر شدند [] بودند. این دو [] به خشکی آمدند. این دو گروه می توانستند در خشکی زندگی کنند، زیرا هر یک دارای ویژگی هایی بودند که [] به خاطر بیاورید که گیاهان و جلبک ها در فرآیند فتوسنتز از [] برای ساختن مواد غذایی خود استفاده می کنند. گیاهان مواد معدنی مورد نیاز خود را از [] به دست می آورند. قارچ ها مواد غذایی مورد نیاز خود را با استفاده از نور خورشید تهیه می کنند، اما می توانند مواد معدنی را از [] جذب کنند.

جلبک های خشکی و قارچ ها می توانند نوعی [] به شکل [] تشکیل دهند. گلسنگ ها برای زیستن در زیستگاه های [] مانند [] توانا هستند.

قارچ ها [] را فراهم می کنند و جلبک ها [] را برای [] تأمین می کنند. این نوع مشارکت [] نامیده می شود. همیاری رابطه ای است که در آن []

از دریا به خشکی آمدند.

پس از [] سطح زمین را پوشانده و [] تشکیل داده بودند. گیاهان خشکی [] را تأمین و [] را امکان پذیر کردند.

حشرات [] بودند. این گروه از [] در تاریخ زمین بوده اند. [] موفقیت حشرات در ارتباط با [] آنها بوده است. حشرات [] بودند که بال داشتند. حشرات [] مانند [] دارای [] بال بودند (شکل ۷-۳). توانایی پرواز برای حشرات این امکان را فراهم آورد که به نحو مؤثرتری به [] بپردازند. این امر منجر به [] شد.

به خشکی آمدند.

ماهی ها : اولین مهره داران [] بودند که حدود []



شکل ۷-۳ جنگلی باتلاقی در میلیون‌ها سال پیش. در جنگل‌های باتلاقی [redacted] و [redacted] غلبه داشته‌اند. طول بال‌های سنجاقک‌ها [redacted] بود!

پیش در [redacted] به وجود آمدند. ماهی‌های [redacted] بعدها پیدا شدند. تشکیل آرواره به ماهی‌ها این امکان را داد که به جای [redacted] غذا آن را [redacted] در نتیجه ماهی‌های آرواره‌دار به [redacted] توانمند تبدیل شدند (شکل ۸-۳). به تدریج ماهی‌ها جزو [redacted] شدند، و تا امروز به زیستن در آن ادامه داده‌اند. ماهی‌ها [redacted] هستند و [redacted] را به خود اختصاص می‌دهند.

دوزیستان: اولین مهره‌داران ساکن خشکی، حدود [redacted] از دریا بیرون آمدند. نخستین مهره‌داران خشکی [redacted] بودند.

به علت [redacted] این جانداران به [redacted] سازگار شدند. دوزیستان اولیه دارای [redacted] یعنی [redacted] بودند که به منظور [redacted] مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این جانداران [redacted] را امکان‌پذیر ساخت. این دستگاه [redacted] فراهم کرد. جثه مهره‌داران به علت [redacted] می‌تواند [redacted] از حشرات باشد. دوزیستان [redacted] با محیط خود [redacted] یافتند، اما در نظام آفرینش یک گروه جدید از جانوران از آنها ایجاد شدند که سازگاری بیشتری با محیط [redacted] داشتند. این گروه [redacted] بودند.



شکل ۳۸- اسکلت سنگواره شده ماهی. در این اسکلت ماهی را می توان دید.

خزندگان : خزندگان در حدود [redacted] از تحول [redacted] ایجاد شدند. این جانوران برای محافظت از خود در برابر [redacted] دارند که مانع [redacted] می شود. به خزندگان توانایی [redacted] داده شده است، زیرا [redacted] (شکل ۳۹-۳). می دانید که دوزیستان امروزی هنوز نیازمند [redacted] هستند، زیرا [redacted] شواهد حاکی است که در طول [redacted] بعد از پیدایش خزندگان، یک دور [redacted] حاکم شده است. در این مدت، خزندگان که سازگاری بهتری نسبت به خشکی داشتند [redacted] به دست آوردند. [redacted] به تدریج تا حدود [redacted] در میان [redacted] خزندگان [redacted]



شکل ۳۹- خزندگان. تا [redacted] خزندگانی از قبیل کروکودیل [redacted] بودند.



پستانداران و پرندگان: سال پیش، در ضمن [redacted] برای همیشه ناپدید شدند، اما [redacted] به بقای خود ادامه دادند. این انقراض باعث شد که [redacted] در این هنگام اقلیم جهان دچار تغییر شده بود. آب و هوا دیگر [redacted] و لذا مزیت‌های خزندگان برای زیستن در محیط‌های [redacted] اهمیت خود را [redacted] در این زمان به صورت غالب درآوردند. اگرچه این انقراض [redacted] را تحت تأثیر خود قرار داد، [redacted] نیز نقش مهمی در [redacted] داشت. یکی از فرآیندهای زمین‌شناختی که تحول گونه‌ها را تحت تأثیر قرار داد [redacted] بود. جابه‌جایی قاره‌ها عبارت است از [redacted] جابه‌جایی قاره‌ها منجر به پدید آمدن [redacted] شد. با توجه به فرآیند حرکت قاره‌ها می‌توان توضیح داد که چرا تعداد زیادی از [redacted] در قاره‌های استرالیا و آمریکای جنوبی یافت می‌شود: این قاره‌ها [redacted]

خودآزمایی



- ۱- به‌طور خلاصه بیان کنید چرا لایهٔ اُزن حیات را در خشکی امکان‌پذیر می‌کند.
- ۲- اولین جانداران پرسلولی ساکن خشکی را نام ببرید.
- ۳- اولین نوع از جانوران ساکن خشکی کدام جانوران بودند؟
- ۴- ویژگی‌های اولین نوع مهره‌داران ساکن خشکی را شرح دهید.
- ۵- دربارهٔ این مطلب که «ورود جانداران به خشکی، تا پس از پیدایش سیانوباکتری‌ها به‌وقوع نپیوست» بحث کنید.