

## فصل هفتم

## آثاری از گذشته زمین

**فسیل یا سنگواره :** به آثار و بقایای بدن گیاهان و جانوران قدیمی که پس از مرگ، در بین رسوبات دفن شده‌اند، فسیل یا سنگواره می‌گویند.

**نکته:**

فسیل از کلمه لاتین « فسیلیس » به معنای درآوردن چیزی از طریق حفاری گرفته شده است.

**طرز تشکیل سنگ‌های رسوبی :**

سنگ‌های سطح زمین در اثر عواملی مانند آب، تغییرات دمایی و ... خرد می‌شوند و ذرات خردشده‌ی آن‌ها به وسیله‌ی رودخانه، یخچال و باد به سمت دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها حمل شده و روی هم انباشته می‌شوند و به تدریج لایه‌های رسوبی را به وجود می‌آورند. لایه‌های رسوبی باگذشت زمان در اثر فشار و وزن لایه‌های بالایی، سفت‌وسخت می‌شوند و سنگ‌های رسوبی را به وجود می‌آورند.

می‌دانید که بیشتر سطح کره‌ی زمین را آب فراگرفته است، در دریاها، رودخانه‌ها، اقیانوس‌ها و ... موجودات آبی فراوانی زندگی می‌کنند. هم‌زمان با ته‌نشین شدن و تشکیل لایه‌های رسوبی، اجساد موجوداتی که در آن آب‌ها زندگی می‌کنند بین رسوبات باقی می‌مانند و **سنگ‌های رسوبی فسیل دار** را تشکیل می‌دهند.

**نکته:** سنگ‌های رسوبی به دلیل **لایه‌لایه بودن و داشتن فسیل** برای مطالعه‌ی تاریخچه‌ی گذشته‌ی زمین اهمیت زیادی دارند.

**ویژگی‌های سنگ‌های رسوبی :**

- ۱- سنگ‌های رسوبی لایه‌لایه‌اند و این لایه‌ها به ترتیب قدمت روی هم قرار می‌گیرند.
- ۲- لایه‌های رسوبی در هنگام شکل‌گیری می‌توانند اطلاعاتی را درباره‌ی آب‌وهوا، عمق آب، چگونگی گسترش آب‌ها، میزان شوری و شیرینی آب و ساکن یا متلاطم بودن آن در خود ثبت کنند.
- ۳- سنگ‌های رسوبی در هنگام شکل‌گیری می‌توانند بقایای جانداران را از تأثیر عوامل تجزیه‌کننده دورنگه دارند و سبب به‌جای ماندن فسیل‌ها شوند.

## شرایط لازم برای تشکیل فسیل:

- ۱- جسد جاندارانی که در بدن خود دارای بخش‌های سخت مانند استخوان، دندان و صدف‌هایی با پوسته‌های آهکی و سیلیسی باشند، بیشتر به فسیل تبدیل می‌شوند.
- ۲- قرار گرفتن جسد جانداران در محیط‌هایی که دور از اکسیژن هوا، آب، گرما، باکتری‌ها و موجودات زنده‌ی دیگر است. از فاسدشدن فوری جسد جلوگیری می‌کند و شانس تشکیل فسیل را بیشتر می‌کند.

## مکان‌های مناسب برای تشکیل فسیل:

شرایط فسیل شدن برای همه‌ی جانداران فراهم نبوده است و اجساد بیشتر جانداران قبل از تشکیل فسیل به‌سادگی از بین رفته و تجزیه شده‌اند. در بیشتر جاهای زمین (دریاها، خشکی‌ها، بیابان‌ها و ...) فسیل یافت می‌شود، ولی تعداد فسیل‌های پیداشده در دریاها و اقیانوس‌ها بیشتر از بیابان‌ها و خشکی‌هاست، چون شرایط تشکیل فسیل در محیط‌های رسوبی مانند دریاها و دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها مناسب‌تر از بیابان‌ها و خشکی‌هاست.

در محیط‌های خشکی مانند بیابان‌ها و کوهستان‌ها به دلیل وجود عوامل مخربی مانند نور و گرمای مستقیم خورشید اکسیژن هوا، باد و ... جسد جانداران به سرعت از بین می‌رود، ولی در دریاها و اقیانوس‌ها به دلیل رسوب‌گذاری شدید و تعداد تنوع جانداران، فسیل‌های بیشتری یافت می‌شود.

## محیط‌های مناسب برای تشکیل فسیل:

- ۱- محیط‌های دریایی ۲- یخچال‌های طبیعی ۳- مرداب‌ها ۴- خاکسترهای آتشفشانی ۵- صمغ گیاهان ۶- باتلاق‌ها ۷- مواد نفتی ۸- دریاچه‌ها ۹- معادن نمک

**راه‌های تشکیل فسیل:** فسیل‌ها معمولاً به یکی از روش‌های زیر تشکیل می‌شوند:

### ۱- فسیل شدن اعضای سخت:

گاهی اوقات پس از مرگ موجود زنده، قسمت‌های نرم جسد توسط عوامل تجزیه‌کننده از بین می‌روند اما قسمت‌های سخت و مقاوم بدن، مانند فلس، استخوان و صدف در برابر عوامل فساد مدت‌زمان بیشتری مقاومت می‌کنند و قبل از آن‌که از بین روند توسط رسوبات پوشیده شده و به فسیل تبدیل می‌شوند، در این صورت فقط قسمت‌های سخت بدن جاندار به فسیل تبدیل شده‌اند.

**نکته:** آغازیان تک سلولی دارای پوسته‌ی آهکی یا سیلیسی نیز می‌توانند به این روش به فسیل تبدیل شوند.

## ۲- فسیل شدن اعضای نرم ( فسیل کامل ) :

وقتی جاننداری به‌طور اتفاقی در یک محیط قرار بگیرد که عوامل مخرب و تجزیه‌کننده به آن دسترسی نداشته باشند « فسیل کامل » از آن باقی می‌ماند. در این صورت حتی قسمت‌های نرم بدن نیز فسیل می‌شوند.

مانند به دام افتادن حشرات در صمغ یا شیره گیاهی کاج مانند یا ماموت‌های به دام افتاده در یخچال‌های طبیعی سیبری یا ببرهای دندان شمشیری در حوضچه‌های قیرهای طبیعی کالیفرنیا و یا بقایای جاننداری به نام رینوسروس در رسوبات آغشته به قیر و مواد نفتی شرق لهستان که بعضی از آن‌ها دارای گوشت و پوست کامل نیز هستند.

## ۳- فسیل شدن به روش جایگزینی :

اگر قسمت‌های سخت بدن جانداران در رسوبات دفن شوند، هنگام نفوذ آب‌های زیرزمینی به داخل این رسوبات، هم‌زمان با حل شدن مولکول‌هایی از جسد جانداران در آن ، مولکول‌هایی از مواد معدنی موجود در آب زیرزمینی جایگزین آن می‌شود. به این ترتیب پس از مدتی جسد جاندار کامل حل می‌شود و جای آن را مواد معدنی موجود در آب می‌گیرد. یعنی بدون این‌که تغییری در شکل ظاهری سمت‌های سخت جاندار داده شود، ترکیبات شیمیایی مواد تشکیل‌دهنده‌ی آن عوض می‌شود.

## ۴- فسیل‌های حاصل از آثار موجودات زنده :

گاهی آثار باقیمانده از فعالیت‌های زیستی جاندار مانند شواهدی از راه رفتن ( ردپا )، خزیدن، استراحت کردن، لانه، دالان‌های جانوران حفار و ... به فسیل تبدیل می‌گردد.

## ۵- فسیل شدن به روش قالبی :

این نوع فسیل شدن می‌تواند به دو صورت « قالب خارجی » یا « قالب داخلی » انجام می‌گیرد. اگر فقط آثار و شکل برجستگی‌ها و اجزاء سطح خارجی صدف یا اسکلت جاندار در رسوبات برجای مانده و به فسیل تبدیل شوند، « قالب خارجی » تشکیل می‌شود و فسیلی به شکل جاندار اولیه به وجود می‌آید. در صورتی که مواد و رسوبات نرم به داخل صدف یا اسکلت جاندار نفوذ کند و آثار سطح داخلی بدن جاندار در رسوبات ثبت و سپس سخت شود، « قالب داخلی » را به وجود می‌آورد.

## کاربرد فسیل‌ها

۱- **اطلاعاتی درباره‌ی گذشته زمین (محدوده‌ی خشکی‌ها و دریا‌های گذشته)** : برخی از فسیل‌ها که « فسیل راهنما » نامیده می‌شوند. بدین منظور مورداستفاده قرار می‌گیرند. فسیل‌های راهنما دارای ویژگی‌های خاصی هستند به همین دلیل فسیل شناسان برای آن‌ها ارزش زیادی قائل‌اند. این فسیل‌ها در همه‌جا پیدا می‌شوند، تشخیص آن‌ها آسان‌تر است و نمونه‌های موجود آن فراوان است و متعلق به جاندار ساده است نه پیچیده .

۲- **تأمین انرژی (سوخت‌های فسیلی):** سوخت‌های فسیلی باگذشت زمان طولانی از بقایای جانداران تشکیل می‌شوند زمین شناسان برای شناسایی و اکتشاف ذخایر زغال‌سنگ، نفت و گاز از فسیل جانداران مختلف استفاده می‌کنند

### مراحل بررسی و مطالعه‌ی احتمال ذخایر نفت و گاز:

الف) تعیین محل‌های مستعد وجود ذخایر سوخت‌های فسیلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و شواهد زمین‌شناسی در سطح زمین ب) بررسی احتمال وجود ذخایر با استفاده از امواج لرزه‌ای و دیگر روش‌های دورسنجی پ) حفر چاه‌های اکتشافی و نمونه‌برداری از لایه‌های سنگی اعماق زمین در صورت تأیید اولیه و جهت اطمینان از کیفیت و کمیت ذخایر مذکور. ت) مطالعه‌ی فسیل‌های ذره‌بینی موجود در نمونه‌های برداشت‌شده.

۳- **اثبات جابه‌جایی قاره‌ها:** بامطالعه‌ی فسیل‌ها خصوصاً اثبات به هم چسبیده بودن حاشیه‌ی غربی آفریقا و حاشیه‌ی شرقی آمریکای جنوبی که به علت حرکت ورقه‌های سنگ‌کره از هم دور شده‌اند.

۴- **تعیین سن لایه‌های تشکیل‌دهنده‌ی پوسته‌ی زمین:** فسیل‌های راهنما دارای محدوده‌ی سنی مشخص‌اند، مثلاً اگر فسیل دایناسوری مربوط به ۱۲۰ سال قبل باشد، سنگ‌های دربرگیرنده آن نیز دارای سنی در همین حدود هستند. دانشمندان در تعیین سن لایه‌های سنگی به موارد زیر توجه دارند:

الف) در توالی لایه‌های رسوبی، هر لایه از لایه بالایی خود قدیمی‌تر از لایه‌های پایینی خود جوان‌تر است، البته به شرط آن‌که لایه‌های رسوبی وارونه (چین‌خورده) نشده باشند.

در صورتی که سنگ‌ها چین‌خورده باشند، نمی‌توانیم اصل بالا را درست بدانیم و برای تعیین وضعیت گذشته‌ی آن‌ها باید به دنبال شواهد دیگری نظیر فسیل‌ها، جنس لایه‌ها و مواد رادیواکتیو بگردیم.

ب) لایه‌های رسوبی در هنگام تشکیل به صورت تقریباً افقی ته‌نشین می‌شوند، بنابراین اگر از حالت افقی خارج شده باشند، بیانگر تغییرات در مراحل بعد از رسوب‌گذاری است.

پ) فرآیندهای طبیعی که امروز موجب تغییراتی در سطح یا درون زمین می‌گردند، در گذشته نیز به همین صورت عمل نموده‌اند، بنابراین با مطالعه و شناخت آن‌ها در عهد حاضر می‌توان شرایط گذشته‌ی زمین را بازسازی و تفسیر نمود، به عبارت دیگر «حال کلیدی برای گذشته است»

#### ۵- تشخیص آب‌وهوای گذشته زمین: از برخی فسیل‌ها برای تعیین نوع آب‌وهوای گذشته زمین و عمق حوضه‌های

دریایی استفاده می‌شود. در زیر نمونه‌هایی از آن‌ها اشاره می‌شود:

الف) وجود سنگ‌های تبخیری نظیر سنگ نمک و سنگ گچ در یک منطقه نشان‌دهنده آن است که در گذشته آب‌وهوای این منطقه گرم و خشک بوده است.

ب) پیدایش بقایایی از مرجان‌ها در جزایر سیبری و قطب شمال نشان‌دهنده‌ی وجود دریا‌های گرم در گذشته این مناطق بوده است.

پ) وجود ذخایر زغال‌سنگ در یک منطقه بیانگر وجود جنگل و آب‌وهوای گرم و مرطوب در گذشته آن منطقه است.

ت) وجود فسیل مرجان در لایه‌های رسوبی کوهستان بیانگر وجود دریای گرم و کم‌عمق در گذشته آن منطقه است.

#### ۶- تحول در حیات (اصل تکامل موجودات زنده): با بررسی لایه‌های رسوبی فسیل دار ثابت می‌شود که همه‌ی

موجودات زنده در یک زمان خلق نشده‌اند بلکه ابتدا موجوداتی ساده و سپس موجوداتی با شکل و طرح پیچیده به

وجود آمده‌اند. در این تغییر و تحول جانداران اعضای دستگاه بدن موجودات دوره‌های مختلف نسبت به گروه‌های

قبل از خود پیچیده‌تر و کامل‌تر بوده‌اند. یعنی هر چه به زمان حاضر نزدیک می‌شویم هم ساختمان بدن جانداران

پیچیده‌تر می‌شود، هم بر تعداد انواع آن‌ها اضافه می‌شود.