



فصل اول

«تعاریف – مشخصات کره زمین و تعیین سن زمین»

زمین‌شناسی یا Geology یعنی علمی که در مورد نحوه تشکیل زمین، شکل و خواص آن بحث می‌کند.

۱-۱ رشته‌های علم زمین‌شناسی

زمین‌شناسی فیزیکی: به مطالعه مشخصات طبیعی، منشأ و سرنوشت نهایی اشکال سطح زمین می‌پردازد.

هیدرولوژی: به مطالعه آبهای زمین (سطحی، زیرزمینی) می‌پردازد.

ژئومورفولوژی: به مطالعه عوارض و اشکال مختلف سطح زمین و نحوه پیدایش آنها می‌پردازد.

کانی‌شناسی: در مورد مواد معدنی تشکیل دهنده سنگ‌ها بحث می‌کند.

سنگ‌شناسی: در مورد منشأ و نحوه تشکیل سنگ‌ها بحث می‌کند.

زمین‌شناسی تاریخی یا چینه‌شناسی: به مطالعه گذشته زمین براساس بررسی لایه‌های سنگ می‌پردازد.

زمین‌شناسی اقتصادی: به مطالعه معادن و نحوه تشکیل آنها و ارزش اقتصادی مواد زمین‌شناسی نظیر سنگها - خاکها، نفت و گاز و ... می‌پردازد.

زلزله‌شناسی: به مطالعه زلزله‌ها می‌پردازد.

ژئوشیمی: به مطالعه ترکیب شیمیایی زمین و عناصر پوسته، جبه و هسته زمین می‌پردازد.

ژئوفیزیک: به مطالعه خواص فیزیکی زمین نظیر: دما، فشار، خواص مغناطیسی و الکتریکی و ... می‌پردازد.

هیدروژئولوژی: به مطالعه آب‌های زیرزمینی می‌پردازد.

زمین‌شناسی مهندسی: به مطالعه نحوه بکارگیری اطلاعات زمین‌شناسی برای اجرای کارهای مهندسی نظیر: راه‌سازی - سد سازی و ... می‌پردازد.

زمین‌شناسی مهندسی مکانیک خاک و پی‌سازی و مکانیک سنگ سه بخش اصلی دانش مهندسی ژئوتکنیک می‌باشند.

کج مثال ۱: فیزوگرافیک شاخه‌ای از علم زمین‌شناسی است که به مطالعه می‌پردازد.

(۲) منابع آب زیر زمینی

(۴) تاریخ گذشته زمین

(۱) خواص فیزیکی زمین

(۳) اشکال سطح کره زمین

پاسخ: گزینه «۳»

کج مثال ۲: چینه‌شناسی نام دیگر است.

(۲) سنگ شناسی

(۴) زمین‌شناسی معادن

(۱) کانی شناسی

(۳) زمین‌شناسی تاریخی

پاسخ: گزینه «۳»



۱-۲ مشخصات جغرافیایی زمین، تعیین سن و تقسیم‌بندی زمان در زمین‌شناسی

شکل زمین: به صورت یک بیضوی دوآر است که:

کیلومتر $6378/388$ = شعاع استوایی

و

کیلومتر $6356/91$ = شعاع قطبی

می‌باشد.

نکته ۱: ژئوئید: برای انجام محاسبات و رسم نقشه‌ها یک شکل فرضی برای زمین در نظر گرفته می‌شود. زمین نما یا ژئوئید یا زمین دیس سطح هم فشاری (Equipotential Surface) است که حتی‌المقدور نزدیک به سطح متوسط اقیانوس‌ها باشد. مدار: دایره کوچکتر موازی با استوا را می‌نامند. نصف‌النهار: دایره عظیمیه‌ای که از قطبین زمین می‌گذرند. طول جغرافیایی: زاویه بین نصف‌النهار یک نقطه و نصف‌النهار مبدأ (گرینویچ) را می‌گویند. عرض جغرافیایی: زاویه بین مدار یک نقطه و سطح استوا را می‌گویند.

عوامل مؤثر در تعیین شکل زمین:

- ۱) نیروی ثقل زمین: مهم‌ترین نیرو که باعث کرویت شکل زمین است.
- ۲) نیروی گریز از مرکز: حاصل حرکت وضعی زمین است و مقدار آن در قطبین صفر و در استوا حداکثر است. این نیرو باعث می‌شود که از مقدار نیروی ثقل در استوا کاسته شده و در نتیجه زمین در ناحیه قطبین خود فشرده‌تر شود و باعث شکل بیضوی زمین می‌گردد.
- ۳) اثر نیروی جاذبه خورشید و ماه: موجب جزر و مد در دریا و خشکی می‌شود، این نیروها در شکل کلی زمین اثر چندانی ندارند.
- ۴) نیروهای داخلی: که باعث ناهموار کردن زمین می‌گردد به این نیروها نیروهای تکتونیک نیز گفته می‌شود. نظیر: زلزله و آتشفشان و ...

۱-۲-۱ قسمت‌های مهم کره زمین:

اتمسفیر یا هوا کره: شامل ۷۸٪ ازت و ۲۱٪ اکسیژن و کمی گازهای کمیاب، گاز کربنیک، اکسید ازت، هیدروژن، اوزن و بخار آب است. **نکته ۲:** فشار هوا با افزایش ارتفاع کم می‌شود، فشار هوا در سطح دریا یک اتمسفر و در ارتفاع ده کیلومتری یک دهم اتمسفر می‌باشد.

لایه‌های اتمسفر بر اساس دما و فشار از پایین به بالا:

- ۱- **تروپوسفر:** که از سطح زمین شروع شده و تا ۱۰ کیلومتر ادامه می‌یابد. با افزایش ارتفاع فشار در آن کاهش می‌یابد و حرارت افزایش می‌یابد. حد نهایی، تروپوسفر را تروپوپوز (Tropopause) می‌نامند.
- ۲- **استراتوسفر:** این لایه تا ارتفاع ۵۰ کیلومتری ادامه می‌یابد و در آن فشار با افزایش ارتفاع کاهش یافته اما درجه حرارت بالا می‌رود. این لایه بیشترین اوزن را شامل می‌شود که پرتوهای فرابنفش خورشید را جذب می‌کند. به این لایه، لایه ازنسفر هم گفته می‌شود.
- ۳- **مzosفر:** این لایه تا ۸۰ الی ۸۵ کیلومتری از سطح زمین ادامه می‌یابد که با افزایش ارتفاع، در آن فشار و حرارت کاهش می‌یابد. حد نهایی مzosفر را مزوپوز (Mesopause) می‌نامند.
- ۴- **ترموسفر:** این لایه از ۸۵ کیلومتری زمین آغاز می‌شود، با افزایش ارتفاع فشار کاهش و درجه حرارت افزایش می‌یابد. آنچه بعد از ترموسفر وجود دارد را اگزوسفر می‌گویند.

نکته ۳: به لایه‌های مzosفر، ترموسفر و اگزوسفر، اتمسفر فوقانی گفته می‌شود.

نکته ۴: لایه یونوسفر از مzosفر آغاز می‌شود و تا آخرین حد اتمسفر زمین ادامه دارد. و در این لایه گازهای کمیاب یونیزه می‌شوند و امواج رادیویی با رسیدن به این لایه یونیزه می‌شوند.

کج مثال ۳: فراوان‌ترین گاز اصلی اتمسفر کدام است؟

- ۱) ازت (۲) دی‌اکسید کربن (۳) اکسیژن (۴) بخار آب

پاسخ: گزینه «۱» گاز ازت ۷۸٪ اتمسفر را تشکیل می‌دهد.

هیدروسفر یا آب کره:

به آب اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و ... هیدروسفر گفته می‌شود.

نکته ۵: اقیانوس‌ها $\frac{9}{10}$ هیدروسفر را تشکیل می‌دهند و حدود 0.7% سطح زمین را می‌پوشانند.

نکته ۶: هیدروسفر شامل سه جزء اصلی آب، نمک و گچ می‌باشد.

لیتوسفر یا سنگ کره:

از سه لایه اصلی پوسته، گوشته یا جبه و هسته تشکیل شده است.

۱- پوسته زمین: لایه خارجی زمین که ضخامت آن در زیر اقیانوس‌ها حدود ۶ کیلومتر در زیر قاره‌ها ۶۰ کیلومتر و بطور متوسط ۳۳ کیلومتر است.

نکته ۷: پوسته شامل دو لایه خارجی و داخلی است. پوسته خارجی لایه گرانیته و پوسته داخلی لایه بازالتی نامیده می‌شود. به پوسته خارجی پوسته قاره‌ای نیز گفته می‌شود و به پوسته داخلی پوسته اقیانوسی نیز اطلاق می‌گردد. ضخامت لایه گرانیته در نقاط مختلف از ۱۰ تا ۲۴ کیلومتر متغیر است.

جرم مخصوص پوسته زمین به طور متوسط از $2/7$ تا $2/8$ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد.

نکته ۸: به پوسته زمین و لایه بالایی گوشته لیتوسفر نیز گفته می‌شود.

انفصال کنراد: فصل مشترک بین پوسته بازالتی با پوسته گرانیته را انفصال کنراد می‌گویند، جنس پوسته زمین از سیلیکات‌های سبک مثل سیلیکات‌های آلومینیم، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بوده و جامد است که عبور امواج زلزله از آن به سرعت صورت می‌گیرد.

۲- جبه: پس از ۷۰ کیلومتر اول که جامد است لایه استنوسفر می‌باشد که سرعت امواج زلزله در آن کم و حالت فیزیکی آن مانند عسل غلیظ است. جنس مواد تشکیل دهنده استنوسفر بیشتر پریدوتیت و اکلوژیت است که از کانی‌های سیلیکات آهن و منیزیم‌دار می‌باشد و تا عمق ۲۵۰ کیلومتری ادامه می‌یابد و سنگ‌های قسمت زیر آن، دوباره حالتی جامد دارند و امواج زلزله در آن سرعتی زیاد دارند که تا عمق ۲۹۰۰ کیلومتری ادامه می‌یابد.

نکته ۹: انفصال موهروویچ در فاصله بین پوسته و جبه واقع شده است.

نکته ۱۰: سرعت امواج در زمان عبور از لایه استنوسفر کم می‌باشد.

۳- هسته: از عمق ۲۹۰۰ کیلومتری شروع می‌شود. هسته از هسته خارجی و هسته داخلی تشکیل می‌گردد. هسته خارجی مایع است و هسته داخلی جامد می‌باشد. از عمق ۵۱۲۱ کیلومتری هسته خارجی زمین است که از نیکل و آهن می‌باشد. از عمق ۵۱۲۱ کیلومتری تا مرکز زمین را هسته داخلی می‌نامند. جنس هسته داخلی نیز از نیکل و آهن است.

نکته ۱۱: انفصال گوتنبرگ حد فاصل جبه و هسته قرار گرفته است.

مثال ۴: بستر اقیانوس‌ها از جنس می‌باشد.

(۱) گرانیته (۲) کوارتزی (۳) بازالتی (۴) موارد ۱ و ۳

پاسخ: گزینه «۳» جنس بستر اقیانوس بازالتی و جنس پوسته قاره‌ای گرانیته است.

نکته ۱۲: بیشترین عنصر تشکیل دهنده پوسته زمین اکسیژن سپس Si و Al و Fe و Ca و Na و K و Mg است.

مثال ۵: منشأ مواد ماگمایی زمین در چه عمقی است؟

(۱) ۱۰ km (۲) ۲۰۰ km (۳) ۵ km (۴) ۲۵۰۰ km

پاسخ: گزینه «۲»

مثال ۶: مهم‌ترین اطلاعات در مورد ساختمان درونی زمین از بدست می‌آید.

(۱) امواج مغناطیسی (۲) گمانه زنی (۳) امواج لرزه‌ای (۴) فرضیات علمی

پاسخ: گزینه «۳»

مثال ۷: هسته داخلی چه حالتی دارد؟

(۱) مایع (۲) جامد (۳) عسلی (۴) گاز

پاسخ: گزینه «۲»



- نکته ۱۳: انفصال لهمان حد فاصل هسته خارجی و هسته داخلی واقع شده است.
- نکته ۱۴: پوسته دارای حالت فیزیکی جامد است.
- نکته ۱۵: پوسته خارجی از جنس سیلیکاتهای آلومینیوم است و به آن سیال (sial) گفته می‌شود.
- نکته ۱۶: پوسته داخلی از جنس سیلیکاتهای منیزیم است و به آن سیما (simg) گفته می‌شود.
- نکته ۱۷: سرعت عبور امواج در پوسته بعلت جامد بودن پوسته زیاد می‌باشد.
- نکته ۱۸: امواج عرضی لرزه‌ای با رسیدن به لایه هسته خارجی که حالت مایع دارد متوقف شده عبور نمی‌کنند.
- نکته ۱۹: به لایه استنوسفر سست کره نیز گفته می‌شود.
- نکته ۲۰: وزن مخصوص و درجه حرارت با افزایش عمق در لیتوسفر افزایش می‌یابد. به ازای هر ۱۰۰ متر عمق دما 6°C افزایش می‌یابد. چگالی متوسط زمین ۵/۵ است.
- نکته ۲۱: منشاء پیدایش مواد مذاب درون زمین که سنگهای آذرین را تشکیل می‌دهند همچنین منشاء فعالیتهای ماگمایی زمین جبه فوقانی و بویژه سست کره است.

مثال ۸: سرعت امواج در لایه لیتوسفر و در استنوسفر می‌باشد.

- (۱) زیاد - زیاد (۲) زیاد - کم (۳) کم - زیاد (۴) کم - کم

پاسخ: گزینه «۲» سرعت امواج در جامدات (لایه لیتوسفر) زیاد و در مایعات یا مواد مذاب (استنوسفر) کم است.

مثال ۹: مواد مذاب (ماگما) از لایه تأمین می‌شوند.

- (۱) لیتوسفر (۲) هسته داخلی (۳) هسته خارجی (۴) استنوسفر

پاسخ: گزینه «۴» منشاء مواد مذاب زمین استنوسفر (لایه جبه میانی) است.

مثال ۱۰: دو انفصال اصلی زمین می‌باشند.

- (۱) لهمان - کنارد (۲) موهووویچ - گوتنبرگ (۳) لهمان - گوتنبرگ (۴) موهووویچ - لهمان

پاسخ: گزینه «۲» دو انفصال اصلی زمین موهووویچ و گوتنبرگ است.

مثال ۱۱: انفصال موهو بین لایه‌های است.

- (۱) پوسته و جبه (۲) بازالتی و گرانیتی (۳) جبه و هسته (۴) هیچکدام

پاسخ: گزینه «۱» انفصال موهو (موهورووویچ) بین پوسته و جبه قرار دارد.

۱-۲-۲ تعیین سن:

سن زمین و لایه‌ها به دو صورت محاسبه می‌گردد:

- (۱) سن نسبی (۲) سن مطلق

سن نسبی: در این روش سن لایه‌ها نسبت به هم سنجیده می‌شود.

(الف) اصل انطباق:

براساس این اصل در طبقات رسوبی در یک محیط، رسوب‌گذاری به صورت افقی ته نشین می‌شود و طبقه زیرین از طبقه رویی قدیمی‌تر است.

(ب) استفاده از فسیل شاخص:

فسیلی که در دوره محدودی دارای پراکندگی زیاد در منطقه وسیعی باشد را گویند.

توسط فسیل‌های شاخص موجود در لایه‌ها می‌توان سن نسبی آنها را تعیین کرد.

نکته ۲۲: دو لایه سنگ در دو قاره که دارای فسیل یکسان باشند همزمان با هم تشکیل شده‌اند.

(ج) استفاده از سایر موارد شامل:

۱- چین خوردگی: همیشه لایه‌های چین خورده از خود چین خوردگی پیرترند.

۲- گسل‌ها: همیشه سنگ‌های گسل خورده از گسل‌ها پیرترند.

۳- توده‌های آذرین: سنگهای آذرین از لایه‌های رسوبی که این سنگها در آن واقعند جوان‌ترند.

کج مثال ۱۲: کدامیک از روش‌های تعیین سن نسبی نیست؟

- (۱) روش کربن (۲) فسیل شاخص (۳) هم شیبی (۴) انطباق

پاسخ: گزینه «۱» روش کربن ۱۴ روش تعیین سن مطلق است.

کج مثال ۱۳: چین خوردگی از لایه و گسل از لایه است.

- (۱) پیرتر - پیرتر (۲) جوانتر - جوانتر (۳) پیرتر - جوانتر (۴) جوانتر - پیرتر

پاسخ: گزینه «۲» چین خوردگی از لایه چین خورده جوانتر و گسل نیز از لایه یا سنگ گسل خورده جوان تر است.

کج مثال ۱۴: در تقسیم‌بندی دوره‌های زمین‌شناسی کدام مورد نقش مهمی دارد؟

- (۱) چین (۲) قطع رسوبگذاری (۳) گسل (۴) تغییرات در فسیل‌های شاخص

پاسخ: گزینه «۴» وجود فسیل شاخص در تقسیم‌بندی دوره‌های زمین‌شناسی در روش تعیین سن نسبی مهم است.

تعیین سن مطلق:

در روش تعیین سن نسبی تقسیم‌بندی دوره‌ی نهان زندگی (Cryptozoic) که جانوران و گیاهان وجود نداشته‌اند امکان پذیر نیست. اما در روش سن مطلق سن لایه‌ها به صورت مطلق قابل اندازه‌گیری است و برای تعیین سن از پدیده‌های مختلف استفاده می‌شود نظیر:

الف) مواد رادیواکتیو: اساس این روش بر استفاده از تجزیه طبیعی مواد رادیواکتیو یعنی اورانیوم و کربن ۱۴ است.

نکات مهم:

- نیمه عمر یا زمان تجزیه نصف اتم‌های عنصر رادیواکتیو شناخته شده است.

- مقدار اولیه و مقدار حاصل شده ماده رادیواکتیو قابل تعیین است.

ب) اقیانوسها: اگر مقدار نمک آب دریاها و نمکی را که بصورت رسوب از آن جدا شده مشخص کنیم و مقدار نمکی که سالیانه وارد آن می‌شود را محاسبه کنیم مدت زمان تشکیل دریا بدست می‌آید.

ج) لایه‌های رسوبی: از تقسیم ضخامت کل لایه‌های رسوبی به میزان تشکیل سالیانه لایه می‌توان سن لایه‌های زمین را محاسبه نمود.

د) رسوبات یخچالی: رسوبات ورقه‌ای ریزدانه یخچالی در زمستان و رسوبات ورقه‌ای درشت‌دانه در تابستان رسوب می‌نمایند بنابراین هر جفت از این لایه‌ها نمایانگر یک سال است که با شمارش تعداد ورقه‌ها مدت زمان تشکیل رسوب تعیین می‌شود.

سن زمین:

سن ۴۵۰۰ میلیون سال برای پوسته زمین عدد قابل قبول زمین‌شناسان می‌باشد. سن پوسته‌ی اقیانوسی ۲۰۰ میلیون سال و سن پوسته‌ی قاره‌ای ۲۰ برابر آن است.

کج مثال ۱۵: سن زمین تقریباً چقدر فرض می‌شود؟

- (۱) ۵۰۰۰ میلیون سال (۲) ۴۰۰۰ میلیون سال (۳) ۴۵۰۰ میلیون سال (۴) ۳۵۰۰ میلیون سال

پاسخ: گزینه «۳» سن زمین تقریباً ۴۵۰۰ میلیون سال است.

۲-۲-۱ دوره‌های زمین‌شناسی:

به دو قسمت تقسیم می‌شود:

۱- کریپتوزوئیک (زندگی نهان): دوره‌ای که سنگهای آن فاقد فسیل بوده و فقط به روش سن مطلق تحولات آن مشخص گردیده است.

۲- دوره‌ی فانروزوئیک (زندگی آشکار): دوره‌ی جدید که دارای فسیل می‌باشد.

کریپتوزوئیک (Cryptozoic) یا پری کامبرین دارای دو بخش آرکئن (Archean) و آلگونکین (Algonkian) یا پروتروزوئیک می‌باشد.

فانروزوئیک (Phanerozoic) به سه دوران پالئوزوئیک (Palaeozoic)، مزوزوئیک (Mesozoic) و سنوزوئیک (Cenozoic) تقسیم می‌گردد.

نکته ۲۳: از وقایع مهم دوره کوتاه‌تر ظهور انسان و تکامل آن است.

کج مثال ۱۶: قدیمی‌ترین دوران زمین‌شناسی کدام است؟

- (۱) پره کامبرین (۲) فانروزوئیک (۳) مزوزوئیک (۴) موارد ۱ و ۲

پاسخ: گزینه «۱»



کج مثال ۱۷: کدامیک از روش‌های زیر برای تعیین عمق لایه‌ها کاربرد بیشتری دارد؟

- (۱) امواج لرزه‌ای (۲) رادیواکتیو (۳) مقاومت الکتریکی (۴) گرانی سنجی

پاسخ: گزینه «۱»

نکته ۲۴: با افزایش عمق زمین شدت گرانشی کم می‌شود.

نکته ۲۵: نخستین مهره‌داران (ماهی‌ها) در دوره‌ی اوردووئیسین و اولین جنگل‌ها در دوره‌ی دونین بوجود آمده‌اند.

نکته ۲۶: نخستین خزندگان در کربونیفر و گیاهان گلدار و درختان میوه‌دار در کرتاسه و شکل کنونی ایران در دوره کرتاسه بوجود آمده‌اند.

نکته ۲۷: سنگ‌های آتشفشانی برنان مربوط به دوره‌ی ژوراسیک یافت نمی‌شود.

نکته ۲۸: نیم عمر اورانیوم ۲۳۸، ۴/۵ میلیارد سال و نیم عمر کربن ۵۷۰۰ سال است.

نکته ۲۹: شدت گسترش یخچالی در دوره سنوزوئیک و رسوبات قطور و فسیل‌های زیاد مربوط به دوره‌ی پالئوزوئیک و آهک‌های اوربیتولین‌دار مربوط به دوره کرتاسه است.

نکته ۳۰: انواع پرتوهای خورشید:

نام پرتو	اندازه طول موج (λ)	جذب توسط	اثر
ماوراء بنفش	کوتاه ($0/4\mu$ تا $0/28$)	لایه ازن (O_3)	سوختگی پوست رنگ پریدگی اجسام
مرئی	متوسط ($0/4$ تا $0/76\mu$)	ذرات غبار	رویت اجسام
مادون قرمز (حرارتی)	بلند (3μ تا $0/76$)	CO_2	رشد گیاهان

نکته ۳۱: رابطه تبدیل سانتیگراد به فارنهایت $^{\circ}F = 1/8^{\circ}C + 32$

رابطه تبدیل سانتیگراد به کلوین $^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$

کج مثال ۱۸: پوسته خارجی زمین و جنس هسته داخلی می‌باشد.

- (۱) گرانیتی - مایع (۲) گرانیتی - جامد (۳) بازالتی - جامد (۴) بازالتی - مایع

پاسخ: گزینه «۲» پوسته خارجی زمین گرانیتی و جامد و هسته داخلی زمین نیز جامد (از جنس Fe و Ni) است.