



فصل اول

علم زمین‌شناسی و شاخه‌های آن

علم زمین‌شناسی دامنه گسترده‌ای دارد که به شاخه‌های متعددی تقسیم می‌شود و روزبه روز قلمرو و کاربردهای آن افزایش می‌یابد. مهم‌ترین شاخه‌های آن عبارتند از:

زمین‌شناسی اقتصادی: زمین‌شناسانی که در موضوع زمین‌شناسی اقتصادی تخصص دارند،

به دنبال مکان‌هایی هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، طلا، نقره، الماس و دیگر گوهرها و ... قرار دارند (شکل ۱۲-۱).



شکل ۱۲-۱- معدن سرب و روی ایرانکوه - اصفهان

زمین‌شناسی آب: زمین‌شناسانی که در زمینه تشکیل سفره‌های آب زیرزمینی، حرکت آب در درون زمین و چگونگی یافتن آنها تحقیق و مطالعه می‌کنند، آب زمین‌شناس (هیدروژئولوژیست) نامیده می‌شوند.

زمین‌شناسی نفت: در این شاخه از زمین‌شناسی، زمین‌شناس نفت از تخصص خود در شناخت چگونگی تشکیل و مهاجرت نفت در اعماق چند کیلومتری زمین استفاده می‌کند. همچنین مکان‌هایی که نفت می‌تواند در آنجا انباشته شود، شناسایی کرده و جاهایی از یک میدان نفتی یا گازی که برای حفاری و استخراج نفت مناسب است را مشخص می‌کند.

زمین‌شناسی مهندسی: شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که رفتار و ویژگی‌های مواد سطحی زمین را از نظر مقاومت در برابر فشارهای وارده، نفوذپذیری و امکان ساخت یک سازه در محلی خاص از زمین، بررسی می‌کند.

زمین‌شناسی زیست محیطی: شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که با استفاده از اصول زمین‌شناسی، به حل مسائل محیط زیستی می‌پردازد.

زمین‌شناسی پزشکی: منشأ همه عناصر از درون زمین است و آلودگی‌های طبیعی و انسان‌زاد می‌توانند از سنگ و خاک به آب و گیاه و دام و از طریق غذا به بدن انسان انتقال یابند. برخی عناصر، برای بدن انسان و دیگر موجودات ضروری هستند. آهن در هموگلوبین و فسفر و کلسیم در دندان و استخوان، نقش اساسی دارند اما برخی ترکیب‌ها مانند نیترات‌ها و عناصری مانند جیوه، آرسنیک، سرب، کادمیم و... برای سلامت انسان مضر هستند. در سراسر جهان بیش از ۱۰۰ میلیون نفر در معرض آب آشامیدنی آلوده به آرسنیک هستند. مطالعه تأثیر عناصر، کانی‌ها و مواد زمین بر سلامت انسان، در قلمرو دانش جدید زمین‌شناسی پزشکی قرار دارد. هم‌اکنون در برخی کشورها، زمین‌شناسان پزشکی در گروه‌های کاری مشترک با پزشکان، زیست‌شناسان، شیمی‌دانان و تخصص‌های دیگر، به حل مشکلات مختلف مانند شیوع سرطان و برخی بیماری‌های دیگر در نقاط مختلف می‌پردازند.

تکتونیک (زمین‌ساخت): زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک علم شناسایی و بررسی ساختارهای تشکیل‌دهنده پوسته زمین و علت به وجود آمدن آنهاست. زمین‌ساخت به مطالعه ساختار درونی زمین، چگونگی تشکیل رشته‌کوه‌ها، اقیانوس‌ها، گسل‌ها، چین‌خوردگی‌ها، زمین‌لرزه‌ها و دیگر رخدادهای سطح زمین می‌پردازد.



پترولوژی (سنگ‌شناسی): شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که در آن شیوه تشکیل، منشأ، رده‌بندی و ترکیب سنگ‌ها بررسی می‌شود. فرایندهای دگرگونی، آتش‌فشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین و حتی بر روی ماه و دیگر سیاره‌ها در شاخه سنگ‌شناسی آذرین و دگرگونی بررسی می‌شود. ژئوشیمی: این شاخه از زمین‌شناسی به پراکندگی عناصر در زمین و سیاره‌های دیگر، ترکیب کانی‌ها، سنگ‌ها و دیگر مواد زمین می‌پردازد و به دنبال پاسخی برای علت توزیع غیریکتوخت عناصر در زمین است. ژئوفیزیک: زمین‌شناسان در مناطق قابل دسترس، به مشاهده مستقیم پدیده‌ها می‌پردازند. ولی برای مطالعه ساختمان درونی زمین و شناسایی ذخایر و معادن زیرزمینی، از امواج لرزه‌ای، بررسی مغناطیس، مقاومت الکتریکی و شدت گرانش سنگ‌ها استفاده می‌شود. به شاخه‌ای از زمین‌شناسی که به مطالعه این موارد می‌پردازد، ژئوفیزیک می‌گویند.

رسوب‌شناسی: مواد حاصل از فرسایش کوه‌ها توسط آب، باد و یخ به مناطق پست یا حوضه‌های رسوبی انتقال یافته و در آنجا بر روی هم انباشته می‌شوند و پس از سنگ شدن، به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. در رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی، فرایندهای انتقال و ته‌نشینی و تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی مطالعه می‌شود.

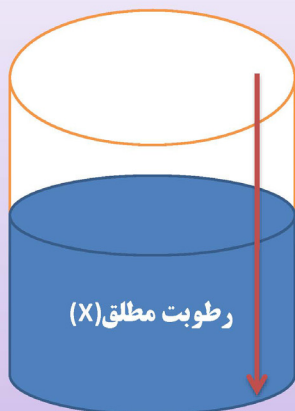
دیرینه‌شناسی: دیرینه‌شناسان، زمین‌شناسانی هستند که با بررسی فسیل‌ها و دیگر شواهد موجود در سنگ‌ها و رسوبات، به دنبال یافتن اطلاعاتی درباره آب و هوای گذشته، تاریخچه حیات، سرگذشت زمین از آغاز تا امروز و موجوداتی که در هر دوره می‌زیسته‌اند، می‌باشند.



فصل ۲

آب در هوا

بخار آب در هوا



رطوبت مطلق لازم برای اشباع

مثال:

چنانچه رطوبت نسبی هوای منطقه‌ای در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد ۷۵٪ باشد و این حجم هوا با ۱۰ گرم بخار آب دیگر اشباع شود. رطوبت مطلق لازم برای اشباع هوا در این دما کدام است؟

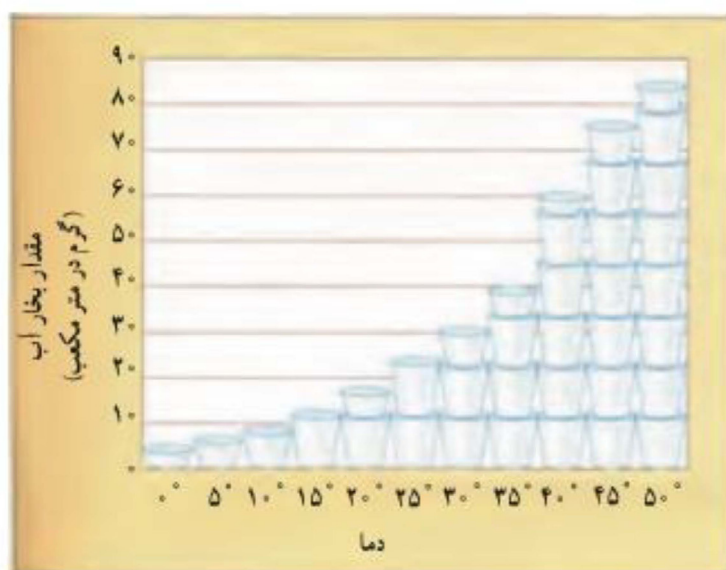
رطوبت مطلق هوا

$$\text{رطوبت نسبی} = \frac{\text{رطوبت مطلق لازم برای اشباع هوا در آن دما}}{\text{رطوبت مطلق هوا}} \times 100$$

$$\frac{75}{100} = \frac{x}{x+10} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{x}{x+10}$$

$$4x = 3x + 30$$

$$x = 30$$



شکل ۱-۲. چه نوع رابطه‌ای میان افزایش دمای هوا و مقدار بخار آب اشباع وجود دارد؟



اگر دمای دماسنج خشک ۲۲ و تر ۱۹ باشد رطوبت نسبی کدام است؟

دماسنج خشک	اختلاف دمای دماسنج تر و خشک			
	۱	۲	۳	۴
۱۸	۹۱	۸۲	۶۵	۵۷
۱۹	۹۱	۸۲	۶۵	۵۸
۲۰	۹۱	۸۳	۶۸	۵۹
۲۱	۹۱	۸۳	۶۷	۶۰
۲۲	۹۲	۸۳	۶۸	۶۱

ابتدا دمای دماسنج تر و خشک را کم می‌کنیم عدد به دست آمده معرف ستون مورد نظر است. در ستون مورد نظر عدد روبروی دما سنج خشک را قرائت می‌کنیم که همان رطوبت نسبی است

تعریف نقطه‌ای شبنم:

دمایی را که در آن هوای **غیر اشباع به حالت اشباع** درمی‌آید، نقطه ی شبنم می‌گویند. اگر دما کمتر از نقطه شبنم شود رطوبت موجود در هوا بیش از ظرفیت آن است و مازاد آن به صورت مایع در جاهای سرد (مثل برگ گیاهان) می‌نشیند.

مه و ابر: ابر، مجموعه‌ای از قطرات خیلی ریز آب یا تکه‌های کوچک یخ است.

✓ برای تشکیل ابر باید هوای مرطوب، سرد شود و دمای آن به پایین تر از نقطه شبنم برسد.

✓ ابر و مه تنها تفاوت شان **در ارتفاع** تشکیل است.

✓ ابرهای توده‌ای را **کومولوس و لایه‌ای را استراتوس و پرمانند را سیروس** می‌گویند.

✓ اگر ابری بالاتر از حد طبیعی باشد به آن پیشوند **آلتو** اگر باران‌زا باشد پسوند نیمبوس اضافه می‌کنند.

✓ ابرهای سیروس مرتفع‌ترین ابرها می‌باشند.

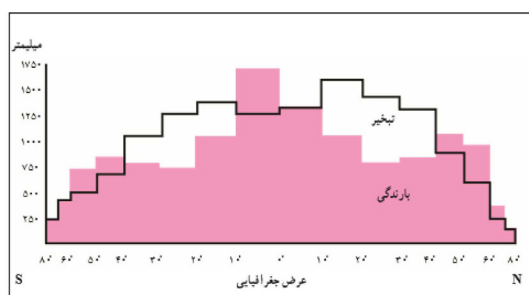
✓ ابرهای **کومولوس و استراتوس** در ارتفاعات کمتری تشکیل می‌شوند.

✓ برای اینکه بارندگی رخ دهد ذرات تشکیل دهنده‌ای ابر باید به قدر کافی بزرگ و سنگین شوند.



وزن قطرات اولیه باران به هنگام سقوط ممکن است در اثر جمع شدن با سایر ذرات اضافه شده و قطره باران درشت‌تر شود. گاهی نیز ممکن است برعکس، در ضمن سقوط، قطره اولیه گرم شده و تمام یا قسمتی از آن تبخیر شود.

آب و هوا و اقلیم



شکل ۴-۲ - مقدار بارندگی و تبخیر سالانه در عرض‌های جغرافیایی مختلف





فصل ۳

آب در دریا

خواص آب اقیانوس ها

NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄	CaSO ₄	K ₂ SO ₄	CaCO ₃
77	10.8	4.8	3.7	2.6	0.4

تعریف درجه شوری: مقدار نمک محلول در آب اقیانوس ها که بر حسب گرم بر کیلوگرم بیان می شود (که به طور متوسط ۳۴/۵ گرم بر کیلوگرم) است.

□ درجه شوری خلیج فارس: ۴۰ gr/kg

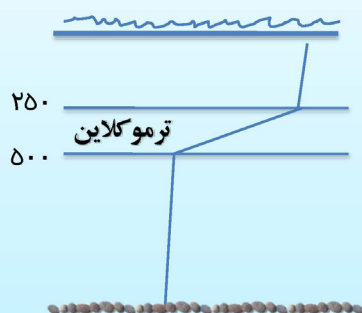
□ درجه شوری مدیترانه: ۳۹ gr/kg

□ درجه شوری اطلس: ۳۵ gr/kg

* از **برم** آب دریا در تهیه محصولات عکاسی و از **منیزیم** در هواپیماسازی استفاده می شود

گازها

- CO₂ به صورت HCO₃⁻ و CO₃²⁻ و CO₂ در دریا دیده می شود.
- آب سرد توانایی بیشتری در نگهداری گازها و یون ها دارد.
- تبادل گازی بین اتمسفر و دریا بیشتر از اتمسفر و خشکی است

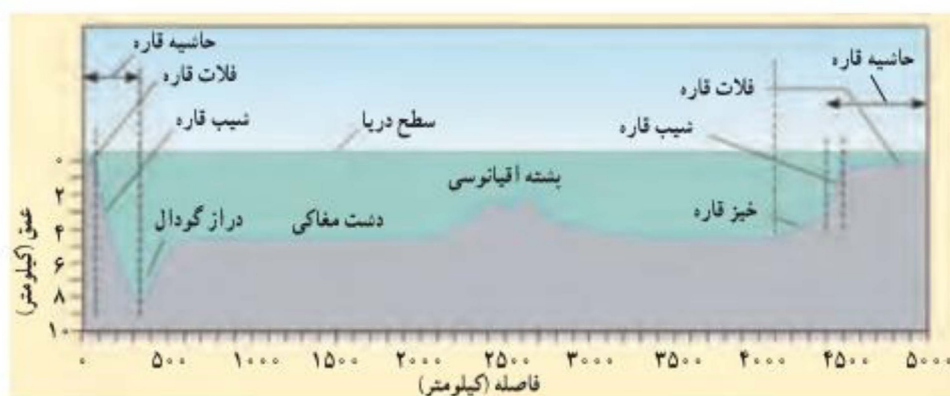
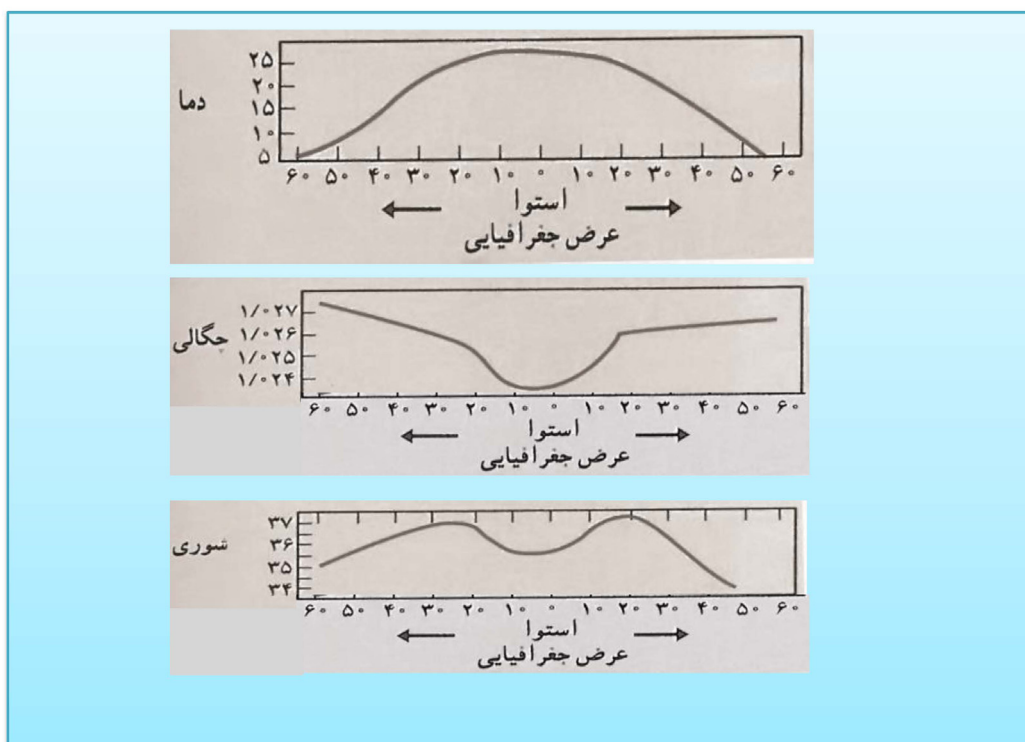


دما

چگالی و فشار

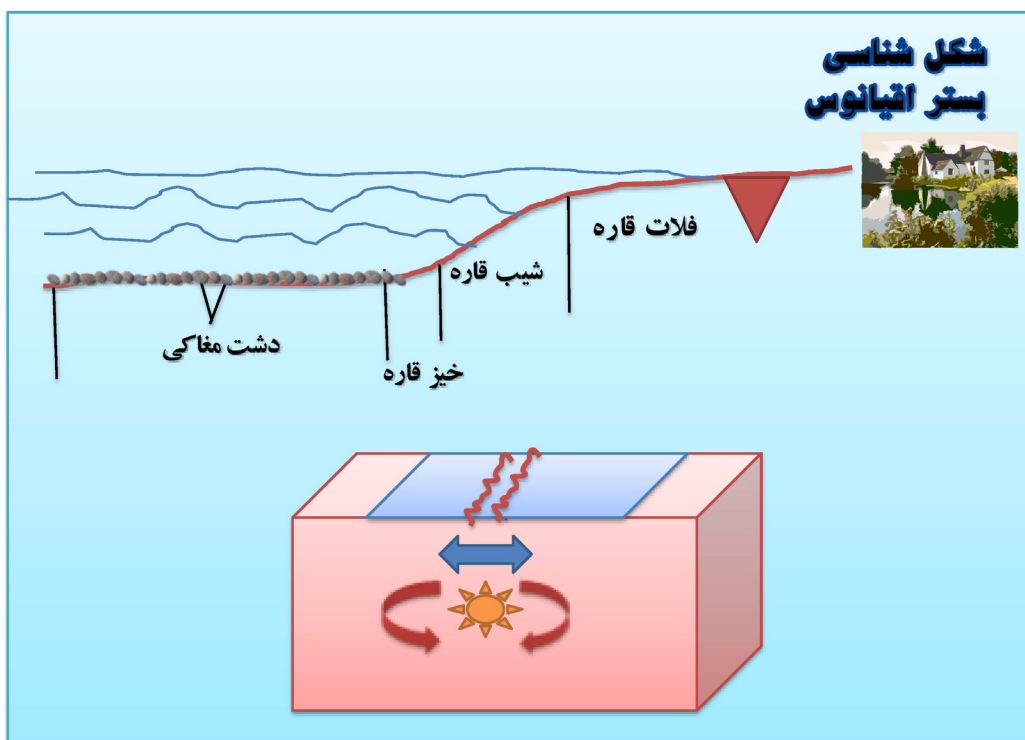
هرچه آب سردتر شورتر و دارای مواد معلق بیشتری باشد چگال تر است.

به ازای هر ۱۰ متر که به عمق اقیانوس ها برویم یک اتمسفر بر فشار افزوده میشود



شکل ۸ - ۳ - برشی فرضی از بستر اقیانوس

شکل‌شناسی بستر آقیانوس



آب‌های جاری

تفصیل ۴

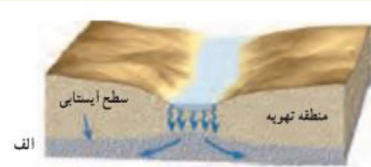
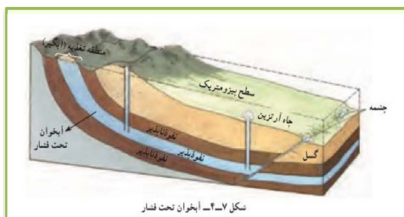
آب در خشکی



پوشش گیاهی باعث **کاهش رواناب** می‌شود.
افزایش شیب باعث افزایش رواناب می‌شود.
ماکزیمم سرعت آب در رود مستقیم **در وسط و نزدیک سطح آب** است.
در رودخانه منحنی ماکزیمم سرعت آب از وسط به سمت دیواره مقعر است.

دبی (آبدهی): حجم آبی که در واحد زمان از مقطع عرضی رود عبور می‌کند دبی یا آبدهی نام دارد.

تکته: هر عاملی که باعث افزایش سرعت آب شود دبی رود را تغییر میدهد
 $\text{دبی} = \text{سرعت آب} \times \text{مقطع رود}$



$$\text{تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی}}{\text{حجم کل}} \times 100$$

منطقه تهویه: ریشه گیاهان در این منطقه قرار دارد. درون این منطقه هوا و آب وجود دارد.

منطقه اشباع: منافذ تماما از آب پر می‌شود و از هوا خبری نیست.

سطح ایستابی: مرز بین منطقه تهویه و اشباع را گویند که در نقاط مرتفع در عمق بیشتر و در دره‌ها و نقاط پست در عمق کمتر قرار دارد.

تخلخل و نفوذپذیری: مقدار فضاهای خالی یک نمونه رسوب را تخلخل گویند یعنی اگر سنگی متخلخل باشد قادر است آب قابل توجهی در خود نگه‌دارد اما الزاما نفوذپذیر نیست، زیرا ممکن است اندازه‌ای منافذ ریز باشد. نفوذپذیری به **اندازه منافذ و ارتباط آنها** با هم بستگی دارد.

حرکت آب: آب از جایی که سطح ایستابی بالاتری دارد به سمتی که سطح ایستابی پایین‌تری دارد می‌رود. بیشتر جریان آب در امتداد مسیرهای منحنی مانند شکل می‌گیرد.

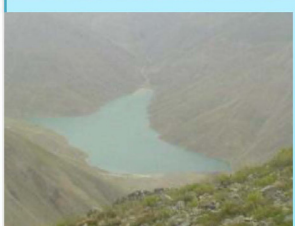
آب در سنگها آذرین و دگرگونی: شفاف و قابل آشامیدن است.
آب در سنگهای کربناتی (کلسیت و دولومیت و گل سفید و تراورتن): به علت یون کلسیم و منیزیم از نوع سخت است و با صابون خوب کف نمی‌کند و استفاده از آن در صنعت محدودیت ایجاد می‌کند.
آب موجود در سنگ نمک و سنگ گچ: املاح زیادی دارد ولی آب موجود در رسوبات آبرفتی (رسوبات حاصل از تخریب سنگهای آذرین) حاوی آب شیرین‌اند.

راه‌های بوجود آمدن انواع دریاچه

- ❑ **خزر:** بازمانده دریای قدیمی بنام تیس
- ❑ **بایکال:** حاصل فروافتادگی (گرابن-تنش کششی) قسمتی از زمین است.
- ❑ **سبلان:** در دهانه‌ی آتش‌فشان تشکیل میشود.
- ❑ **تار، ولشت، لاسم:** حاصل ریزش کوه در مسیر رود است.
- ❑ **شمال آمریکا و اروپا:** حاصل رسوبگذاری یخچال‌ها (تیل) است.



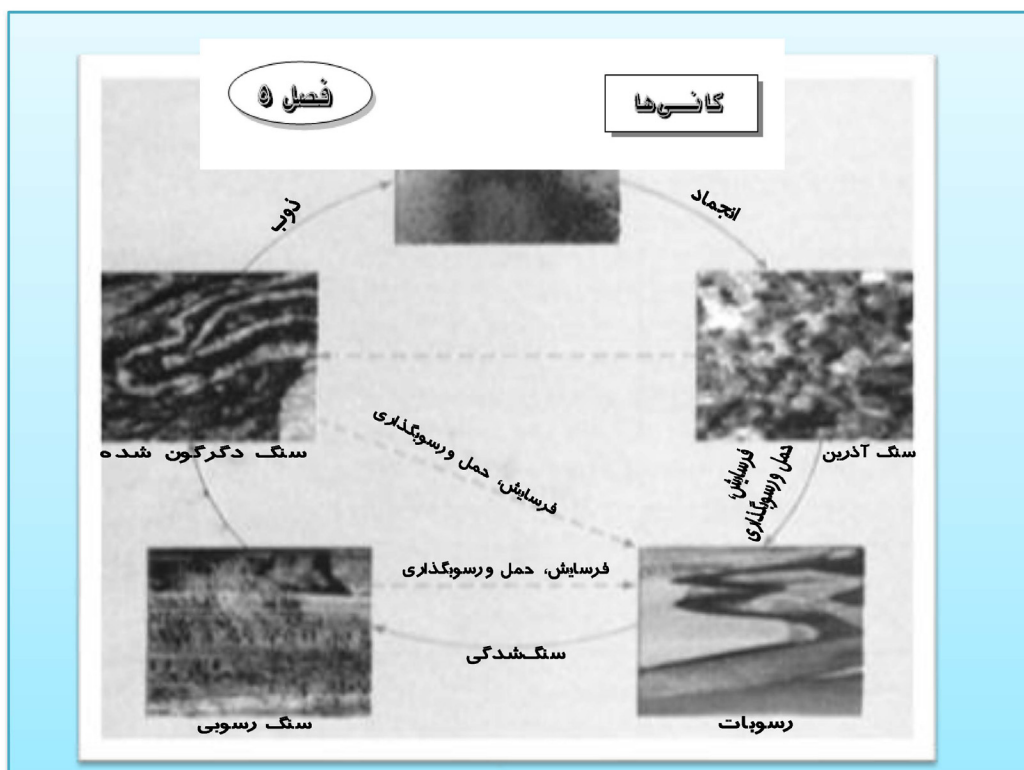
سبلان



تار



ولشت



تعریف کانی: ماده طبیعی، غیر زنده، غیر آلی، معمولاً جامد که ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابتی دارد. شیشه کانی نیست چون طبیعی نیست. بلور برف کانی است.

فراوانی عناصر در پوسته:

اکسیژن < سیلیسیم < آلومینیم < آهن
اما فراوان ترین عنصر در کل زمین آهن است.

نکته:

کانی های محلول در آب مثل ژپس، هالیت سیلویت تا زمانی در طبیعت پایداری دارند که دور از آب باشند و کانی هایی که مقادیر آهن و منیزیم دارند تا زمانی پایداری دارند که دور از اکسیژن اتمسفر باشند.



راه شناسائی کانی‌ها:

شکل بلور: یعنی شکل منظم هندسی. اگر اتمها با نظم و ترتیب کنار یکدیگر قرار گیرند بلور تشکیل می‌شود. کانی‌ها از نظر اندازه بلور سه دسته اند **درشت بلور**، با چشم به راحتی دیده می‌شوند مثل **بریل و ژپس**. ریز بلور با میکروسکوپ دیده می‌شوند مثل **هالیت و مخفی بلور** که فقط با اشعه X دیده می‌شوند مثل **کائولن (کانی رسی)**.

نکته: در یک کانی معین زوایای سطوح مشابه برابر است.

تالک	1	نلزن
ژپس	2	سکه مسی
کلسیت	3	نیغه چاقو
فلوئوریت	4	شیشه
آباتیت	5	سوهان
ارتوز	6	چینی بدون لعاب
کوارتز	7	
توپاز	8	
کرنندوم	9	
الماس	10	

درجه سختی: مقاومت کانی در برابر خراشیده شدن است که به طرز قرار گرفتن اتم‌ها در شبکه بلور و نوع پیوندهای اتمها بستگی دارد و به ترکیب شیمیائی هیچ ربطی ندارد (گرافیت و الماس هر دو کربن خالصند)

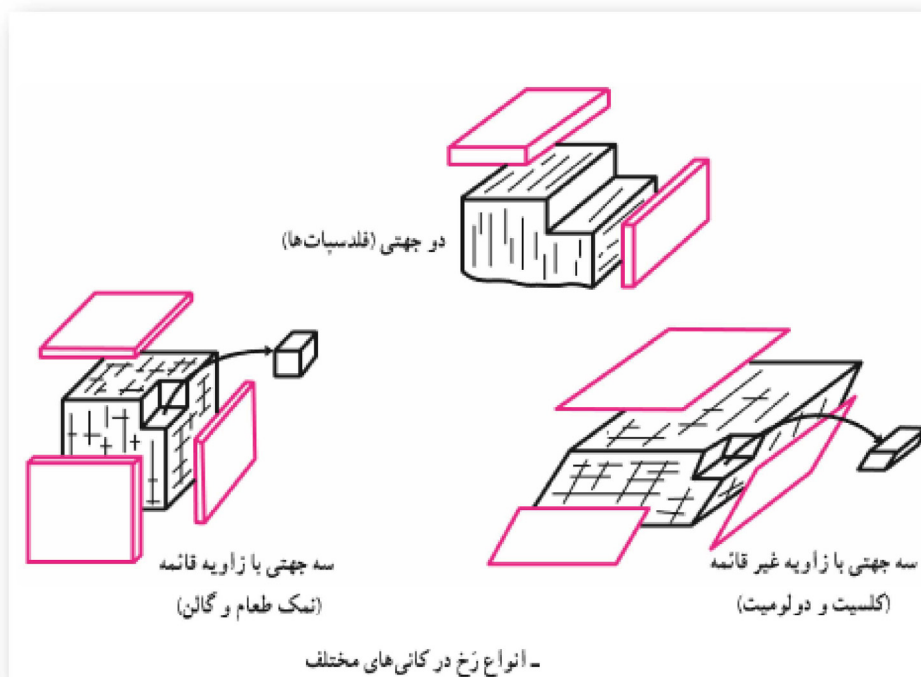
موس مقیاسی برای درجه سختی است. درجه سختی **گارنت ۷/۵** و انواع **کوارتز ۷** و **یاقوت همان کرنندوم ۹** است.



□ **جلام:** عکس العمل کانی در برابر نور است.
فلزی: نور را منعکس می کند مانند: **گالن**، **پیریت**
شیشه ای: نور را عبور می دهد. مانند: **هالیت**، **الیوین**، **کوارتز**
مچرب: تالک و گرافیت
الماسی: نور بازتابش کلی می یابد. مانند **الماس**

□ **رنگ کانی و رنگ خاکه:** بعضی از کانی ها با رنگ خود به راحتی قابل شناسائی اند. مانند **یاقوت همیشه قرمز**
فیروزه، آبی - گرافیت، سیاه - **مالاکیت، سبز** اما طلا و پیریت هر دو هم رنگند (**زرد طلایی**) اما رنگ خاکه طلا زرد طلایی ولی رنگ خاکه پیریت سیاه است. هماتیت و مانیتیت هر دو سیاه اند اما رنگ خاکه هماتیت **قهوه ای** و رنگ خاکه مانیتیت سیاه است.

□ **سطح شکست (رخ):** نحوه ی شکستگی کانی ها را در برابر ضربه چکش گویند. اگر پیوندها در یک کانی از تمام سطوح محکم باشد کانی فاقد رخ است و اصطلاحاً سطح شکست ناصاف دارد. مانند **الیوین و کوارتز**
 اما اگر پیوندها از بعضی جهات سست باشد دارای رخ است
الف- رخ یک جهتی: پیوندها در امتداد یک سطح نسبت به دو سطح دیگر سست اند. مانند: **میکا، کائولن، ژپس**
ب- دو جهتی: پیوندها در امتداد دو سطح سست اند. مانند **فلدسپات (ارتوز-پلاژیوز)**
ج- سه جهتی با زاویه قائمه: نمک طعام - **گالن**
د- سه جهتی با زاویه غیر قائمه: کلسیت - **دولومیت**



چگالی نسبی: مقایسه سنگینی یک کانی نسبت به آب هم حجمش را گویند. وقتی می‌گوییم چگالی نسبی کانی $\frac{7}{5}$ است یعنی $\frac{7}{5}$ برابر از آب هم حجمش سنگین‌تر است.
گالن = $\frac{7}{5}$ ، باریت = $\frac{4}{5}$ و سیلیکاتها = $\frac{3}{5}$.

نکته: هرچه اتم‌های تشکیل دهنده یک کانی سنگین‌تر باشد و طول پیوندها کوتاه‌تر باشد کانی چگال‌تر است.



□ سایر راه های شناسائی:

- مس چکش خوار است . گوگرد ترد و شکننده.
- هالیت شور است. سیلویت تلخ است.
- ژپس در برابر حرارت کدر می شود ولی مسکویت نه
- کائولن به زبان می چسبد.
- مانیتیت خاصیت مغناطیسی دارد.
- اسید کلریدریک سرد روی کلسیت و اسید کلریدریک گرم و غلیظ روی پودر دولومیت اثر می کند.



الف) سیلیکات‌های تیره

الیون: الیون، سیلیکات آهن و منیزیم و بلورهای آن سبز زیتونی است. الیون جلای شیشه‌ای دارد و فاقد رخ است (شکل ۵-۱۰). نوع شفاف و خوش‌رنگ الیون تحت نام زیرجد به‌عنوان جواهر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۵-۱۰- کانی الیون

بیروکسن: این گروه از سیلیکات‌ها، کلسیم، آهن و منیزیم دارند. مهم‌ترین نوع بیروکسن اورتیت نام دارد که بلورهای آن به شکل منشور است. آمفیبول‌ها: سیلیکات‌های کلسیم، منیزیم و آهن آبدارند. بلور این دسته از کانی‌ها منشوری شکل و طویل است و به اصطلاح سوزنی نامیده می‌شود. از مهم‌ترین آمفیبول‌ها، هورنبلاند است. میکالی سیاه یا پیوتیت: سیلیکات آهن، منیزیم و بتاسیم آبدار است. میکاها به دلیل داشتن ساختمان اتمی ورقه‌ای به آسانی ورقه ورقه می‌شوند و به اصطلاح رخ یک جهتی دارند (شکل ۵-۱۱).



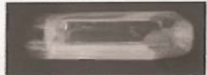
شکل ۵-۱۲- کوارتز بنفش (آمتیت)

کوارتز: این کانی در حالت خالص بی‌رنگ است (دُرکوهی). سختی آن زیاد و شیشه را خط می‌اندازد. این کانی رخ ندارد و جلای آن شیشه‌ای است. فرمول شیمیایی کوارتز SiO_2 است، یعنی تنها کانی سیلیکاتی که از سیلیسیم و اکسیژن ترکیب یافته است. از کوارتز در صنعت شیشه‌سازی، تهیه کاغذ سمباده و ابزارهای نوری و الکترونیکی استفاده می‌شود (شکل ۵-۱۲).

غیر سیلیکات‌ها

این گروه از کانی‌های سنگ‌ساز شامل فسفات‌ها، سولفات‌ها، اکسیدها و چند عنصر آزاد از قبیل مس، طلا و گوگردند. در مقایسه با سیلیکات‌ها به میزان بسیار کمتری در سنگ‌های آذرین یافت می‌شوند و به همین دلیل به آنها کانی‌های فرعی نیز می‌گویند. مهم‌ترین انواع کانی‌های غیرسیلیکاتی عبارتند از:

آپاتیت: این کانی فسفات کلسیم با کمی کلر یا فلوئور است که به صورت کانی فرعی در سنگ‌های آذرین یافت می‌شود. از آپاتیت در تهیه کودهای شیمیایی فسفردار و اسید فسفریک استفاده می‌شود.

تصویر کانی	رخ	نام کانی	ساختمان سیلیکاتی
	بدون رخ	الیون	چهار وجهی منفرد
	یک جهتی	بریل	حلقوی
	دو جهتی با زاویه ۹۰°	پروکسن	زنجیری ساده
	دو جهتی با زاویه ۱۲۰°	آمفیبول	زنجیری مضاعف
	یک جهتی	میکا	ورقه‌ای
	دو جهتی با زاویه ۹۰°	فلدسپار	داربستی
	بدون رخ	کوارتز	



آملست

غیرسیلیکاتی‌ها (کانی‌های فرعی)

به علت فراوانی کم به آن‌ها کانی‌های فرعی نیز می‌گویند و شامل: فسفات‌ها، سولفات‌ها، اکسیدها، سولفیدها و عناصر آزاد می‌باشند.

آپاتیت: این کانی فسفات کلسیم با کمی کلر یا فلوئور است و از آن در تهیه کودهای شیمیایی فسفردار و اسید فسفریک استفاده می‌شود.

فیروزه: جزء فسفات‌هاست و کاربرد تزئینی دارد و بهترین نوع آن در حوالی نیشابور از سنگ‌های آتش‌فشانی استخراج می‌شوند.

باریت ($BaSO_4$): در تهیه گل حفاری استفاده می‌شود. چگالی نسبی آن زیاد است (۴/۵) و به عنوان کانی سنگین معروف است.

پیریت (FeS_2): این کانی سولفیدی معمولاً مکعبی شکل است و جلای فلزی دارد. فراوان‌ترین سولفید فلزی در پوسته است.



۲- رسوبی:

۱- **رسی:** کاذولن $\rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ + فلدسپات
 کاذولن رخ یک جهتی دارد
 فاقد K است
 در سرامیک‌سازی و چینی‌سازی کاربرد دارد
 بخش اعظم خاک را تشکیل می‌دهد.

۲- **کربناتی:** کلسیت و دولومیت ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
 ۳- **کلرید:** NaCl , KCl . هالیت فراوان‌ترین کانی در آب‌کولاب‌ها است. پلور آن مکعبی است.
 ۴- **سولفات:** $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. و اگر قسمتی از آب تبلور خود را از دست بدهد به انیدریت CaSO_4 (گچ بنایی) تبدیل می‌شود.

۳- دگرگونی:

۱- **سرونا:** در تهیه لیزر و جواهر سازی کاربرد دارد - درجه سختی ۷/۵ است. کانی خاص سنگهای دگرگونی است.
 ۲- **کرنودوم:** اکسید آلومینیم است، یاقوت نوعی کرنودوم است در محیط فشار زیاد گرمای زیاد از ترکیب سنگهای کربناتی با یون آلومینیم تشکیل می‌شود.
 ۳- **گرافیت:** منشا آلی دارد. در راکتورهای اتمی به عنوان کم‌کننده‌ی سرعت نوترون، زغال دینام، ساخت مداد کاربرد دارد.
 ۴- **کیانیت:** به علت تحمل حرارت زیاد برای ساخت چینی شمع خودرو کاربرد دارد.

فصل ۶

ساگماتیسیم و سنگهای آذرین

سنگهای درونگیر: سنگهای اطراف ساختهای آذرین را سنگهای درونگیر گویند.

باتولیت‌ها: عمیق‌ترین، وسیع‌ترین و دانه‌درشت‌ترین ساختارهای آذرین اند که گاهی بر اثر هوازدگی لایه‌های بیرونی در سطح زمین دیده می‌شوند (کوه الوند در همدان)
دایک: ساختارهای صفحه‌ای که لایه‌های رسوبی افقی را قطع کرده و بیشتر به صورت قائم دیده می‌شود و به درون شکافها فرو می‌رود را گویند.
سیل: ساختارهای صفحه‌ای که موازی با لایه‌های رسوبی بین لایه‌ها تزریق می‌شود.

ساختارهای اولیه
سنگهای آذرین

مهمترین تفاوت سیل و دایک در چیست؟

تست احتمالی

(۴) عمق تشکیل

(۳) اندازه تبلور

(۲) شکل

(۱) نحوه تشکیل



فشار: با افزایش فشار ذوب به تاخیر می‌افتد زیرا فشار باعث استحکام پیوندهای شیمیایی می‌شود.

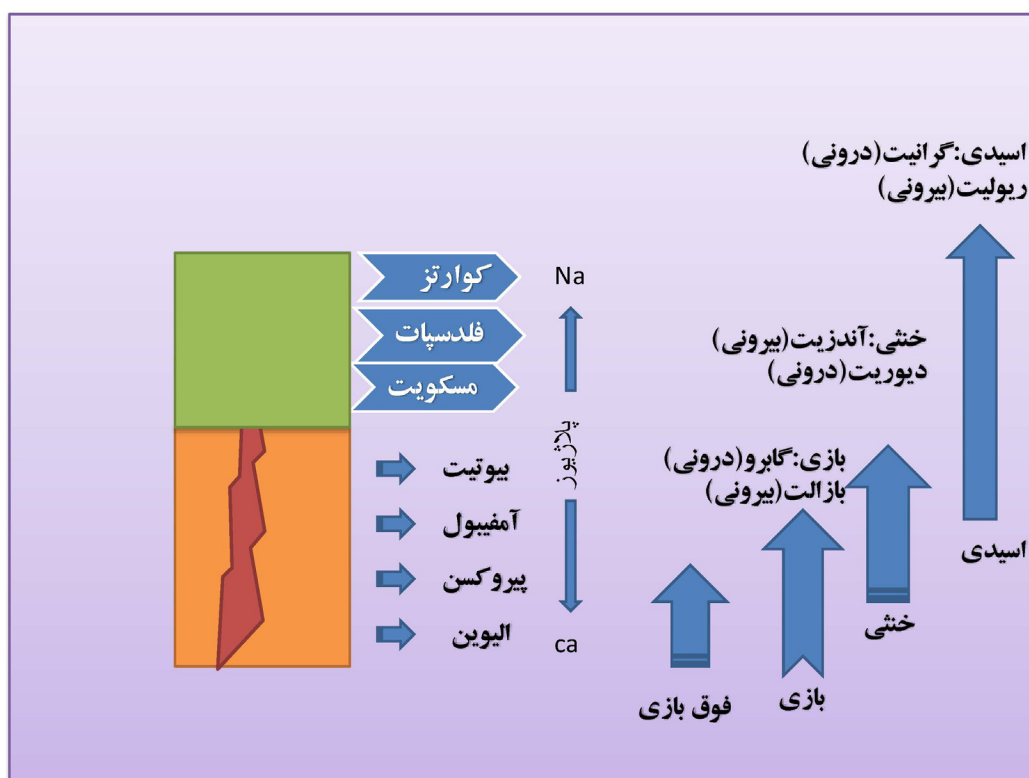
بنابر این سنگی که در اعماق زمین قرار دارد برای ذوب آن نیاز به دمای بیشتری دارد.

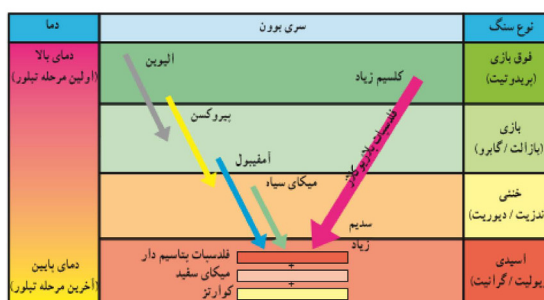
آب: جدا شدن پیوندهای یونی را در کانی آسان می‌کند. افزایش فشار بخار آب عاملی در ذوب سنگها محسوب می‌شود.

دما: پیوندهای یونی را در کانی سست می‌کند و موجب ذوب شدن، می‌شود.

سوال: علل اختلاف ترکیب ماگماها چیست؟

جواب: ذوب ناقص، در برخی سنگها بعضی کانی‌ها زودگدازند و در دمایی خاص ذوب می‌شوند و انواع دیگر گداز آن در تشکیل ماگما شرکت نمی‌کنند.





شکل ۷-۶- جدا شدن بلورهای اولیه و تعشیر شدن در کف اطاق ماگمای.

بعضی از فزات اقتصادی و با ارزش نظیر طلا، نقره، مس، جیوه، سرب، پلاتین، اورانیم و کرم توسط فرایندهای آذرین فراهم می‌شود. مثلاً در محل آستانه اراک در قدیم، صنعت پلاستیکی جهت استخراج طلا از رسوبات آبرفتی (که خود از فرسایش گرانیت بوجود می‌آید)، رواج داشته است. در معدن مس سرچشمه نیز توسط فرایندهای آذرین و پراثر جریان محلول‌های داغ، مس در شکستگی‌ها و حفره‌ها متمرکز شده است. بسیاری از چشمه‌های آبگرم در مجاورت مناطق آتشفشانی جوان قرار دارند از آن جمله در اردبیل (تزدیک آتشفشان سبلان)، بسیاری از چشمه‌های آبگرم اطراف دماوند و یاستان‌آباد آذربایجان شرقی.



شکل ۸-۶ = انواع بافت سنگهای آذرین متناسب با اثر ابط تشکیل آنها

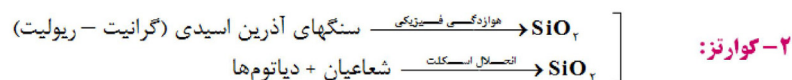


کلسیم، کربنات منیزیم و بعضی سولفات‌ها.

مواد شیمیایی:

بقایای بدن

۱- کانی‌های رسی: - از تجزیه سیلیکات‌ها به ویژه فلدسپات (ارتوز) حاصل می‌شود. - کائولن نوعی کانی رسی است.



سه کانه اصلی
سنگ‌های رسوبی

* **اوپال** ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)، سیلیس آبدار و غیر متبلور است که درجه سختی کمتری از کوارتز دارد.
* **سیلیس**: در بعضی سنگ‌ها به صورت بلورهای بسیار دانه‌ریز دیده می‌شود مثل: **فلینت** (سنگ آتش‌زنه که ابزارهای آدمیان نخستین بود)، **کلسدون**، **چرت**

۳- **کلسیت**: کانی اصلی تشکیل دهنده‌ی سنگ‌های آهکی است.
به عنوان یکی از مهمترین سیمان‌های سنگ‌های رسوبی است.
به صورت محلول در آب زیرزمینی وجود دارد.

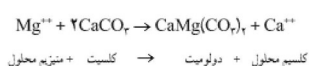
جدول ۷-۱- طبقه‌بندی ذرات رسوبی برای سنگ‌های رسوبی آواری

سنگ‌های رسوبی آواری	رسوبات (نایب‌سته)	ذرات	اندازه ذرات (میلیمتر)
کنگولمر (ذرات گرد) یا برش (ذرات زاویه‌دار)	دانه درشت	درشت سنگ قلوه سنگ ریگ شن	> 256 $64-256$ $4-64$ $2-4$
ماسه سنگ	دانه متوسط	ماسه	$\frac{1}{16} - 2$
سبیل سنگ گل‌سنگ شیل	دانه ریز	سبیل سبیل + رس رس	$\frac{1}{256} - \frac{1}{16}$ $< \frac{1}{256}$



- تشکیل زغال سنگ از رسوبات مردابی، مراحل تشکیل این لایه‌ها را شرح دهید.

دولومیت، در اثر عبور محلول‌های غنی از منیزیم از سنگ‌های آهکی، منیزیم جانشین قسمتی از کلسیم شده و دولومیت تشکیل می‌شود. این فرایند جانشینی، باعث تبلور دوباره سنگ‌های آهکی می‌شود:



البته به جز دما، عوامل دیگری هم در مقدار رسوب کربنات کلسیم در آب دخالت دارند. آن جمله می‌توان به آشفته‌گی آب، وجود گیاهان فتوسنتزکننده، عمق و فشار آب اشاره کرد؛ مثلاً آبی که آرام نباشد، CO_2 بیشتری از دست می‌دهد و کربنات کلسیم موجود در آن رسوب می‌کند. کاهش فشار آب هم، CO_2 بیشتر را به هوا می‌فرستد. پس، رسوب کربنات کلسیم در آب‌های کم‌عمق بیشتر از آب‌های عمیق است.

سنگ آهک شیمیایی، در شرایط ویژه‌ای، در خشکی هم تشکیل می‌شود؛ مثلاً در دهانه چشمه‌های آهکی، وقتی آب زیرزمینی به سطح زمین می‌رسد، با محیط کم‌فشار و گرم‌تری روبه‌رو می‌شود و به علت جاری شدن، آشفته‌گی آن افزایش می‌یابد. همه این عوامل، در متصاعد شدن CO_2 و رسوب کربنات کلسیم مؤثرند. سنگ آهک پر حفره و شیری‌رنگ تراورتن و ستون‌های آهکی درون غارها به همین شکل به وجود می‌آیند. تراورتن به عنوان سنگ‌نما، کف پوش و پله کاربرد زیادی دارد.



۱- سیمان شدگی: سیمان عمده‌ی سنگهای رسوبی شامل کلسیت، دولومیت، کوارتز است.

- ذرات دانه درشت (کنگلوмера، پرش، کوکینا) و متوسط (ماسه‌سنگها) بر اثر سیمان شدن دیاژنز می‌شوند.

۲- متراکم شدن و خشک شدن: به علت فشارهای لایه‌های فوقانی و از دست دادن آب بین فواصل ذرات تراکم و چسبندگی لایه‌ها زیاد می‌شود. - مواد دانه‌ریز مثل: شیل، رس، سیلت، گل‌سنگ که سیمان قدرت نفوذ بین آنها را ندارد. بر اثر متراکم شدن و یا خشک شدن دیاژنز می‌شود.

- متبلور شدن بعضی از سنگهای رسوبی خود یک نوع تشکیل سنگ محسوب می‌شوند.

- ممکن است کانی‌های تازه‌ای متبلور شوند و یا بلورهای موجود درشت‌تر شوند.

- این فرایند در بسیاری از سنگهای آهکی و دولومیتی دیده می‌شود.

۳- تبلور دوباره:

ارزش‌های عملی دیاژنز: دیاژنز مرحله‌ای است که رسوبات نرم و منفصل تبدیل به سنگهای سخت و متصل می‌شود بنابراین در طی این عمل پیدایش منابع پرارزش انرژی (نفت، زغال سنگ و انواع آن) نتیجه دیاژنز است.

دانه ریزند و در آبهای ساکن و بدون تلاطم و در اعماق زیاد تشکیل می‌شوند.

قادر به تشکیل آبخوان نمی‌باشند. فراوان ترین سنگهای رسوبی‌اند.

کانی اصلی آن **رس و میکا** است. حالت ورقه‌ای دارد.

رنگ سیاه شیل‌ها به خاطر تجزیه نشدن ترکیبات کربن‌دار است و در محیط اکسیژن اندک رسوب کرده

است. **شیل سبز دارای اکسید آهنی است که در محیط دارای اکسیژن اندکی رسوب کرده است.**

شیل‌ها:

مخفی بلور است. در سرامیک سازی و چینی سازی کاربرد دارد.

با کربنات کلسیم تولید سیمان پرتلند می‌کند.

از تجزیه شیمیایی فلدسپات (ارتوز) بدست می‌آید.

رس:

نکته: از انواع سنگهای دانه‌ریز سیلت سنگ و گل‌سنگ را می‌توان نام برد. سیلت سنگ از ذرات سیلت که از

رس بزرگتر است درست شده و گل‌سنگ از ذرات رس و سیلت (به طور مساوی) درست شده است.

گل‌سنگ مثل شیل لمس صاف دارد اما توریق پذیر نیست و حالت توده‌ای دارد.



کوارتز

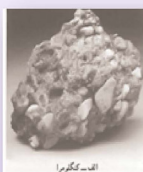
۹۰٪ کوارتز است و سیمان کمی دارد.
جورشدگی و گردشدگی خوبی دارد و رنگ روشنی دارد.
برای تشکیل این سنگ دانه‌ها مسافت زیادی را طی کرده‌اند.

ماسه سنگ‌ها

آرگوز

خاص مناطق خشک است و از تجزیه مکانیکی (فیزیکی) فلدسپات (آرتوز) حاصل می‌شود.
جورشدگی دانه‌ها خوب نیست و دانه‌ها زاویه دارند.
ماسه سنگ فلدسپات دار را گویند. (۲۵٪ فلدسپات دارد)
برای تشکیل این سنگ دانه‌ها مسافت کمی را طی کرده‌اند.

نکته مهم: بیشتر نفت خام جهان در بین ماسه سنگ‌ها ذخیره‌اند زیرا این سنگها بر جفراهند.



الف - کنگومرا

کنگلومرا

از سیمان شدگی ذرات درشت با گردشدگی خوب و جور شدگی بد درست شده است.
محل تشکیل آن رودخانه است.
از ماده‌ی زمینه‌ای رس و کوارتز (سیلیس) درست شده است.
علت گردشدگی خوب جریان‌های سریع و امواج است.



ب - بوش

بوش

از سیمان شدگی ذرات درشت و زاویه‌دار درست شده است و جورشدگی و گردشدگی بد است.
فاصله‌ی حمل آنها کم است. آب زیر زمینی عامل بوجود آورنده آن است.
اغلب از تجمع رسوبات در اثر زمین‌لغزه، یا خرد شدن سنگها در امتداد
سطح گسل‌ها در مرز ورقه‌ها و سیمان شدگی بعدی آنها درست می‌شود.



ج - کوکینا

کوکینا

در دریا تشکیل می‌شود.
بعضی از بی‌مهره‌های دریازی کرینات کلسیم یا سیلیس را از آب دریا جذب
می‌کنند که جدا از مرگ قطعات آن ته نشین می‌شود.
بافت آن شبیه سنگهای آواری است با این تفاوت که از تجمع قطعات سخت موجودات
زنده است.

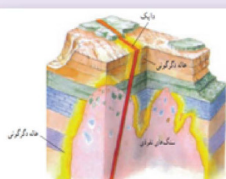
فصل ۸

فرآیند دگرگونی سنگهای دگرگون شده

تعریف دگرگونی: مجموعه فرآیندهایی که باعث تغییر ساختمان و ترکیب کانی‌شناسی سنگها شده و یک سنگ از حالت جامد به سنگ دیگر تبدیل می‌نماید را دگرگونی گویند. در این فرایند کانی‌های سنگ ذوب نمی‌شوند بلکه با حفظ حالت جامد سنگ تغییر می‌کند.



تعریف حد دگرگونی (قلمرو دگرگونی): محدوده‌ای است که سنگها دگرگون می‌شود. این محدوده از پایان دیازنز شروع می‌شود و تا ابتدای ذوب سنگ ادامه دارد. توجه شود این قلمرو نسبی است و بسته به نوع سنگ و دمای ذوب کانی‌های آن تغییر می‌کند.



۱- **مجاورتی** عامل اصلی آن گرمای ماگما یا سیالات فعال در حال چرخش است. فشار در این دگرگونی نقش ندارد. هرچه سنگها از ماگما درو تر باشند آب بیشتری دارند و دگرگونی ضعیف‌تر می‌شود. محدوده‌ی دگرگونی را هاله دگرگونی گویند که در اطراف باتولیت‌ها وسیع‌تر می‌شود.

۲- **ناحیه ای** **دفنی** گرمای ماگما نقشی در این نوع دگرگونی ندارد. عامل اصلی فشار و گرمای درون زمین است که باعث تبلور مجدد کانی‌ها می‌شوند. فشار جهت دار در کار نیست بنابراین سنگها بدون لایه‌اند.

۳- **حرکتی - حرارتی** در مرز ورقه‌های نزدیک شونده که با فرورائش همراه است دیده می‌شود. عامل اصلی آن فشار جهت دار و گرما است. این نوع دگرگونی باعث ایجاد چین‌خوردگی رشته کوه‌ها می‌شود. سنگها با تحمل فشار جهت دار لایه‌دار می‌شوند.

۳- **هیدروترمال** حاصل آب بسیار داغ بر سنگها است. آب داغ یا بخار آب در حین بالا آمدن باعث حل کردن برخی از مواد و تبدیل آنها به چیز دیگر می‌شود. مثلاً تبدیل الیوین و پیروکسن به سرپانتین. این نوع دگرگونی در مرزهای ورقه‌ها و اگر اقیانوسی به هنگام نفوذ آب سرد به داخل سنگهای بازالتی که موجب دگرسانی می‌شود، دیده می‌شود.

تغییر در بافت

اندازه‌ی دانه‌ها

کانی‌های دانه ریز با هم یکی شده و دانه درشت به وجود می‌آورند به این عمل **بلور دوباره** گویند در دگرگونی دفنی شاهد این وضعیت بودید.
گاهی بر اثر نیروها دانه‌های سنگ خرد شده و به انواع ریزتر تبدیل می‌شوند.

شکل دانه‌ها

فشار جهت دار + کانی ورقه‌ای ← **بافت شیستوزیته (فلس مانند)**
فشار جهت دار + کانی غیرورقه‌ای ← **بافت فولیاسیون (نواری)**

۲۷

تغییر در کانی

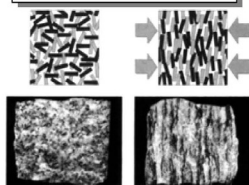
کانی‌ها بدون تغییر در ترکیب شیمیایی رشد می‌کنند مانند **رشد بلور کوارتز در سنگ**
کانی‌ها بدون تغییر در ترکیب شیمیایی بر اثر عوامل دگرگون‌ساز به کانی دیگری تبدیل می‌شوند.

(سیلیکات تیره) اسپینل → الیوین (سیلیکات تیره)
الماس → گرافیت (C)

کانی‌ها با هم واکنش می‌دهند و کانی جدید به وجود می‌آید. (کوارتز + کلسیت = ولستونیت، که نوعی پیروکسن است)

آب (سیال) داغ ترکیب و نوع کانی را عوض می‌کند. → سرپانتین → الیوین
بعضی از کانی‌های آبدار آب خود را از دست می‌دهند. → انیدریت → ژپس

نوارهای تیره در گنیس
بیوتیت است و نوارهای
روشن آن فلدسپات و کوارتز
است



به علت وفور میکا در سطح شیستوزیته، جلای برای آن دارد که وسیله خوبی برای تشخیص آن است. این سنگ‌ها از دگرگونی شیل‌ها در درجات ضعیف بوجود می‌آیند.

طبقه بندی سنگ های دگرگونی

سنگ لوح (اسلیت) → شیل
فیلیت → شیل
شیست → شیل
گنیس → گرانیت / آرکوز

شیستوزیته

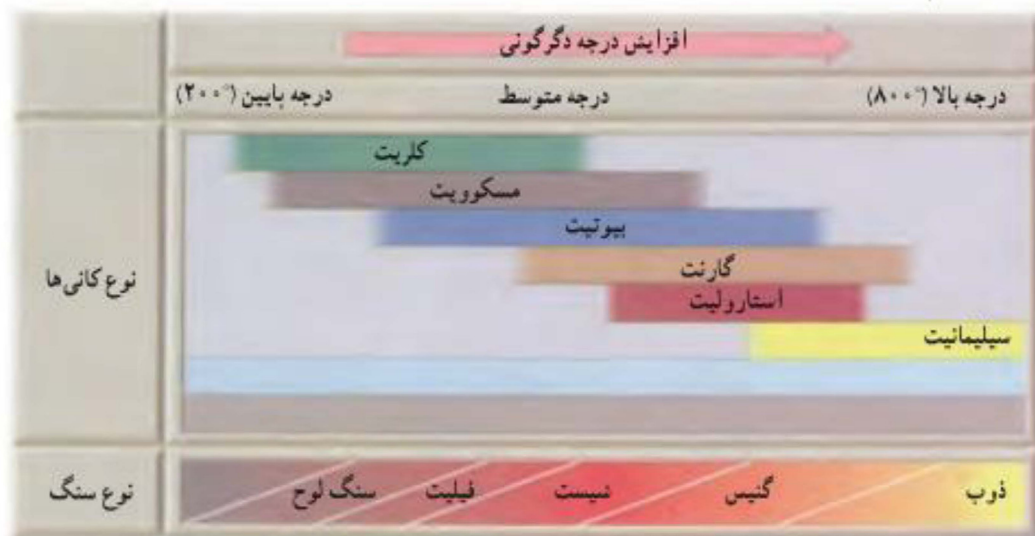
۱- دارای جهت یافتگی

فولیاسیون

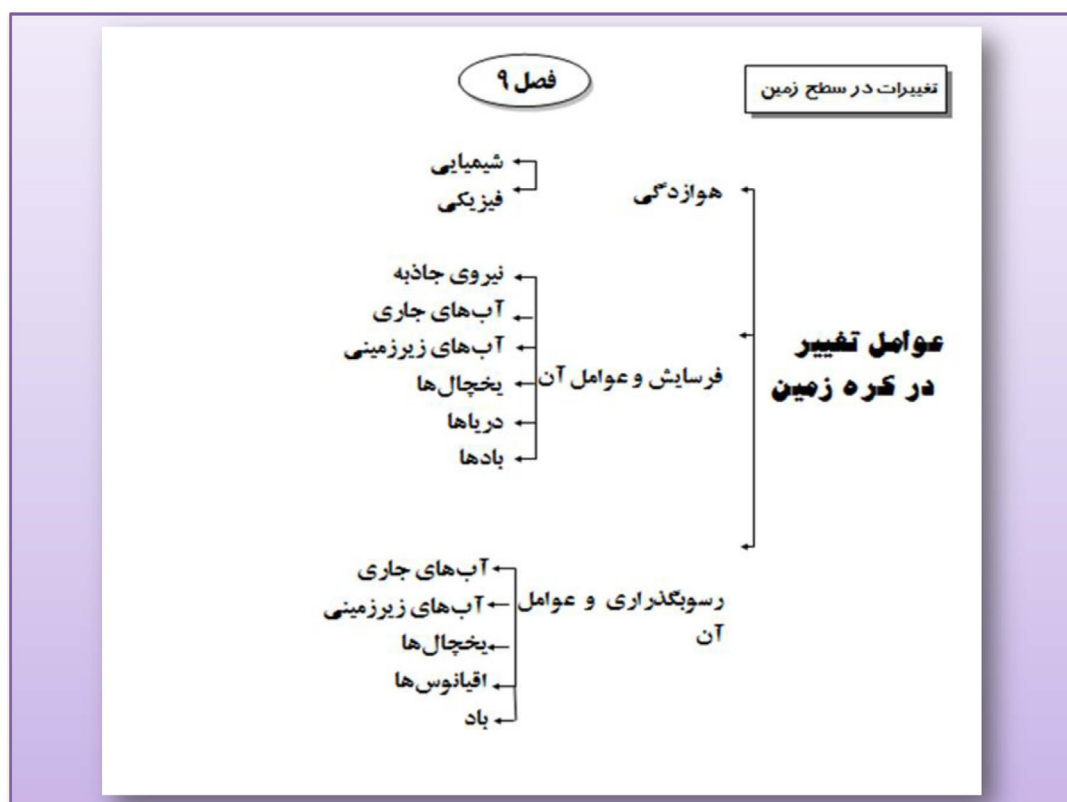
۲- فاقد جهت یافتگی

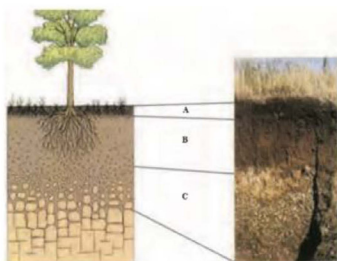
مرمر → سنگ آهک (به علت تک کانی بودن فاقد جهت یافتگی است)
کوارتزیت (سیلیس خالص) → ماسه سنگ (کاربرد در شیشه‌سازی)
هورنفلس → شیل

هورنفلس، سنگ سیاه، تزئینی ودانه ریز است که بافت مضرسی (کنگره مانند) دارد و چون از دگرگونی مجاورتی است و اطراف هاله‌ی دگرگونی دیده می‌شود، جهت یافتگی ندارد.



شکل ۱۰-۸ - تغییراتی که کانی‌های موجود در شیل در درجات مختلف دگرگونی به خود می‌بینند.





شکل ۹-۱ - انبرخ خاک: در خاک کامل، لایه‌های مختلفی را می‌توان مشاهده کرد.



شکل ۹-۱-۱ - بالا رفتن سطح آب‌های با استفاده از سطح سد



شکل ۹-۱-۲ - برعکس در این دو پخشال در این دو تشکیل حوض‌های میانی



شکل ۳-۹ - هوازدگی کانی‌های سیلیکاتی معمولی

