

فصل دوم

منابع معدنی،
زیربنای تمدن و
توسعه صنعتی

همان‌طور که می‌دانید، مبنای اقتصاد در کشورهای مختلف، متفاوت است. زیربنای اقتصاد در کشورهای مختلف می‌تواند صنعت، گردشگری، کشاورزی و ... باشد. **بیشتر بدانیم** مبنای اقتصاد در ایران شامل کشاورزی (۱۰٪)، صنعت (۲۰٪)، نفت (۲۵٪) و خدمات (۴۵٪) است.

طبقه‌بندی منابع معدنی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار داریم:

☞ **منابع فلزی:** آهن، آلومینیوم، منیزیم و ...

☞ **منابع غیرفلزی:** رس، سرامیک، سیمان، زغال سنگ و ...

☞ **مواد نفتی و مشتقات آن‌ها:** بنزین، نفت سفید، گاز و ...

☞ **مواد پتروشیمیایی:** لاستیک، چسب، اسیدها و ...

بیشتر بدانیم صنایع پتروشیمیایی: بخشی از صنایع شیمیایی است که فرآورده‌های شیمیایی را از مواد خام حاصل از نفت یا گاز طبیعی تولید می‌کند.

منابع معدنی در زندگی ما

- ☞ مس موجود در کابل‌های برق
 - ☞ آهن مورد استفاده در ریل راه آهن
 - ☞ پلاتین موجود در تلفن همراه
 - ☞ گرافیت موجود در نوک مداد
 - ☞ خمیردندان و ...
- ☞ منابع معدنی در زندگی روزمره ما کاربردهای فراوانی دارند از جمله

☞ **مراحل دستیابی به منابع معدنی:** شناسایی توسط زمین‌شناسان، استخراج، فرآوری، تبدیل به کالاهای مورد نیاز

غلظت عناصر در پوسته زمین

☞ تعیین غلظت عناصر در پوسته زمین توسط دو زمین‌شناس به نام **کلارک** و **رینگ** وود انجام شد.

☞ اقدامات کلارک و رینگ وود جهت تعیین غلظت عناصر

- ☞ نمونه‌برداری از انواع سنگ‌های مناطق مختلف
- ☞ تعیین ترکیب شیمیایی سنگ‌ها در آزمایشگاه‌های معتبر جهان

☞ این اقدامات به جهت تعیین ترکیب شیمیایی میانگین پوسته زمین، بررسی پراکندگی عناصر در بخش‌های مختلف پوسته، صورت گرفت.

☞ **غلظت کلارک عناصر (غلظت میانگین):** ترکیب شیمیایی میانگین پوسته زمین با عنوان غلظت کلارک عناصر شناخته می‌شود.

عناصر	درصد بر اساس وزن	عناصر	درصد بر اساس وزن
اکسیژن	۴۵/۲۰	تیتانیوم	۰/۸۶
سیلیسیم	۲۷/۲۰	هیدروژن	۰/۱۴
آلومینیوم	۸/۰۰	منگنز	۰/۱۰
آهن	۵/۸۰	فسفر	۰/۱۰
کلسیم	۵/۰۶	مس	۰/۰۰۷
منیزیم	۲/۷۷	سرب	۰/۰۰۱۶
سدیم	۲/۳۲	روی	۰/۰۱۳
پتاسیم	۱/۶۸		

پژوهشگران با اندازه‌گیری مقدار غلظت عناصر در سنگ‌ها و خاک‌های هر منطقه و مقایسه آن با مقادیر غلظت میانگین، به فرایندهای زمین‌شناسی مانند حرکت ورقه‌های سنگ‌کره و تاریخچه تکوین یک منطقه، پی‌می‌برند.

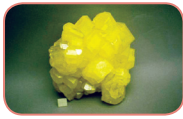
بی‌هنجاری مثبت و منفی: اگر در منطقه‌ای، غلظت عناصر از میانگین کلارک بالاتر باشد، بی‌هنجاری مثبت و اگر کم‌تر باشد، بی‌هنجاری منفی رخ داده است. مثال: جدول زیر، نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگ‌های یک منطقه را نشان می‌دهد. نوع بی‌هنجاری در عناصر را مشخص کنید.

نوع بی‌هنجاری	درصد میانگین	درصد وزنی	عنصر
منفی	۲۷/۲	۱۷	Si
منفی	۵/۸	۵	Fe
مثبت	۵/۰۶	۵/۹	Ca
منفی	۲/۳۲	۱	Na
مثبت	۰/۰۰۷	۰/۷	Cu
مثبت	۰/۰۰۱۶	۲	Pb
مثبت	۰/۰۱۳	۳	Zn
مثبت	۱/۶۸	۱	K

کانی‌ها

کانی‌ها مواد طبیعی، متبلور و جامدی هستند که ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابتی دارند. کانی‌ها از اجتماع اتم‌ها به وجود می‌آیند. از اجتماع کانی‌ها، سنگ‌ها ساخته می‌شوند.

مثال: تعیین کنید کدام یک کانی است؟ چرا؟



گوگرد کانی است.



نفت مایع کانی نیست.



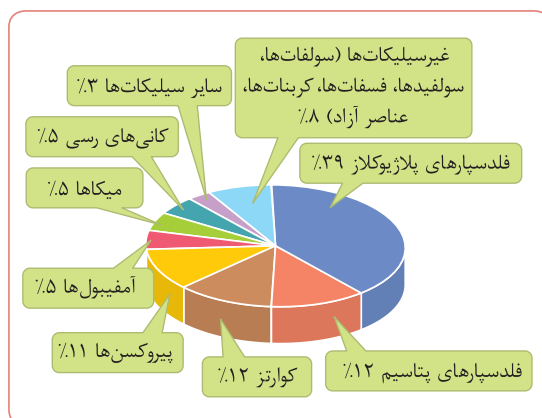
یخ طبیعی جامد، متبلور، ترکیب نسبتاً ثابت کانی است.



نبات مصنوعی کانی نیست.

طبقه‌بندی کانی‌ها بر اساس ترکیب شیمیایی

۹۶ درصد کانی‌های پوسته زمین را تشکیل می‌دهند. در ترکیب خود بنیان سیلیکاتی (SiO_4^{4-}) دارند. بنیان (SiO_4^{4-}) توسط یون‌های مثبت مانند Na, K, Al و ... طوری پیوند داده می‌شوند که واحدهای سازنده بلور در نهایت، بار خنثی خواهند داشت. انواع کانی‌های سیلیکاتی: الیون، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، فلدسپار پتاسیم، فلدسپار پلاژیوکلاز، مسکوویت، کوارتز



فایده بنیان چهاروجهی سیلیکاتی اند. در مقایسه با سیلیکات‌ها به مقدار کم‌تری در سنگ‌های پوسته زمین یافت می‌شوند. در انواع سنگ‌های رسوبی، دگرگونی و آذرین یافت می‌شوند. این گروه از کانی‌ها شامل سولفات‌ها، سولفیدها، فسفات‌ها، کربنات‌ها، اکسیدها و عناصر آزاد مانند مس، طلا و گوگرد هستند. کانی‌ها موارد استفاده گوناگون دارند. برای مثال از کانی‌های رسی برای ساخت سرامیک، کاشی و سفال و از کانی کوارتز در ساخت شیشه استفاده می‌شود.

کانسنگ

کانسنگ یا سنگ معدن از ۲ بخش کانه و باطله تشکیل شده است. کانه: گروهی از کانی‌ها که در آن یک فلز ارزشمند اقتصادی وجود دارد. باطله: موادی در کانسنگ که ارزش اقتصادی قابل توجهی ندارند.

نکته: کانه‌ها می‌توانند به صورت ترکیب چند عنصر یا به صورت آزاد یافت شوند، مانند طلا، نقره و مس.

کانسار: در بخش‌هایی از پوسته زمین، غلظت عناصر در یک منطقه نسبت به غلظت میانگین افزایش می‌یابد و حجم زیادی از یک ماده معدنی در آنجا متمرکز می‌شود. (بی‌هنجاری مثبت)، به طوری که استخراج ماده معدنی از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد، به این مناطق، کانسار می‌گویند.



کالکوپیریت کانه مهم مس

ترکیب شیمیایی	عنصر اقتصادی	کانه
Fe_2O_3	Fe	هماتیت
Fe_3O_4	Fe	مگنتیت
Al_2O_3	Al	بوکسیت
$CuFeS_2$	Cu	کالکوپیریت
PbS	Pb	گالن
$Ca_3(PO_4)_2 (F, Cl, OH)$	P	آپاتیت

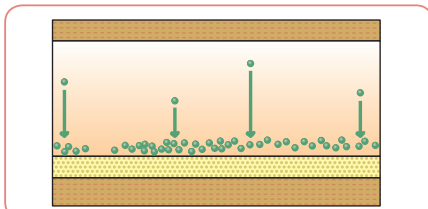
سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی

به مواد معدنی که برای کاربردهای صنعتی یا مصارف روزمره استخراج می‌شوند ولی برخلاف کانه‌ها فلزی نیستند، سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی می‌گویند.

انواع سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی

- شن و ماسه: ساختمان‌سازی
- خاک رس: ساخت آجر یا کاشی و سرامیک
- سنگ‌های ساختمانی: نمای ساختمان‌ها، کفپوش، پله و دیوارها

گاهی بخش غیراقتصادی (باطله) یک کانسنگ به عنوان شن و ماسه در جاده‌سازی استفاده می‌شود.



ته نشست کانسنگ کرومیت (ماگمایی) در کف مخزن ماگمایی

طبقه‌بندی کانسنگ‌ها بر اساس نحوه تشکیل

کانسنگ‌های ماگمایی

با سرد شدن و تبلور ماگما، عناصری که چگالی بالا دارند در بخش زیرین ماگما ته‌نشین می‌شوند و کانسنگ‌هایی مانند کروم، نیکل و پلاتین را می‌سازند.



سنگ پگماتیت

پگماتیت: در صورتی‌که پس از تبلور بخش اعظم ماگما، مقدار آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید و ... فراوان باشد، شرایط را برای رشد بلورهای درشت فراهم می‌کند و سنگ پگماتیت تشکیل می‌شود که کانسار عناصر خاص مانند لیتیم یا کانی‌های گوهری مانند زمرد یا کانی‌های صنعتی مانند مسکوویت می‌باشد.

کانسنگ‌های گرمایی

شیب زمین‌گرمایی: با افزایش هر ۱۰۰ متر عمق، دما در پوسته زمین ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. در قسمت‌های عمیق پوسته، به علت گرمای ناشی از شیب زمین‌گرمایی و یا توده‌های مذاب، دمای آب افزایش می‌یابد. آب گرم موجود در مناطق عمیق پوسته باعث انحلال برخی عناصر می‌شود و آن‌ها را در داخل شکستگی‌های سنگ ته‌نشین کرده و رگه‌های معدنی عناصری از جمله مس، سرب، روی، قلع، مولیبدن، طلا و ... را می‌سازند.



کانسنگ رگه‌ای طلا

کانسنگ‌های رسوبی

- سرب و روی موجود در سنگ‌های آهنی
- تبخیر آب دریاها و دریاچه‌ها و ته‌نشینی عناصری مانند
- مس موجود در شیل‌ها و ماسه‌سنگ‌ها
- اورانیوم موجود در ماسه‌سنگ‌ها
- ذخایر پلاستی: جدا کردن کانی‌ها از سنگ‌ها توسط آب‌های روان و ته‌نشینی آن‌ها در مسیر رود
- معدن طلا در رودخانه زرشوران منطقه تخت سلیمان تکاب

اکتشاف معدن

تشکیل ذخایر فلزی و غیرفلزی در برخی از مناطق پوسته رخ می‌دهد.

با آگاهی از اصول تشکیل و عوامل کنترل‌کننده آن‌ها می‌توان ذخایر معدنی را پیدا کرد.

مراحل اکتشاف ذخایر معدنی

پی‌جویی (شناسایی مناطقی که در آن‌ها احتمال وجود ذخایر معدنی وجود دارد).

- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و بازدید صحرایی برای کشف ذخایر متوسطی
- استفاده از روش‌های ژئوفیزیکی (با توجه به ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها) برای کشف ذخایر زیرسطحی و ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها: خواص مغناطیسی، رسانایی الکتریکی، تغییرات میدان گرانش زمین
- حفاری با دستگاه‌های پیشرفته و نمونه‌برداری از عمق تا حدی که ماده معدنی وجود دارد.

مطالعه نمونه‌ها در آزمایشگاه توسط میکروسکوپ و یا دستگاه‌های تجزیه شیمیایی

اهداف بررسی‌های آزمایشگاهی: تعیین عیار فلز، کیفیت ماده معدنی، شناسایی کانی‌های موجود در کانسنگ

تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزارهای مربوط نتیجه تعیین مقدار ذخیره معدن، تعیین عیار میانگین ماده

استخراج معدن و فرآوری ماده معدنی

پس از عملیات اکتشاف در صورت اقتصادی بودن ذخایر عملیات، استخراج آغاز می‌شود.

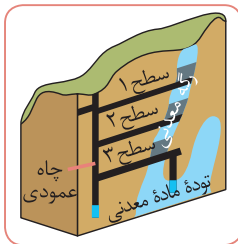
عواملی که سبب استخراج مقرون‌به‌صرفه یک کانسار می‌شود: نسبت بالای کانه به باطله، نوع کانی‌های ارزشمند، پایین بودن هزینه‌های

عملیات استخراج

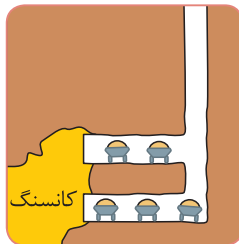
انتخاب روش استخراج کانسنگ‌ها بر اساس

شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی

در پوسته، تعیین می‌شود.



روش زیرزمینی



استخراج ماده معدنی به روش روباز



- انواع روش‌های استخراج کانسنگ‌ها
- روباز
- زیرزمینی

کانه‌آرایی (فرآوری): فرایند جداسازی باطله از کانی‌های مفید اقتصادی در کارخانه‌هایی در کنار معادن انجام می‌شود. محصول نهایی کانه‌آرایی

کنسانتره (محصول نهایی)

برای جداسازی فلز به کارخانه ذوب منتقل می‌شود.

نحوه استفاده از محصول نهایی فرآوری (کنسانتره) به طور مستقیم یا با تغییر اندک در صنعت استفاده می‌شود.

گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

حدود ۴۰۰۰ کانی شناخته شده‌اند؛ از این میان، حدود ۱۰۰ کانی ویژگی‌های لازم یک گوهر را دارند.

ویژگی‌های گوهرها: زیبایی - درخشش - استحکام - سختی بالا - رنگ و کمیاب بودن

- مهم‌ترین خواص گوهرها
- سختی
- رنگ
- درخشش

گوهرها توسط فرایندهای ماگمایی، گرمایی یا دگرگونی به وجود می‌آیند.

نام کانی	مشخصات	تصاویر
کریزوبریل (چشم گربه)	درخشش اپالی	
اپال	درخشش رنگین‌کمانی گوهر سیلیسی	
الماس	بی‌رنگ ترکیب کربن خالص شرایط تشکیل: در فشار بسیار زیاد در گوشته استفاده در جواهرسازی و ساینده‌ها	
یاقوت	نوعی کانی کربنوم به رنگ‌های سرخ و آبی (کیود) سخت‌ترین ماده پس از الماس	
زمرد	سیلیکات بریل (حاوی عنصر Be) معروف‌ترین و گران‌ترین آن سبز رنگ است.	
گارنت	نوعی کانی سیلیکاتی به رنگ‌های سبز، قرمز، زرد، نارنجی معروف‌ترین رنگ: قرمز تیره	
عقیق	کوارتز با رنگ‌های مختلف کانی نیمه‌قیمتی؛ در نقاط بسیاری در ایران یافت می‌شود.	
زبرجد	نوعی کانی سیلیکاتی نام علمی آن الیوین است. الیوین به رنگ سبز زیتونی و شفاف و خوش‌رنگ را زبرجد می‌گویند.	
فیروزه	گوهر باستانی ایران اولین بار در نیشابور یافت شد. نام علمی آن تورکوایز است.	

سوخت‌های فسیلی

سوخت‌های فسیلی در بیشتر کشورهای جهان، منابع اصلی تولید انرژی هستند.

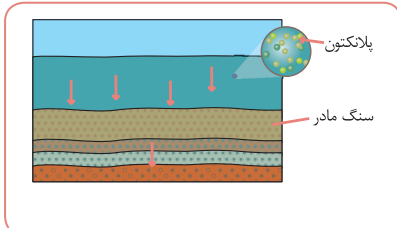
سوخت‌های فسیلی حاصل تجزیه مواد آلی گیاهی یا جانوری هستند که در سنگ‌های رسوبی ذخیره شده‌اند.

نفت و گاز

نفت و گاز هیدروکربن‌هایی هستند که به طور طبیعی، به صورت مایع، گاز و نیمه‌جامد در زمین وجود دارند.

- محیط دریایی کم‌عمق (کم‌تر از ۲۰۰ متر) به جهت رسوب سریع جانداران و عدم اکسایش آن‌ها
- وجود جاندارانی مانند پلانکتون‌ها و باکتری‌ها
- ماده اصلی تشکیل‌دهنده نفت
- وجود رسوبات دانه‌ریز در محیط
- جهت حفظ بقایای موجودات و جلوگیری از اکسایش آن‌ها

🔹 **سنگ مادر (سنگ منشأ):** رسوبات دانه ریز همراه با بقایای موجودات، رسوب کرده و تحت فشار به سنگی تبدیل می‌شوند که سنگ مادر نامیده می‌شود.

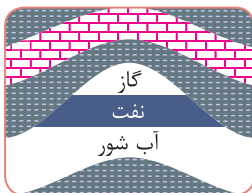


تشکیل ذخایر نفت و گاز در محیط‌های دریایی

🔹 **مهم‌ترین عوامل در تشکیل ذخایر نفتی:** افزایش دما و فشار

🔹 در صورت افزایش دما و فشار، نفت غلیظ شده و چگالی آن بالا می‌رود ➡ استخراج آن مشکل و پرهزینه می‌شود.

🔹 **مهاجرت اولیه نفت:** نفت و گاز موجود در سنگ مادر همراه با آب دریا که در سنگ مادر به دام افتاده است، از طریق **تخلخل** سنگ‌ها به سمت بالا حرکت می‌کند، که به آن مهاجرت اولیه نفت می‌گویند.



مهاجرت ثانویه نفت

🔹 **نکته:** مهاجرت اولیه از سنگ مادر انجام می‌شود.

🔹 **مهاجرت ثانویه:** پس از تجمع آب و نفت در داخل سنگ مخزن به دلیل **اختلاف چگالی** آب شور، نفت و گاز سه لایه مجزا تشکیل می‌دهند که این عمل را مهاجرت ثانویه می‌گویند.

🔹 **نکته:** مهاجرت ثانویه در داخل سنگ مخزن انجام می‌شود.

➡ وجود سنگ مخزن مناسب با **تخلخل** و **نفوذپذیری** بالا ➡ مانند ماسه‌سنگ و سنگ آهک
 ➡ وجود سنگ **نفوذناپذیر** روی سنگ مخزن ➡ به عنوان مانع جهت جلوگیری از حرکت نفت به سمت سطح زمین
 ➡ شکل هندسی مناسب جهت انباشته شدن نفت

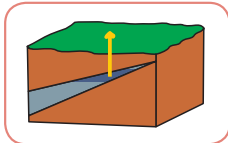
مشخصات یک نفت‌گیر (تله نفتی)

🔹 **چشمه‌های نفتی:** در صورتی که مانعی در مسیر حرکت نفت رو به بالا نباشد (عدم وجود پوش سنگ نفوذناپذیر)، مواد نفتی به سطح زمین راه پیدا کرده و چشمه‌های نفتی را به وجود می‌آورند.

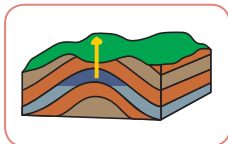
🔹 **قیر طبیعی:** پس از خروج نفت به صورت چشمه‌های نفتی، نفت در سطح زمین **تبخیر** شده و گاهی دچار **اکسایش** و **غلیظشدگی** می‌شود و ذخایر قیر طبیعی به وجود می‌آیند، مانند استان‌های خوزستان و ایلام.

🔹 ۹۹/۹ درصد نفت تولید شده در طول تاریخ به سطح زمین رسیده و از بین رفته است و ۰/۱ درصد آن همه ذخایر نفت موجود را تشکیل داده است.

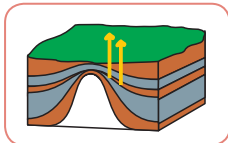
🔹 **انواع تله‌های نفتی**



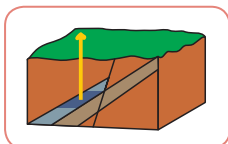
🔹 **نفت‌گیر چینه‌ای** ➡ بر اثر تغییر در سنگ‌شناسی یا سطوح لایه‌بندی به وجود می‌آید.



🔹 **نفت‌گیر تاکدیمی (چین خوردگی)** ➡ تله‌های نفتی ایران بیشتر از این نوع‌اند.

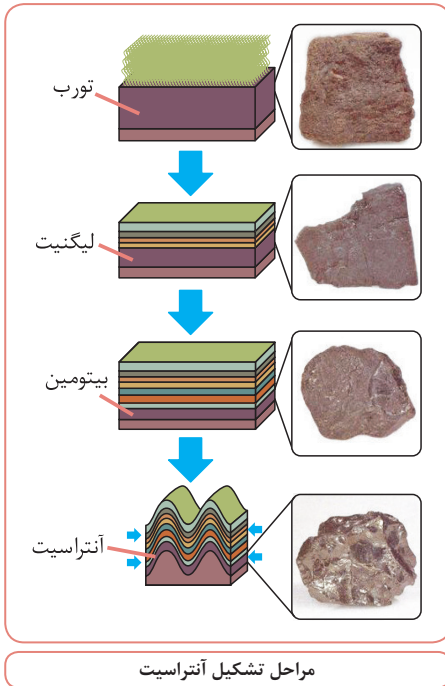


🔹 **نفت‌گیر گنبد نمکی** ➡ در این نفت‌گیرها نفت در سطح فوقانی گنبد تجمع می‌کند.



🔹 **نفت‌گیر گسلی** ➡ در این نفت‌گیرها سطح گسل مانع حرکت نفت‌ها به سطح زمین می‌شود.

زغال سنگ



مشخصات زغال سنگ: سوخت فسیلی جامد است. نوعی سنگ رسوبی متشکل از مواد آلی است. در محیط خشکی به وجود می‌آید. مواد آلی تشکیل دهنده زغال سنگ بیشتر از درختان، بوته‌زارها و چمنزارها حاصل می‌شوند.

شرایط تشکیل زغال سنگ: مواد آلی حاصل از تجمع گیاهان در باتلاق‌ها انباشته و توسط رسوبات پوشیده می‌شوند و به مرور زمان به تورب تبدیل می‌شوند.

مثال: تورب چیست؟

نوعی زغال نارس، ماده‌ای پوک و متخلخل که در مراحل ابتدایی تبدیل بقایای گیاهی به زغال سنگ به وجود می‌آید. در ایرلند تورب به عنوان ماده سوختی بهره‌برداری می‌شود.

مراحل تشکیل انواع زغال سنگ: تورب • لیگنیت • بیتومین • آنتراسیت

تغییرات طی تبدیل تورب به آنتراسیت: افزایش فشار • کاهش آب و مواد فزّار (مانند کربن دی‌اکسید و متان) • افزایش درصد کربن، افزایش کیفیت و توان تولید انرژی زغال سنگ

علم، زندگی، کارآفرینی

سنگ‌شناسی (پترولوژی)

شیوه تشکیل و منشأ سنگ‌های آذرین و دگرگونی مواردی که در این علم بررسی می‌شود

- رده‌بندی و ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی
- فرایندهای دگرگونی، آتشفشانی، نفوذ توده‌های آذرین در درون زمین و حتی در ماه و سیاره‌های دیگر و مناطق زمین‌گرمایی

زمین‌شناسی اقتصادی

زمین‌شناسان متخصص این علم، با بهره‌گیری از مواردی چون: بهره‌گیری از اصول زمین‌شناسی و پراکندگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان‌هایی هستند که در آن ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، آهن، نقره، الماس و ... قرار دارند.

متخصصان این علم، معادن سطح پوسته زمین را شناسایی می‌کنند.

زمین‌شناسی نفت

متخصصان این علم، به بررسی و مطالعه این موارد می‌پردازند

- چگونگی تشکیل نفت
- چگونگی مهاجرت نفت
- مکان‌هایی که نفت می‌تواند در آن جا انباشته شود.
- مکان‌های مناسب از میدان نفتی یا گازی جهت حفاری و استخراج

...پرسش‌های چهارگزینه‌ای...

منابع معدنی در زندگی ما - غلظت عناصر در پوسته زمین

۱- در مورد منابع معدنی و موارد استفاده آن‌ها کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) آهن به دلیل رسانایی بالا و تضمین جریان الکترون‌ها در سیم‌کارت‌ها استفاده می‌شود.
- (۲) پلاتین به دلیل فراوانی و انعطاف‌پذیری بالا در لوازم حساس الکترونیکی کاربرد دارد.
- (۳) مس به دلیل مقاومت بالا در برابر فشارهای وارده در ریل راه‌آهن استفاده می‌شود.
- (۴) کانی کوارتز به‌عنوان ساینده در خمیردندان‌ها استفاده می‌شود.

۲- اقدامات کلارک و رینگ وود منجر به اندازه‌گیری کدام یک از کمیت‌های زیر شد؟

- (۱) غلظت متوسط عناصر در کره زمین
- (۲) ترکیب شیمیایی میانگین پوسته زمین
- (۳) تمرکز غیریکنواخت در بخش‌های مختلف زمین
- (۴) ترکیب شیمیایی سنگ‌های مناطق مختلف زمین

۳- فراوان‌ترین فلز، شبه‌فلز و نافلز در پوسته زمین به ترتیب کدامند؟

- (۱) O - Si - Al
- (۲) C - P - Fe
- (۳) Cu - Ca - Mg
- (۴) O - Ur - Al

۴- کدام گروه از کانی‌های زیر، بیش از ۵۰ درصد عناصر پوسته زمین را شامل می‌شوند؟

- (۱) اکسیژن - آهن
- (۲) آهن - نیکل
- (۳) اکسیژن - سدیم
- (۴) سیلیسیم - آلومینیوم

۵- در کدام گزینه، مقایسه غلظت کلارک عناصر صحیح است؟

- (۱) اکسیژن < آلومینیوم < سیلیسیم
- (۲) آهن < منیزیم < کلسیم
- (۳) آهن < کلسیم < منیزیم
- (۴) تیتانیوم < منیزیم < هیدروژن

۶- در کدام یک از مناطق زیر و در مورد چه عناصری احتمال دارد پی‌جویی‌های اکتشافی به استخراج معدن منجر شود؟

منطقه	غلظت عناصر در منطقه			
	Al	Fe	Pb	Zn
A	۱۸	۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱
B	۸	۳/۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱
C	۶	۱۵/۸	۰/۲۱	۲
D	۰/۵	۵/۵	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۱۵

(۱) Al ← B - Fe ← A

(۲) Fe ← C - Al ← A

(۳) Zn ← C - Fe ← B

(۴) Zn ← B - Pb ← D

۷- با در نظر گرفتن کدام یک از ویژگی‌های زیر، می‌توان گفت یخ یک کانی است؟

- (۱) شکل بلورها ثابت - فراوان بودن - جامد بودن
- (۲) جامد بودن - شفافیت - نداشتن ناخالصی
- (۳) ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابت - نقطه انجماد و رنگ ثابت
- (۴) ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابت - داشتن بلور - طبیعی بودن

۸- با توجه به فراوانی عناصر در پوسته زمین کدام کانی از کانی‌های کمیاب پوسته زمین است؟

- (۱) گالن
- (۲) بوکسیت
- (۳) کوارتز
- (۴) فلدسپات کلسیم

۹- در مورد کانی‌ها و مشخصات آن‌ها، کدام عبارت صحیح نیست؟

- (۱) کانی‌های سیلیکاتی را در انواع سنگ‌ها می‌توان یافت.
- (۲) کانی‌های غیرسیلیکاتی فاقد بنیان $(\text{SiO}_4)^{4-}$ هستند.
- (۳) کانی‌های سیلیکاتی حدود ۹۶ درصد حجم کل کانی‌های زمین را شامل می‌شوند.
- (۴) کانی‌های رسی از دسته کانی‌های غیرسیلیکاتی محسوب می‌شوند.

۱۰- کدام دسته از کانی‌های زیر در ساختار خود بنیان $(\text{SiO}_4)^{4-}$ دارند؟

- (۱) آپاتیت و پیریت
- (۲) باریت و سیلویت
- (۳) الیوین و کوارتز
- (۴) هماتیت و کانی رسی

۱۱- کانی‌های اساسی که در ساخت شیشه و صنعت سفالگری استفاده می‌شود، به ترتیب کدامند؟

(۱) کوارتز - فلدسپار پلاژیوکلاز (۲) کانی رسی - الیون (۳) الیون - فلدسپار (۴) کوارتز - کانی رسی

۱۲- کدام گروه از کانی‌های زیر، ترکیب سولفیدی دارند؟

(۱) مگنتیت و آپاتیت (۲) گالن و بوکسیت (۳) آپاتیت و کالکوپیریت (۴) کالکوپیریت و گالن

۱۳- کدام یک از عبارات‌های زیر، صحیح است؟

(۱) کانی‌های سیلیکاتی با بار منفی در طبیعت وجود دارند. (۳) عنصر اقتصادی بوکسیت، فسفر و کلسیم است. (۲) کانه‌ها همواره به صورت ترکیب یافت می‌شوند. (۴) هماتیت در ترکیب خود بنیان $(\text{SiO}_2)^{4-}$ ندارد.

۱۴- کدام گروه از کانی‌های زیر، همگی اکسیدهای فلزی می‌باشند؟

(۱) کالکوپیریت - آپاتیت - هماتیت (۲) هماتیت - بوکسیت - گالن (۳) هماتیت - مگنتیت - بوکسیت (۴) کالکوپیریت - مگنتیت - بوکسیت

۱۵- تجزیه شیمیایی ۲ نمونه کانه در جدول زیر آمده است. A و B به ترتیب کدام کانه‌ها هستند؟

کانه	عناصر اصلی	عناصر فرعی
A	Cu	Fe - S
B	P - Ca	Cl - F - H - O

(۱) کالکوپیریت - آپاتیت

(۲) کالکوپیریت - بوکسیت

(۳) آپاتیت - هماتیت

(۴) پیریت - آپاتیت

۱۶- خاک‌های حاصل از هوازدگی شیمیایی کدام کانه نیازی به اضافه کردن کودهای شیمیایی آهن دار ندارند؟

(۱) آپاتیت (۲) بوکسیت (۳) کالکوپیریت (۴) هماتیت

۱۷- خاک‌های حاصل از هوازدگی شیمیایی کدام کانه نسبت به بقیه، عناصر بیشتری دارد؟

(۱) بوکسیت (۲) مگنتیت (۳) گالن (۴) آپاتیت

۱۸- در ترکیب شیمیایی $\text{Al}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ (x) به جای x باید کدام یون و با چه تعدادی قرار بگیرد تا یک کانی پایدار به وجود آید؟

(۱) Ca^{2+} (۲) 2Ca^{2+} (۳) OH^- (۴) $4(\text{OH}^-)$

۱۹- کدام کانی نسبت به بقیه در پوسته زمین فراوان تر است؟

(۱) NaCl (۲) KCl (۳) PbS (۴) Al_2O_3

۲۰- با توجه به درصد وزنی کانی‌های پوسته زمین، کدام مقایسه صحیح است؟

(۱) فلدسپار پتاسیم < میکا < کوارتز < پیروکسن (۲) فلدسپار پلاژیوکلاز < کوارتز < آمفیبول < میکا

(۳) کوارتز < میکا < پیروکسن < آمفیبول (۴) میکا < پیروکسن < آمفیبول < کوارتز



۲۱- رگه‌هایی مانند رگه‌های اطراف اتاق ماگمایی شکل زیر، برای تشکیل کدام ماده معدنی مناسب است؟

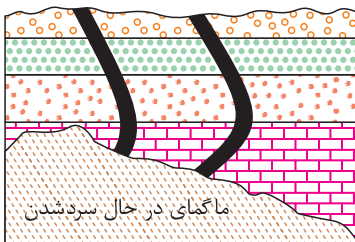
(۱) قلع

(۲) اورانیوم

(۳) تورمالین

(۴) آلومینیوم

(فارج ۹۱)



۲۲- در برخی معادن، ورقه‌های چندین مترمربعی از میکا و بلورهای درشت مسکوویت مشاهده می‌شود. کدام فرایند زمین‌شناسی می‌تواند این بلورهای

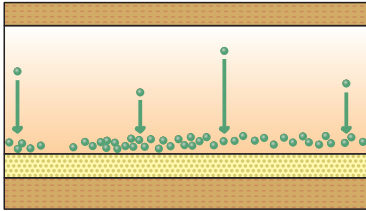
عظیم را به وجود آورد؟

(۱) نفوذ ماگما در میان لایه‌های رسوبی (۲) تأثیر فشار بر کانی‌هایی مانند میکا و مسکوویت

(۳) تأثیر آب و مواد فرار در آخرین مراحل تبلور ماگما (۴) فرورانش ورقه اقیانوسی به زیر ورقه قاره‌ای

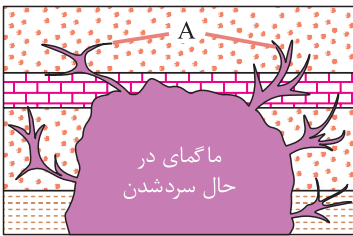
۲۳- کدام عبارت، توصیف مناسب‌تری از کانسار است؟

- (۱) به مجموعه‌ای از یک یا چند کانسنگ مفید و مواد باطله همراه آن تشکیل شده باشد.
- (۲) به محلهایی که بر اثر فرایند شیمیایی خاص، یک کانی خاص تشکیل می‌شود.
- (۳) محلی که یک یا چند کانسنگ از آن استخراج می‌شود.
- (۴) ماده‌ای که می‌توان آن را برای تولید محصولی پرارزش استخراج کرد.



۲۴- سازوکار تشکیل کرومیت در شکل مقابل چیست؟

- (۱) جداسازی عناصر قابل حل توسط محلول‌های گرمایی و تهنشینی آن‌ها
- (۲) تحرک یون‌ها توسط بخار آب و مواد فرار در مراحل آخر تشکیل ماگما
- (۳) تهنشینی عناصر در شکستگی‌ها و حفرات سنگ‌ها توسط آب‌های روان
- (۴) تهنشینی عناصر فلزی به دلیل چگالی بالا در بخش‌های زیرین ماگما



۲۵- احتمال وجود کدام گروه از کانی‌ها در موقعیت A وجود دارد؟

- (۱) لیتیم - زمرد - قلع
- (۲) مولیبدن - روی - طلا
- (۳) تورمالین - سزیم - پلاتین
- (۴) اورانیوم - کروم - جیوه

۲۶- کدام عامل در بزرگ شدن بلورهای پگماتیت‌ها مؤثر بوده است؟

- (۱) فراوانی آب و مواد تبخیری در ماده مذاب
- (۲) فراوانی فلزات سنگین و عناصر کمیاب
- (۳) تحرک یونی کم و کمبود سیالات از جمله آب
- (۴) طولانی بودن زمان تبلور ماگما

۲۷- شکل زیر، یک سنگ آذرین را نشان می‌دهد. وجود کدام دسته از عناصر و کانی‌های زیر در این شکل احتمال بیشتری دارد؟



- (۱) کروم - نیکل - پلاتین
- (۲) طلا - نقره - مس
- (۳) کرومیت - زمرد - طلا
- (۴) لیتیم - زمرد - مسکوویت

۲۸- کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد نحوه تشکیل کانسنگ‌ها صحیح است؟

- (۱) ذخایر پلاسما جزء کانسنگ‌های گرمایی هستند.
- (۲) سرب، روی و اورانیوم در ماسه‌سنگ‌ها یافت می‌شوند.
- (۳) نیکل و پلاتین اغلب به صورت رگه‌های معدنی یافت می‌شوند.
- (۴) ذخایر اورانیوم و مس در ماسه‌سنگ‌ها نیز تشکیل می‌شوند.

۲۹- نحوه تشکیل ذخایر طلا در معدن زرشوران تکاب به چه صورت بوده است؟

- (۱) تهنشینی توسط آب‌های روان در مسیر رودها
- (۲) تهنشینی به دلیل چگالی بالا در محفظه ماگما
- (۳) تهنشینی توسط محلول‌های گرمایی
- (۴) تمرکز این عنصر فلزی بر اثر هوازدگی

۳۰- کدام مورد، عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «سنگ معدن حاوی کانه و باطله‌های مختلفی مانند می‌باشد.»

- (۱) کالکوپیریت - آهن - کوارتز، فلدسپار، میکا
- (۲) آپاتیت - فسفر - سرب، مسکوویت، کوارتز
- (۳) کالکوپیریت - مس - میکا، پیریت، کانی‌های رسی
- (۴) آپاتیت - آلومینیوم - میکا، کوارتز، فلدسپار

۳۱- کدام سنگ برای میزبانی ذخایر سرب و روی مناسب است؟

- (۱) سنگ آهک
- (۲) شیل
- (۳) ماسه‌سنگ
- (۴) پگماتیت

اکتشاف معدن - استخراج معدن و فراوری ماده معدنی

۳۲- تعیین عیار فلز و مقدار ذخیره معدن به ترتیب در کدام یک از مراحل اکتشاف معدن انجام می‌شود؟

- ۱) تجزیه شیمیایی و بررسی‌های آزمایشگاهی - تحلیل داده‌های به دست آمده حین اکتشاف توسط نرم‌افزارهای زمین‌شناسی
- ۲) مطالعه توسط میکروسکوپ در آزمایشگاه - نمونه‌برداری حین بازدیدهای صحرایی
- ۳) بررسی نمونه‌های به دست آمده حین حفاری - تجزیه شیمیایی با ابزارهای آزمایشگاهی و مطالعات میکروسکوپی
- ۴) مطالعات اولیه حین بازدیدهای صحرایی - تحلیل اطلاعات آزمایشگاهی توسط نرم‌افزارهای زمین‌شناسی

۳۳- در حال حاضر، متوسط ذخیره طلای معدن زرشوران ۴ppm برآورد شده است. در هر ۱۰ تن از سنگ معدن طلا در این محل چند گرم طلا وجود دارد؟

- ۴۰ (۱) ۰/۴ (۲) ۲۰ (۳) ۰/۵ (۴)

۳۴- اگر یک تن کانسنگ مس حاوی ۳۰ کیلوگرم مس خالص باشد، عیار آن چند ppm است؟

- ۳ × ۱۰^۲ (۱) ۰/۰۳ (۲) ۳ × ۱۰^۴ (۳) ۰/۳ (۴)

۳۵- در مورد فرایند استخراج معدن، کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) روش استخراج معدن بر اساس شکل و میزان ذخیره ماده معدنی انتخاب می‌شود.
- ۲) کانه‌آرایی در کارخانه ذوب و نزدیک مکان‌های استفاده فلزات انجام می‌شود.
- ۳) توده‌های معدنی که در زمین به صورت عمودی قرار دارند، به روش زیرزمینی استخراج می‌شوند.
- ۴) جداسازی فلز از کنسانتره در کارخانه‌هایی در کنار معادن انجام می‌شود.

۳۶- ژئوفیزیکدان‌ها در یافتن ذخایر زیرسطحی، از کدام خصوصیت سنگ‌ها استفاده نمی‌کنند؟

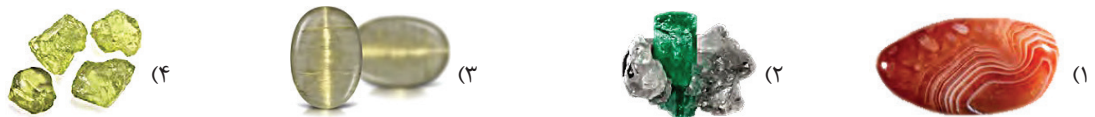
- ۱) بررسی مغناطیسی ۲) مطالعه شدت گرانش ۳) رسانایی الکتریکی ۴) بررسی نقطه ذوب کانی‌های مختلف

گوهرها، زیبایی شگفت‌انگیز دنیای کانی‌ها

۳۷- بر اساس جدول مقابل، نام کانی‌ها، به ترتیب حروف از راست به چپ، کدام است؟

- ۱) اپال - زبرجد - زمرد - الماس
- ۲) کریزوبریل - یاقوت - زبرجد - اپال
- ۳) گارنت - اپال - زمرد - اپال
- ۴) کریزوبریل - عقیق - زمرد - الماس

۳۸- کدام یک از تصاویر زیر، از انواع کوارتز به حساب می‌آید؟



۳۹- کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

- ۱) برلیان نوعی الماس و سخت‌ترین کانی موجود در طبیعت است.
- ۲) مهم‌ترین خواص گوهرها، زیبایی، رنگ و کمیاب بودن آنهاست.
- ۳) کانی تورکوایز به دلیل بازی رنگ به چشم گربه معروف است.
- ۴) گارنت از کانی‌های سیلیکاتی است و معروف‌ترین رنگ آن، قرمز تیره است.

۴۰- از کانی‌های نام برده در زیر، چند کانی ویژگی‌های گوهرها را دارند؟

- | | | | |
|-------------|---------|-----------|---------|
| الف) عقیق | ب) ژیبس | ج) هماتیت | د) گالن |
| ه) تورکوایز | و) زمرد | ز) گارنت | |
| ۴ (۱) | ۳ (۲) | ۲ (۳) | ۵ (۴) |

۴۱- کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) یاقوت نوعی کزندوم قرمز و خوش‌رنگ است.
- ۲) تورکوایز نوعی کوارتز به رنگ آبی فیروزه‌ای است.
- ۳) عقیق از کانی‌های گران‌قیمت است که اطراف نیشابور یافت می‌شود.
- ۴) زمرد نوعی سیلیکات است که گران‌ترین آن به رنگ آبی یافت می‌شود.

۴۲- در میان گوهرها پس از الماس سخت ترین کانی است.

- (۱) عقیق (۲) گارنت (۳) زمرد (۴) یاقوت

۴۳- کدام گزینه مشخصات کانی مقابل را صحیح بیان می‌کند؟

- (۱) از انواع الیومین که شفاف و خوش‌رنگ است.
 (۲) گوهر باستانی ایران که نام دیگر آن تورکوایز است.
 (۳) ترکیب شیمیایی آن کربن خالص بوده و از سخت‌ترین کانی‌هاست.
 (۴) در اطراف نیشابور یافت شده و نوعی کوارتز است.



۴۴- کدام یک از کانی‌های زیر را نمی‌توان به عنوان ساینده استفاده کرد؟

- (۱) الماس (۲) ژیپس (۳) گارنت (۴) کزندوم

۴۵- الماس یک گوهر با و برلیان می‌باشد.

- (۱) جلای الماسی - نوعی تراش خاص در گوهرها
 (۲) ترکیب کربن خالص - نوع فشار و دمای بالای الماس
 (۳) ظاهری بی‌رنگ - نوع درشت و شفاف الماس
 (۴) ناخالصی ناچیز - نوع شفاف و خالص الماس

سوخت‌های فسیلی، نفت و گاز

۴۶- کدام عبارت ویژگی‌های یک نفت‌گیر را بهتر معرفی می‌کند؟

- (۱) شکل هندسی مناسب، پوش سنگ غیرقابل نفوذ، سنگ مخزنی با تخلخل و قابلیت نفوذ خوب
 (۲) سنگی با دانه‌بندی ریز، تخلخل بالا، قابلیت نفوذ خوب که در میان دو لایه نفوذناپذیر به دام افتاده باشد.
 (۳) شکل مناسب به همراه سنگی دانه‌ریز و تحت فشار که در میان ردیف‌های نفوذپذیر و گنبد نمکی به دام افتاده باشد.
 (۴) سنگ مخزن طبیعی با شکلی مناسب و فضای خالی بزرگ که اطراف آن را پوش سنگ نفوذناپذیری در برگرفته باشد.

(دافل ۹۴)

۴۷- مهاجرت ثانویه نفت خام در کدام محل انجام می‌شود؟

- (۱) داخل سنگ مادر (۲) داخل سنگ مخزن (۳) بین سنگ مادر و سنگ مخزن (۴) از سنگ مادر تا زیرپوش سنگ

(فارج ۹۲)

۴۸- مهم‌ترین عامل حفظ بقایای موجودات نفت‌ساز در یک حوضه رسوب‌گذاری کدام است؟

- (۱) سنگ مخزن مناسبی با تخلخل و نفوذپذیری خوب و یک پوش سنگ مناسب
 (۲) متراکم شدن بقایای موجودات نفت‌ساز بر اثر فشار مؤثر لجن‌ها و خروج گازها
 (۳) رسوبات دانه‌ریزی که همراه بقایای موجودات نفت ساز رسوب می‌کنند.
 (۴) باکتری‌های غیرهوازی که سبب باقی ماندن اسیدهای چرب و خروج گازها می‌شوند.

(دافل ۹۰)

۴۹- در تبدیل مواد آلی به نفت، کدام یک نقش مهم‌تری دارد؟

- (۱) باکتری‌های غیرهوازی (۲) فشار لایه‌های بالایی (۳) محیط بدون اکسیژن (۴) رسوبات دانه‌ریز

۵۰- درجه تخلخل گرانیت، ماسه‌سنگ، آبرفت و شیل به ترتیب ۱۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ درصد است، کدام یک مخزن خوبی برای نفت محسوب می‌شود؟

- (۱) آبرفت (۲) شیل (۳) گرانیت (۴) ماسه‌سنگ

۵۱- تله‌های نفتی عموماً از کدام جنس‌اند؟

- (۱) آهک و ماسه‌سنگ (۲) شیل و گچ (۳) کلسیت و آهک (۴) ماسه‌سنگ و سنگ آهک

۵۲- ترتیب قرار گرفتن قسمت‌های مختلف مخزن نفت از پایین به بالا عبارت است از:

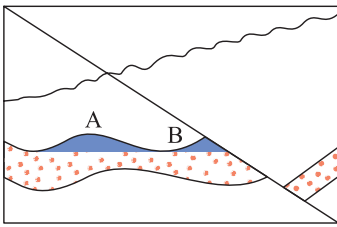
- (۱) نفت، گاز، آب شور (۲) آب شور، نفت، گاز (۳) گاز، نفت، آب شور (۴) گاز، آب شور، نفت

۵۳- کدام یک از موارد زیر در فرایند تشکیل نفت مهم‌تر هستند؟

- (۱) زمان طولانی و حرارت بالا (۲) زمان طولانی و حرارت کم (۳) زمان کوتاه و حرارت کم (۴) فشار بالا و زمان کوتاه

۵۴- سنگ‌های مخزن چه نوع سنگ‌هایی هستند؟

- (۱) سنگ‌های متخلخل و نفوذپذیر (۲) سنگ‌های آهکی درز و شکاف‌دار
 (۳) شیل‌های آهکی متورق و شکاف‌دار (۴) ماسه‌سنگ‌های درشت و متخلخل



۵۵- در شکل مقابل، نوع نفت‌گیر A کدام است؟

- (۱) ناقديسی
- (۲) گسلي
- (۳) چينه‌ای
- (۴) گنبد نمکی

۵۶- مهاجرت ثانویه نفت کجا صورت می‌گیرد؟

- (۱) در سنگ نفوذپذیر
- (۲) در سنگ مادر
- (۳) از سنگ نفوذپذیر به سنگ مادر (۴) از سنگ مادر به سنگ مخزن

۵۷- در چه صورت شیل می‌تواند به عنوان سنگ مخزن خوب ایفای نقش کند؟

- (۱) داشتن درز و شکستگی
- (۲) غنی بودن از مواد آلی
- (۳) پوشیده شدن توسط پوش سنگ مناسب
- (۴) چین خوردگی و پوشش توسط پوش سنگ

۵۸- با توجه به انواع تله‌های نفتی، مشخص کنید در ایران تله‌های نفتی بیشتر از کدام نوع هستند؟



۵۹- تله‌های نفتی ایران اغلب حاصل عملکرد کدام نوع نیروهای خارجی است؟

- (۱) کششی
- (۲) فشاری
- (۳) برشی
- (۴) عمودی

۶۰- کدام توضیح در مورد چشمه‌های نفتی مناسب‌تر است؟

- (۱) حدود ۹۹/۹ درصد نفت تشکیل شده در طول تاریخ زمین که به صورت چشمه‌های نفتی در سطح زمین ظاهر شده‌اند.
- (۲) در صورت وجود شیل و گچ روی سنگ مخزن، چشمه‌های نفتی تشکیل می‌شوند.
- (۳) در صورتی که نفت‌گیر از نوع گسلی باشد، نفت به صورت چشمه‌های نفتی به سطح زمین راه پیدا می‌کند.
- (۴) در نفت‌گیرهای چینه‌ای، احتمال تشکیل چشمه‌های نفتی بیشتر است.

۶۱- علت تشکیل ذخایر قیر طبیعی در ایلام و خوزستان کدام است؟

- (۱) عدم وجود پوش سنگ روی سنگ مخزن
- (۲) تبخیر و اکسایش نفت در چشمه‌های نفتی
- (۳) فشار بیش از حد معمول در سنگ مخزن
- (۴) وجود لایه نفوذناپذیر روی سنگ مخزن

سوخت‌های فسیلی. زغال سنگ

۶۲- زغال سنگ‌ها را براساس کدام ویژگی طبقه‌بندی می‌کنند؟

- (۱) کاربرد
- (۲) ترکیب شیمیایی
- (۳) میزان سختی
- (۴) درجه خلوص

۶۳- کدام یک از انواع زغال سنگ‌های نام برده شده وزن حجمی کم‌تری دارند؟

- (۱) تورب
- (۲) لیگنیت
- (۳) بیتومین
- (۴) آنتراسیت

(دافل ۹۳)

۶۴- چرا آب ساکن و گرم مناطق مردابی، برای تشکیل زغال سنگ مناسب است؟

- (۱) رسوب‌گذاری شدید
- (۲) کمبود شدید هوا
- (۳) تجزیه‌کنندگان فراوان
- (۴) کربن دی‌اکسید فراوان

(دافل ۹۴)

۶۵- کدام عوامل سبب می‌شوند تا میزان درصد کربن آنتراسیت بیشتر از میزان درصد کربن تورب باشد؟

- (۱) افزایش تدریجی فشار و گرما
- (۲) باکتری‌های غیرهوازی و فشار
- (۳) افزایش تدریجی گرما و کاهش اکسیژن
- (۴) وزن رسوبات فوقانی و خروج اکسیژن

۶۶- تفاوت شرایط تشکیل نفت و زغال سنگ کدام است؟

- (۱) عمق تشکیل
- (۲) محیط تشکیل
- (۳) وجود اکسیژن
- (۴) نقش باکتری‌های هوازی

۶۷- مقایسه میزان آب و مواد فرار در انواع زغال سنگ، در کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) بیتومین < لیگنیت
- (۲) آنتراسیت < لیگنیت
- (۳) لیگنیت < تورب
- (۴) بیتومین < آنتراسیت

۶۸- انرژی حاصل از سوختن کدام نوع زغال سنگ، بیشترین مقدار است؟

- (۱) آنتراسیت (۲) بیتومین (۳) لیگنیت (۴) تورب

۶۹- در مورد نحوه تشکیل زغال سنگ، کدام مورد صحیح است؟

- (۱) تورب نوعی زغال سنگ با درصد بالایی از کربن دی اکسید، متان و آب است.
 (۲) سوختن لیگنیت انرژی بیشتری نسبت به بیتومین ایجاد می کند.
 (۳) زغال سنگ حاصل مدفون شدن بقایای گیاهی در محیط دریایی است.
 (۴) محیط های باتلاقی و مرداب ها با رسوب گذاری گل و لای نقش مهمی در تشکیل زغال سنگ دارند.

۷۰- استخراج نفت از کدام سنگ مخزن نسبت به بقیه پرهزینه تر است؟

- (۱) شیل (۲) ماسه سنگ (۳) آهک (۴) رسوبات آبرفتی

آزمون تکمیلی

۷۱- کدام یافته ها، معمولاً در پژوهش های شاخه پترولوژی به دست می آید؟

- (۱) سنگ های دگرگونی اطراف کوه الوند بر اثر گرمای توده آذرین تشکیل دهنده الوند به وجود آمده اند.
 (۲) عمق توده آذرین الوند بین ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر است.
 (۳) در سنگ های دگرگونی اطراف کوه الوند، گارنت های نیمه قیمتی یافت می شود.
 (۴) گرانیت الوند از سنگ های دگرگون شده اطراف خود، جدیدتر است.

۷۲- قوی ترین منبع تولید کننده انرژی بازتابی از سطح زمین که در سنجش از دور استفاده می شود، کدام است؟

- (۱) پرتوهای خورشید (۲) انرژی زمین گرمایی (۳) پرتوهای حرارتی اجسام (۴) پرتوهای مصنوعی

۷۳- لایه های زغال دار شهرستان طبس، در خراسان جنوبی نشان دهنده چه نوع آب و هوایی در گذشته بوده است؟

- (۱) گرم و مرطوب (۲) گرم و خشک (۳) سرد و خشک (۴) خشک بیابانی

۷۴- تصویر مقابل مربوط به است و در محل انجام می شود.

- (۱) مهاجرت اولیه - سنگ مخزن
 (۲) مهاجرت ثانویه - سنگ مخزن
 (۳) مهاجرت اولیه - سنگ مادر
 (۴) مهاجرت ثانویه - سنگ مادر

۷۵- عنصر سیلیسیم در ترکیب کدام گروه از کانی ها وجود دارد؟

- (۱) عقیق - گارنت - زمرد (۲) یاقوت - عقیق - زمرد (۳) الماس - یاقوت - عقیق (۴) الماس - گارنت - زمرد

۷۶- عنصر کروم از کانسنگ های استخراج می شود.

- (۱) ماگمایی (۲) گرمایی (۳) رسوبی (۴) پلاسما

۷۷- مقدار سختی کدام کانی به مقدار سختی کانی الماس نزدیک تر است؟

- (۱) یاقوت (۲) عقیق (۳) زمرد (۴) آپال

۷۸- به صرفه بودن استخراج مس از معدن سرچشمه، توسط کارشناسان کدام شاخه زمین شناسی بررسی شده است؟

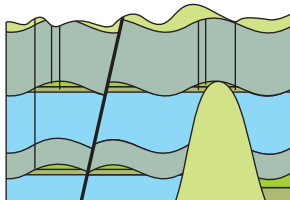
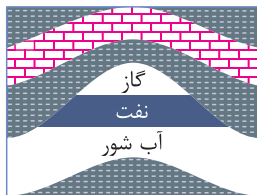
- (۱) اقتصادی (۲) مهندسی (۳) ژئوشیمی (۴) سنگ شناسی

۷۹- در فرایند تشکیل زغال سنگ درصد آب ، متان و کربن می یابد.

- (۱) کاهش - افزایش - کاهش (۲) کاهش - کاهش - کاهش (۳) کاهش - کاهش - افزایش (۴) کاهش - افزایش - کاهش

۸۰- در تصویر مقابل، چند نوع تله نفتی مشاهده می شود؟

- (۱) ۱
 (۲) ۲
 (۳) ۳
 (۴) ۴



(دافل ۹۵)

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای ...

۱ ۴ کانی کوارتز به عنوان ساینده در خمیردندان‌ها استفاده می‌شود.

بررسی گزینه‌های دیگر:

(۱) آهن به دلیل مقاومت بالا در برابر فشارهای وارده، در ریل راه آهن استفاده می‌شود.

(۲) پلاتین در سیم‌کارت‌ها، هدایت الکترون‌ها را بر عهده دارد.

(۳) مس به دلیل رسانایی بالا و انعطاف‌پذیری در کابل‌های برق استفاده می‌شود.

۲ ۲ ترکیب شیمیایی میانگین پوسته زمین به عنوان غلظت کلارک (غلظت میانگین) شناخته می‌شود.

۳ ۱ فراوان‌ترین فلز آلومینیوم (۸ درصد کل عناصر)، فراوان‌ترین شبه فلز سیلیسیم (۲۷/۲ درصد کل عناصر) و فراوان‌ترین غیرفلز اکسیژن (۴۵/۲ درصد کل عناصر) می‌باشند.

۴ ۱ اکسیژن ۴۵/۲ درصد و آهن ۵/۸ درصد عناصر پوسته را تشکیل می‌دهند که در مجموع بیش از ۵۰ درصد کل عناصر موجود در پوسته زمین را شامل می‌شوند.

۵ ۳ آهن ۵/۸ درصد، کلسیم ۵/۰۶ درصد و منیزیم ۲/۷۷ درصد کل عناصر پوسته را تشکیل می‌دهند.

۶ ۲ با توجه به درصد وزنی هریک از عناصر، در منطقه A عنصر آلومینیوم، در منطقه C عناصر آهن، سرب و روی بی‌هنجاری مثبت دارند و در این مناطق در صورت اقتصادی بودن ذخایر می‌توان عناصر را استخراج کرد.

۷ ۴ کانی‌ها، مواد طبیعی، متبلور، جامد و با ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابت می‌باشند.

۸ ۱ ترکیب شیمیایی گالن، PbS (سولفید سرب) است، از آن جایی که درصد عنصر سرب در پوسته ۰/۰۱۶ درصد است این کانی از ترکیبات کمیاب محسوب می‌شود.

۹ ۳ کانی‌های سیلیکاتی حدود ۹۶ درصد کانی‌های پوسته زمین را شامل می‌شوند.

۱۰ ۳ البوین و کوارتز از دسته سیلیکات‌ها هستند و در ترکیب خود (SiO_4^{4-}) دارند.

بررسی گزینه‌های دیگر:

(۱) آپاتیت (غیرسیلیکات)، فسفات کلسیم با کمی فلوئور یا کلر است. پیریت (غیرسیلیکات) FeS_2 می‌باشد.

(۲) باریت (BaSO_4) و سیلویت (KCl) غیرسیلیکات هستند.

(۴) هماتیت (Fe_2O_3) و کانی رسی نیز از دسته غیرسیلیکات‌ها هستند.

۱۱ ۴ کانی اساسی در ساخت شیشه، سیلیسیم و در صنعت سفالگری کانی رسی می‌باشد.

۱۲ ۴ کالکوپیریت، CuFeS_2 و گالن، PbS هر دو کانی‌های سولفیدی هستند.

۱۳ ۴ هماتیت از دسته غیرسیلیکات‌هاست و در ترکیب خود فاقد بنیان (SiO_4^{4-}) است.

بررسی گزینه‌های دیگر:

(۱) کانی‌های سیلیکاتی در طبیعت بار خنثی دارند و یون‌های منفی (SiO_4^{4-}) توسط عناصر مثبتی مانند Al، K و Na خنثی می‌شوند.

(۲) کانه‌ها ممکن است به صورت ترکیب یا به صورت عنصر آزاد مانند Au، Cu و ... یافت شوند.

(۳) عنصر اقتصادی بوکسیت، Al می‌باشد.

۱۴ ۳ هماتیت (Fe_2O_3)، مگنتیت (Fe_3O_4) و بوکسیت (Al_2O_3) هر سه کانی‌هایی با ترکیب اکسیدی هستند.

۱۵ ۱ کالکوپیریت (CuFeS_2) حاوی عناصر S، Fe، Cu و آپاتیت (فسفات کلسیم) حاوی عناصر P، Ca، Cl و F ... هستند.

۱۶ ۴ هماتیت (Fe_2O_3) حاوی عنصر آهن است و در صورت تجزیه و هوازگی، آهن خاک اضافه خواهد شد.

۱۷ ۴ آپاتیت با فرمول $(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ حاوی عناصر بیشتری نسبت به بقیه کانی‌ها می‌باشد.

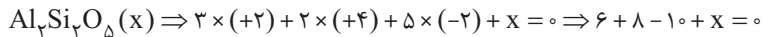
بررسی گزینه‌های دیگر:

(۱) بوکسیت (Al_2O_3) حاوی ۲ عنصر Al و O

(۲) مگنتیت (Fe_3O_4) حاوی دو عنصر Fe و O

(۳) گالن (PbS) حاوی ۲ عنصر Pb و S

۱۸ ۴ کانی‌ها در طبیعت به صورت **خنثی** (بدون بار) یافت می‌شوند.



$$4 + x = 0 \Rightarrow x = -4 \Rightarrow 4(\text{OH}^-)$$

با توجه به بار عناصر موجود (X) باید ۴ بار منفی داشته باشد مانند:

۱۹ ۴ آلومینیوم ۸ درصد کل عناصر پوسته زمین را تشکیل می‌دهد و نسبت به عناصر Na (۲/۲٪)، K (۱/۶۸٪)، Pb (۰/۰۱۶٪) در پوسته زمین فراوان‌تر است.

۲۰ ۲ درصد وزنی کانی‌های پوسته زمین در مقایسه با هم‌دیگر به ترتیب زیر می‌باشد:

کانی رسی > میکا > آمفیبول > پیروکسن > کوارتز > فلدسپارهای پتاسیم > فلدسپارهای پلاژیوکلاز

۲۱ ۱ کانسنگ‌هایی مانند مس، سرب، روی، مولیبدن، قلع و طلا پس از انحلال توسط محلول‌های گرمایی، به شکل **رگه‌های معدنی** در حفرات و شکستگی‌ها متمرکز می‌شوند.

۲۲ ۳ پس از تبلور بخش اعظم ماگما، مقادیر فراوان آب و مواد فرار، مانند کربن دی‌اکسید و متان شرایط را برای رشد **بلورهای درشت** در سنگی به نام **پگماتیت** فراهم می‌کنند، در این سنگ بلورهای درشت مسکوویت، کوارتز، فلدسپار و عناصری مانند لیتیم یا گوهرهایی مانند زمرد یافت می‌شود.

۲۳ ۳ به **محلی** که یک یا چند کانسنگ از آن‌جا استخراج می‌شود، کانسار می‌گویند. توجه کنید در گزینه (۲) این‌که یک کانی خاص تشکیل شود لزوماً ممکن است شرایط کانسنگ را نداشته باشد.

۲۴ ۴ کانسنگ‌های عناصر فلزی مانند کروم، نیکل، پلاتین و ... به دلیل **چگالی بالا** می‌توانند در بخش‌های زیرین ماگما ته‌نشین شوند.

۲۵ ۲ عناصری مانند مولیبدن، روی و طلا می‌توانند توسط محلول‌های گرمایی از سنگ‌های مختلف دچار انحلال شده و در شکستگی‌ها و حفرات متمرکز شوند.

۲۶ ۱ **فراوانی آب و مواد فرار** سبب افزایش تحرک یونی و مهاجرت یون‌ها به سمت مراکز تبلور و تشکیل بلورهای درشت می‌شود.

۲۷ ۴ تصویر مربوط به سنگ پگماتیت است که حاوی بلورهای درشتی مانند **مسکوویت، کوارتز و فلدسپار** یا عناصری مانند **لیتیم** و یا کانی‌های گوهری مانند **زمرد** می‌باشند.

۲۸ ۴ برخی کانسنگ‌های رسوبی بر اثر فعالیت‌های رسوبی و ته‌نشینی توسط آب‌های روان به وجود می‌آیند مانند ذخایر مس موجود در شیل‌ها و ماسه‌سنگ‌ها و **اورانیوم** موجود در ماسه‌سنگ‌ها.

۲۹ ۱ معدن طلای زرشوران متشکل از ذخایر پلاسری است که حاصل ته‌نشینی این عناصر توسط آب‌های روان در مسیر رودهاست.

۳۰ ۳ سنگ معدن کالکوپیریت حاوی کانی مس و باطله‌های مختلفی مانند **کوارتز، فلدسپار، میکا، کانی‌های رسی، پیریت** و ... است.

۳۱ ۱ ذخایر سرب و روی می‌توانند در سنگ‌های آهکی تشکیل شوند.

۳۲ ۱ در مراحل اکتشاف معدن، پس از حفاری، نمونه‌های تهیه‌شده از حفاری برای تعیین **عیار فلز** یا کیفیت ماده معدنی و شناسایی کانی‌های موجود در آزمایشگاه توسط میکروسکوپ و دستگاه‌های تجزیه شیمیایی بررسی می‌شود. به جهت تعیین مقدار ذخیره معدن و عیار میانگین ماده معدنی داده‌های به دست آمده طی مراحل مختلف اکتشاف را با نرم‌افزارهای زمین‌شناسی تحلیل می‌کنند.

۳۳ ۱ ppm (قسمت در میلیون) یعنی مقدار ماده معدنی بر حسب میلی‌گرم در یک کیلوگرم از سنگ معدن، بنابراین می‌توان محاسبه کرد:

کیلوگرم سنگ معدن	میلی‌گرم طلا
۱	۴
۱۰۰۰۰	x

$$x = 40000 \text{ mg} = 40 \text{ gr}$$

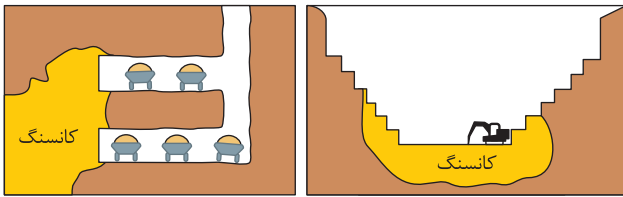
۳۴ ۳ از آن‌جا که میزان ماده معدنی بر حسب ppm میلی‌گرم در یک کیلوگرم از سنگ معدن بیان می‌شود، ۳۰ کیلوگرم را به میلی‌گرم تبدیل می‌کنیم:

کیلوگرم سنگ معدن	میلی‌گرم
۱	x
۱۰۰۰	30×10^6

$$x = 3 \times 10^4 \text{ ppm}$$

۳۵ ۳ در صورتی که پراکندگی ماده معدنی بیشتر به صورت **عمودی** باشد، به روش **زیرزمینی** استخراج می‌شود.

بررسی گزینه‌های دیگر:



گزینه ۱) روش استخراج معدن براساس شکل و چگونگی قرارگیری توده معدنی در پوسته تعیین می‌شود.

گزینه ۲) کانه‌آرایی (فراوری) در کارخانه‌هایی در کنار معادن انجام می‌شود.
گزینه ۴) محصول نهایی (کنسانتره) برای جداسازی فلز، به کارخانه ذوب منتقل می‌شود.

۳۶ ۴ با آگاهی از ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ‌ها مانند خواص کانسنگ، رسانایی الکتریکی سنگ‌ها و تغییرات میدان گرانش زمین به روش‌های ژئوفیزیکی می‌توان ذخایر زیرسطحی را شناسایی کرد.

۳۷ ۱ اپال **♦♦** درخشش رنگین‌کمانی دارد. / زبرجد **♦♦** نوعی الیوین شفاف و خوش‌رنگ است. / زمرد **♦♦** کانی سیلیکاتی بریل است و گران‌ترین آن سبزرنگ است. الماس **♦♦** تحت تأثیر فشار زیاد در گوشه تشکیل می‌شود.

۳۸ ۱ عقیق، کوارتزی با رنگ‌های متنوع است که نوعی کانی نیمه‌قیمتی محسوب می‌شود.

بررسی گزینه‌های دیگر:

۲) زمرد **♦♦** نوعی کانی سیلیکات بریل است که معروف‌ترین آن سبزرنگ است.
۳) کانی کریزوبریل **♦♦** که درخشندگی و بازی با رنگ دارد.
۴) کانی زبرجد **♦♦** نوعی الیوین شفاف و خوش‌رنگ است.

۳۹ ۴ گارنت کانی سیلیکاتی است که معروف‌ترین آن قرمز تیره است.

۴۰ ۱ عقیق، تورکوایز (فیروزه)، زمرد و گارنت از گوهرها محسوب می‌شوند.

۴۱ ۱ کانی کوندوم اگر قرمز و خوش‌رنگ باشد، **یاقوت** نامیده می‌شود.

۴۲ ۴ یاقوت، پس از الماس، سخت‌ترین کانی است.

۴۳ ۲ تصویر مربوط به کانی فیروزه است که گوهر باستانی ایران است، اطراف **نیشابور** یافت می‌شود و نام علمی آن **تورکوایز** است.

۴۴ ۲ ژئیس سختی بسیار پایینی (سختی ۲) دارد، کانی‌های الماس (سختی ۱۰)، گارنت (سختی ۷/۵) و کوندوم (سختی ۹)، در صورتی که ناخالصی داشته باشند یا خوش‌رنگ نباشند به عنوان ساینده استفاده می‌شوند.

۴۵ ۱ الماس یک گوهر با جلای الماسی و برلیان نوع خاصی از تراش در جواهرات است که بهترین بازتاب نور و بیشترین زیبایی را دارد.

نکته: در تراش برلیان زوایا و نوع برش به شکلی تنظیم می‌شود که نور وارد شده به سنگ الماس با صفحات بیشتری از سنگ برخورد کرده و در انتها به چشم ما برسد.

۴۶ ۱ در تشکیل یک نفت‌گیر (۱) سنگ مخزن **نفوذپذیر** (۲) پوش سنگ **نفوذناپذیر** (۳) شکل هندسی مناسب جهت ذخیره نفت لازم است.

۴۷ ۲ مهاجرت ثانویه درون سنگ مخزن صورت می‌گیرد و آب شور، نفت و گاز براساس چگالی در طبقات روی هم قرار می‌گیرند.

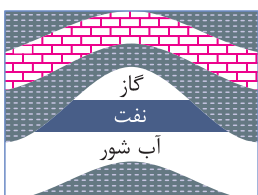
۴۸ ۳ عامل حفظ بقایای موجودات نفت‌ساز در یک حوضه رسوب‌گذاری، رسوبات دانه‌ریزی است که مواد آلی (موجودات نفت‌ساز) را محافظت کرده و مانع ورود اکسیژن و اکسایش آن‌ها می‌شود.

۴۹ ۱ در فرایند تبدیل مواد آلی به هیدروکربن‌ها، نقش اصلی به عهده باکتری‌های غیرهوازی است.

۵۰ ۴ سنگ مخزن نفت غالباً سنگ‌های رسوبی با درجه تخلخل و نفوذپذیری بالا هستند از جمله ماسه سنگ‌ها و سنگ‌های آهکی.

۵۱ ۲ نفت و گاز باید در مسیر حرکت خود رو به بالا و به طرف سطح زمین با موانعی روبه‌رو شوند تا در زیر زمین ذخیره شده و در سطح زمین به هدر نروند، جنس این موانع مانند **شیل** و **گچ**، نفوذناپذیر است.

۵۲ ۲ در مهاجرت ثانویه نفت، در سنگ مخزن براساس **اختلاف چگالی** قسمت‌های مختلف از هم جدا می‌شوند.



۵۳ ۱ در فرایند تشکیل نفت افزایش دما و فشار و گذشت زمان بسیار مهم است.

- ۱ ۵۴ سنگ‌های مخزن نفت سنگ‌هایی هستند که علاوه بر تخلخل مناسب باید نفوذپذیر هم باشند.
- 📌 نکته: نفوذپذیری به ارتباط منافذ موجود در سنگ با هم دیگر می‌گویند.
- ۱ ۵۵ نفت‌گیر A نوعی نفت‌گیر تاکدیمی است، تاکدیس‌ها چین‌خوردگی‌هایی هستند که بر اثر نیروی فشاری در سنگ‌ها به وجود می‌آیند.
- ۱ ۵۶ مهاجرت ثانویه نفت در سنگ مخزن که سنگی نفوذپذیر است انجام می‌شود.
- ۱ ۵۷ شیل نوعی سنگ با تخلخل بالا و نفوذپذیری بسیار کم است زیرا منافذ آن بسیار ریز است و با هم ارتباط ندارند، شیل در صورتی می‌تواند سنگ مخزن خوبی باشد که دارای درز و شکستگی باشد.
- ۲ ۵۸ تله‌های نفتی ایران عمدتاً از نوع تاکدیمی هستند.
- ۲ ۵۹ تله‌های نفتی ایران عمدتاً از نوع تاکدیمی هستند (تاکدیس‌ها چین‌خوردگی‌هایی هستند که بر اثر نیروی فشاری به وجود آمده‌اند).
- ۱ ۶۰ حدود ۹۹/۹ درصد نفت تشکیل شده در طول تاریخ (در صورتی که مانعی سر راه آن‌ها نباشد و پوش سنگ نفوذناپذیری روی سنگ مخزن را نپوشانده باشد) به سطح زمین راه پیدا می‌کنند و چشمه‌های نفتی را تشکیل می‌دهند.
- ۲ ۶۱ در صورتی که نفت موجود در چشمه‌های نفتی در سطح زمین تبخیر شود یا دچار اکسایش و غلیظ‌شدگی شود ذخایر قیر طبیعی به وجود می‌آید.
- ۴ ۶۲ زغال‌سنگ‌ها را بر اساس درجه خلوص (میزان کربن) طبقه‌بندی می‌کنند.
- ۴ ۶۳ انواع زغال سنگ به مرور زمان تحت تأثیر فشار و وزن رسوبات فوقانی آب و مواد فرار خود را از دست می‌دهند و وزن حجمی آن‌ها کاهش می‌یابد. مقایسه وزن حجمی: تورب < لیگنیت < بیتومین < آنتراسیت
- ۲ ۶۴ آب ساکن و گرم مناطق مردابی به علت کمبود اکسیژن محیط مناسبی برای تشکیل زغال سنگ است زیرا در صورت وجود اکسیژن بقایای گیاهان تجزیه خواهد شد.
- ۴ ۶۵ با گذشت زمان، تورب در زیر فشار رسوبات و سنگ‌های بالایی فشرده‌تر شده و آب و مواد فرار مانند کربن دی‌اکسید و متان آن خارج شده و به لیگنیت تبدیل می‌شود.
- ۲ ۶۶ نفت در محیط دریایی کم‌عمق و زغال سنگ در محیط خشکی و بر اثر دفن بقایای درختان و گیاهان مختلف زیر لایه‌های رسوبی به وجود می‌آیند.
- ۴ ۶۷ در طی مراحل مختلف تشکیل انواع زغال سنگ میزان آب و مواد فرار به تدریج کم می‌شود.
- تورب ❖ لیگنیت ❖ بیتومین ❖ آنتراسیت ❖ کاهش میزان آب و مواد فرار (کربن دی‌اکسید، متان) ❖ افزایش درصد خلوص کربن
- ۱ ۶۸ در فرایندهای زغال‌شدگی از تورب تا آنتراسیت تغییرات زیادی رخ می‌دهد و سبب می‌شود با خروج تدریجی آب و مواد فرار، درصد کربن در سنگ حاصل افزایش یابد و کیفیت و توان تولیدی انرژی زغال سنگ بهتر شود.
- ۴ ۶۹ مواد آلی (درختان، بوته‌زارها، چمنزارها) در باتلاق‌ها انباشته و توسط رسوبات پوشیده شده و پس از مدتی به تورب که اولین مرحله از تشکیل زغال سنگ است، تبدیل می‌شوند.
- ۱ ۷۰ شیل‌ها سنگ‌های رسوبی با تخلخل بالا و نفوذپذیری پایین هستند. اگرچه شیل‌های نفتی میزان زیادی از ذخایر نفتی را در خود جای داده‌اند ولی به علت عدم ارتباط منافذ در آن‌ها، استخراج نفت از این سنگ‌ها کار دشواری است.
- ۱ ۷۱ شیوه تشکیل، منشأ رده‌بندی و ترکیب سنگ‌های آذرین و دگرگونی و همچنین فرایندهای دگرگونی، آتش‌فشانی و نفوذ توده‌های آذرین در علم پترولوژی (سنگ شناسی) مطالعه و بررسی می‌شود.
- ۱ ۷۲ در علم سنجش از دور، از انرژی الکترومغناطیس که از سطح زمین تابیده یا بازتابیده شده است، اطلاعاتی از عوارض سطح زمین به دست می‌آید. قوی‌ترین منبع تولیدکننده این انرژی، خورشید است که انرژی الکترومغناطیس را در تمام طول موج‌ها، تابش می‌کند.
- ۱ ۷۳ از آنجایی که زغال سنگ از انباشته شدن مواد آلی چون درختان، بوته‌زارها و چمنزارها در زیر رسوبات به وجود می‌آید، می‌توان گفت محیط تشکیل زغال سنگ در گذشته گرم و مرطوب (مستعد برای رشد گیاهان) بوده است.
- ۲ ۷۴ در سنگ مخزن، نفت و گاز به دلیل چگالی کمتر نسبت به آب از هم جدا شده و مطابق تصویر در طبقات جداگانه قرار می‌گیرند که به این جدایش مهاجرت ثانویه می‌گویند.
- ۱ ۷۵ عقیق، کانی نیمه قیمتی و نوعی کوارتز است که به رنگ‌های مختلف یافت می‌شود.
- گارنت، از کانی‌های سیلیکاتی است که معروف‌ترین آن به رنگ قرمز تیره می‌باشد.
- زمرد، کانی سیلیکات بریل است که معروف‌ترین آن به رنگ سبز دیده می‌شود.
- 📌 الماس، ترکیب کربن خالص و یاقوت (کانی کزندوم) ترکیب اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) دارد.

- ۱ ۷۶ کانسنگ‌های برخی عناصر فلزی مانند کروم از یک ماگمای در حال سرد شدن و به دلیل چگالی بالا در بخش زیرین ماگما ته‌نشین می‌شوند.
- ۱ ۷۷ یاقوت سرخ رنگ که از انواع کربنوم است، بعد از الماس، سخت‌ترین کانی می‌باشد.
- ۱ ۷۸ متخصصان زمین‌شناسی اقتصادی با بهره‌گیری از اصول زمین‌شناسی و پراکندگی عناصر در پوسته زمین، به دنبال مکان‌هایی هستند که در آن‌ها ذخایر معدنی ارزشمند مانند مس، طلا، آهن و ... قرار دارند.
- ۳ ۷۹ در فرایند تشکیل زغال سنگ، آب و مواد فراری مانند کربن دی‌اکسید و متان از آن خارج شده و درصد کربن، کیفیت و توان تولید انرژی زغال سنگ افزایش می‌یابد.
- ۲ ۸۰ در تصویر، یک تله نفتی در بالای گنبد نمکی و یک تله نفتی در مجاورت گسل دیده می‌شود.