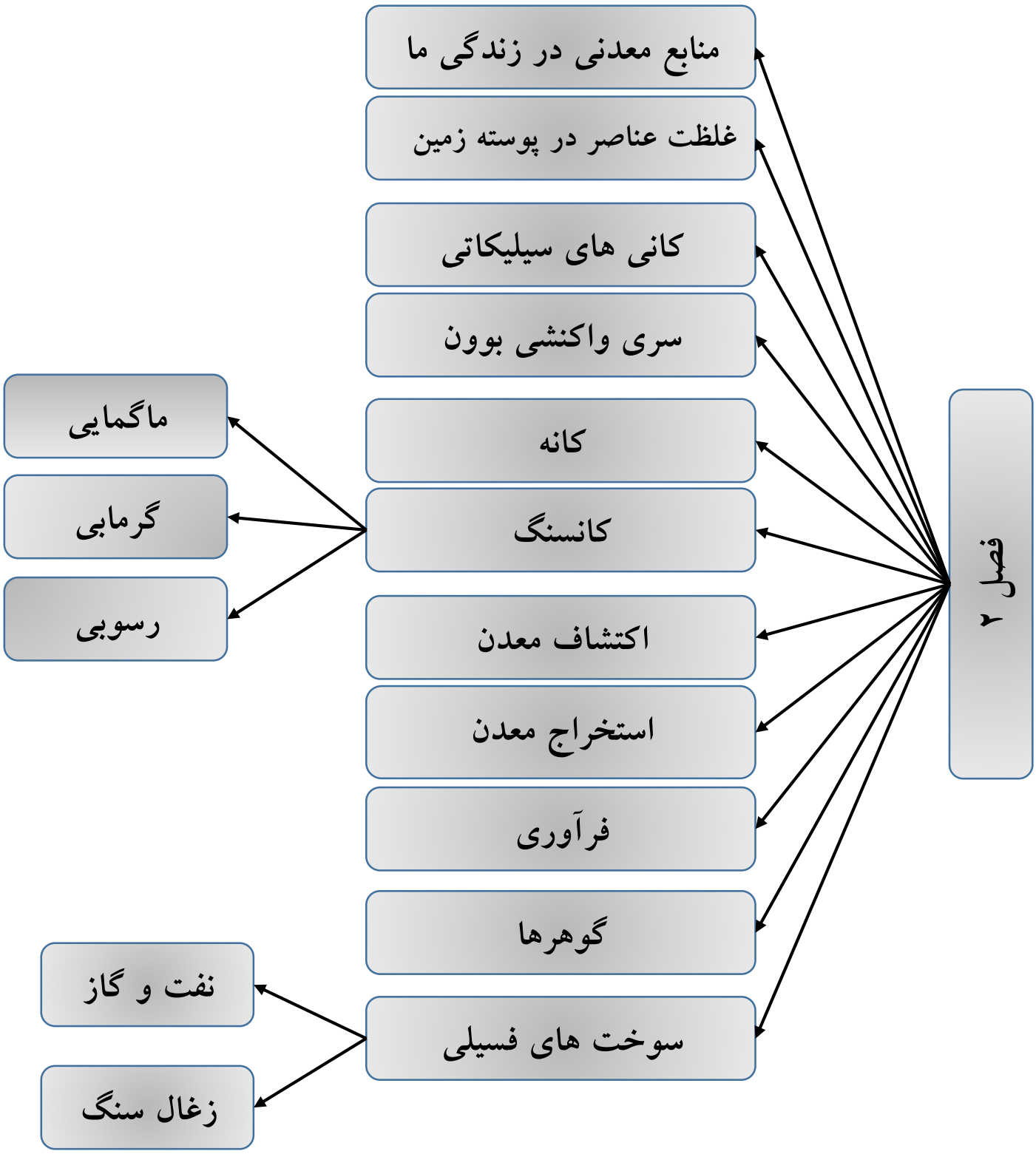
فصل ۲

منابع معدنی و ذخایر انرژی، زیربنای تمدن و توسعه

معدن مس سرچشمه رفسنجان - کرمان

نقشه مفهومی


فصل ۲
منابع معدنی در زندگی ما
غلظت عناصر در پوسته زمین
کانی های سیلیکاتی
سری واکنشی بوون
کانه
کانسنگ
اکتشاف معدن
استخراج معدن
فرآوری
گوهرها
سوخت های فسیلی
ماگمایی
گرمابی
رسوبی
نفت و گاز
زغال سنگ

پیامدهای مورد انتظار از آموزش فعال این فصل

❖ پیامد کلی

- آشنایی با منابع معدنی و اهمیت آنها در زندگی

انتظار می رود دانش آموزان با یادگیری این درس و انجام فعالیت های آن بتوانند:

- با برخی از انواع منابع معدنی آشنا شوند.
- مفهوم غلظت عناصر در پوسته زمین را درک کنند.
- مفهوم کانی و طبقه بندی آن را مرور کنند.
- مفهوم سری واکنشی بوون و علت تشکیل کانیها و سنگ های متفاوت از یک ماگمای واحد را درک کنند.
- با مفهوم کانسنگ و انواع آن آشنا شوند.
- به طور اجمالی فرایند اکتشاف و استخراج منابع معدنی را بشناسند.
- برخی از انواع کانیهای قیمتی و گوهرها را بشناسند.
- با سوخت های فسیلی نفت، گاز و زغال سنگ بیشتر آشنا شوند.

❖ پیامدها و انتظارهای عملکردی

دانش آموزان با درک مفاهیم این فصل می توانند:

- فهرستی از کانی ها و مواد معدنی که در زندگی آنها به کار رفته، تهیه کنند.

- با توجه به سری واکنشی بوون ، نحوه تشکیل کانسنگ ماگمایی را به خوبی شرح دهند.
- گزارشی از انواع کانسنگهای محل زندگی خود تهیه و در کلاس ارائه دهند.
- تفاوت کانی، کانه و کانی صنعتی را بدانند.
- با توجه به اطلاعات خود، تفاوت بین کانسار و معدن را درک نمایند.
- بین مراحل اکتشاف و مراحل استخراج معدن، تمایز قائل شوند.
- برخی از انواع کانیهای قیمتی و گوهرها را شناسایی کنند.
- درباره نحوه تشکیل سوختهای فسیلی نفت، گاز و زغال سنگ توضیح دهند.
- ماکتی از نحوه استخراج روباز و زیر زمینی بسازند.

توصیه ها و پیشنهادهای آموزشی

توصیه می شود در آموزش این فصل از ابزارهای آموزشی مناسب مانند موارد زیر استفاده شود:

- تصویر کانیها، جواهرات، معادن ، مراحل اکتشاف و استخراج
- فیلم های کوتاه آموزشی
- نمونه هایی از کانی ها و کانسنگ
- ماکت سه بعدی مدل استخراج روباز و زیرزمینی
- فیلم استخراج نفت
- انیمیشن مراحل تشکیل کانسنگها

- تهیه پوستر و انیمیشن از مباحث مختلف درس
- معرفی کتاب و سایت های علمی
- بازدید علمی از معادن، پالایشگاه ها و موزه سنگها و جواهرات.

بودجه بندی : چهار جلسه

❖ **پیش دانسته ها :**

کتاب علوم هشتم فصل کانی ها، سنگها و هوازدگی

دانستنیهای معلم

سری واکنشی بوون

مهمترین مفهوم سری واکنش بوون، توجه به روابط بین کانی ها و دما است. نورمن ال. بوون (۱۸۸۷-۱۹۵۶) سنگ های آذرین را مطالعه کرد و متوجه شد که در این سنگ ها، کانی‌های خاصی همیشه با هم دیده می شوند. او کنجکاو بود که علت آن را دریابد و با در نظر گرفتن این فرضیه که دمای سرد شدن سنگ‌ها، بی ارتباط با موضوع نیست، آزمایش‌هایی را روی سنگ‌های آذرین انجام داد.

سنگ‌ها را به پودر تبدیل کرد و سپس پودرها را در کپسول‌های فلزی، تا دماهای مختلف گرم و سپس سرد کرد. پس از سرد شدن، بلورهای تشکیل شده درون کپسول ها را زیر میکروسکوپ پتروگرافی مطالعه کرد.

نتایج آزمایش‌های فراوانی که در دماهای مختلف در طی چندین سال انجام شد، نشان داد که کانی‌های آذرین رایج، در دماهای مختلفی از ماگما متبلور می‌شوند. او همچنین مشاهده کرد که کانی‌هایی دریک سنگ، همراه هم دیده می شوند که در محدوده دمایی مشابه متبلور می گردند و هرگز با کانی‌های دیگری که دمای تشکیل آنها متفاوت است، همراه نمی‌شوند. این شواهد می توانست تفاوت اصلی سنگ های آذرین مافیک و فلسیک را توضیح دهد. سنگ های آذرین مافیک حاوی کانی های مافیک بیشتری هستند

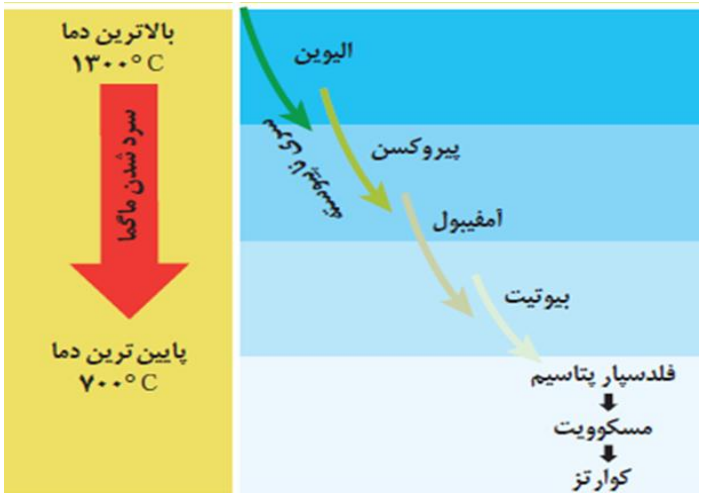
و بنابراین در دماهای بالاتر نسبت به سنگ های آذرین فلسیک متبلور می شوند. این موضوع در جریان های گدازه ای نیز دیده می شود، هنگام فوران، گدازه های فلسیک صدها درجه سردتر از همتایان مافیک خود هستند. کار بوون، پایه و اساس سنگ‌شناسی آذرین (مطالعه سنگ‌ها) را پایه‌گذاری کرد و منجر به چاپ کتاب او به نام تکامل سنگ‌های آذرین در سال ۱۹۲۸ شد.

سری واکنشی بوون به دو شاخه پیوسته (کانی های فلسیک : فلدسپات ها) و ناپیوسته (کانی های مافیک) تقسیم می شود:

سری واکنشی پیوسته:

بلورهای اولیه در یک ماگما با مایع باقیمانده ، بدون تغییر فاز ناگهانی واکنش می دهند. (تشکیل فلدسپات های پلاژیوکلاز) دراین حالت ابتدا پلاژیوکلاز غنی از کلسیم متبلور می شود، با سرد شدن بیشتر ماگما، پلاژیوکلاز غنی از کلسیم با مذاب واکنش می دهد و به نسبت بیشتری پلاژیوکلاز حاوی سدیم متبلور می شود و کلسیم و سدیم موجود در ماگما مصرف می گردد. پلاژیوکلازی که در این شرایط تشکیل می شود، دارای زون بندی است. یعنی یک هسته غنی از کلسیم به تدریج توسط زون های غنی از سدیم احاطه می شود.

سری واکنشی ناپیوسته:



واکنش بلورهای اولیه با مایع باقیمانده، همراه تغییر فاز ناگهانی است و منجر به تغییر یک کانی به کانی جدید در محدوده دمایی خاص می شود. به عنوان مثال واکنش کانی الیوین با ماگما و تشکیل پیروکسن یا واکنش پیروکسن با ماگما و تشکیل آمفیبول و...

کلارک تمرکز عنصر در کانی:

کلارک تمرکز عنصر در کانی عبارت است از نسبت درصد وزنی آن عنصر در کانی مورد نظر به کلارک آن عنصر در پوسته زمین.

به عنوان مثال:

اگر درصد وزنی عنصر منگنز در کانی پسیلوملان که یک اکسید منگنز است معادل ۴۶/۵۶ درصد باشد با توجه به اینکه کلارک منگنز در پوسته زمین ۰/۱ درصد است، کلارک تمرکز منگنز در کانی پسیلوملان معادل ۴۶۵ می باشد.

$$\text{کلارک غلظت عنصر در کانی} = \frac{\text{درصد وزنی آن عنصر در کانی مورد نظر}}{\text{کلارک عنصر در پوسته زمین}}$$

$$\frac{۴۶/۵۶}{۰/۱} = ۴۶۵$$

$(Ba,H_2O)_2Mn_5O_{10}$
Molecular Weight = 590.03 g

Barium	23.27 %	Ba	25.99 %	BaO
Manganese	46.56 %	Mn	66.89 %	Mn_2O_3
Hydrogen	0.34 %	H	3.05 %	H_2O
Oxygen	29.83 %	O	0.00 %	
	100.00 %		95.93 %	

محاسبه درصد وزنی یک عنصر در کانی

ابتدا با توجه به فرمول کانی، نوع عناصر و تعداد اتم های هر عنصر که به صورت زیروند در کنار هر عنصر در فرمول نوشته شده است را به دست می آوریم.

سپس جرم مولی عناصر به کار رفته در آن کانی را از جدول تناوبی پیدا کرده و یادداشت می نماییم.

برای محاسبه جرم مولی کل ترکیب، جرم مولی هر عنصر در تعداد اتم های آن ضرب کرده و اعداد به دست آمده برای تمام عناصر را با هم جمع می کنیم، عدد حاصله جرم مولی آن کانی یا ترکیب است.

با توجه به فرمول شیمیایی Fe_2O_3 :

- هماتیت حاوی ۲ عدد اتم آهن و ۳ عدد اتم اکسیژن است .
- جرم مولی آهن : ۵۶ و جرم مولی اکسیژن : ۱۶ است.

پس جرم مولی Fe_2O_3 برابر است با :

$$Fe_2O_3 = (۲\times۵۶) + (۳\times۱۶)=۱۶۰ \quad g/mol$$

بنابر این جرم مولی Fe_2O_3 برابر ۱۶۰ گرم بر مول است . جرم مولی آهن در این ترکیب معادل ۱۱۲ گرم است که برای محاسبه درصد آهن در ترکیب مورد نظر، جرم مولی آهن در صد ضرب شده و بر جرم مولی هماتیت تقسیم می گردد پس معادل ۷۰ درصد وزنی هماتیت است.

$$\frac{۱۱۲\times۱۰۰}{۱۶۰} = \%\ ۷۰$$

چرا آهن از هماتیت استحصال می شود اما از پیریت نه ؟

- **محتوای آهن بیشتر:**

هماتیت حاوی درصد بیشتری از آهن (حدود ۷۰ درصد آهن) درمقایسه با پیریت (حدود ۴۶ درصد آهن) است. این باعث می شود هماتیت منبع با تمرکز بالاتر وکارآمدتری از آهن باشد.

- **احیاء آسان تر:**

آهن موجود در هماتیت را می توان به راحتی از طریق فرآیندهای ذوب به آهن فلزی احیاء کرد. احیاء آهن از پیریت چالش برانگیزتر است زیرا نیاز به یک مرحله اضافی برای تبدیل سولفید آهن به اکسید آهن دارد.

- **ناخالصی های کمتر:**

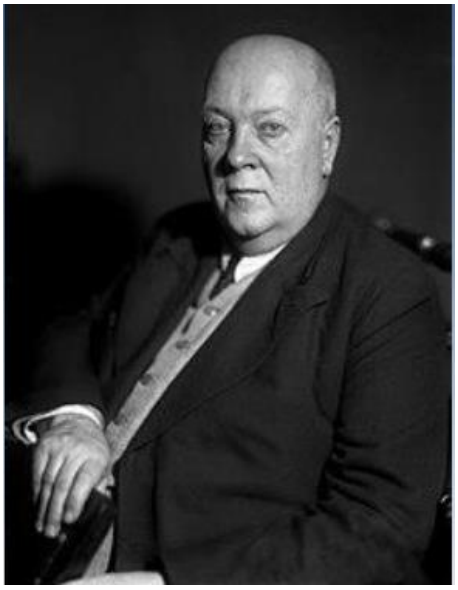
هماتیت به طور کلی حاوی ناخالصی های کمتری در مقایسه با پیریت است که اغلب حاوی گوگرد، آرسنیک و سایر عناصر نامطلوب است. ناخالصی کمتر آهن استخراج شده از هماتیت را برای بسیاری از کاربردها مناسب تر می کند.

- **فراوانی و در دسترس بودن:**

ذخایر هماتیت در مقایسه با ذخایر پیریت بسیار فراوان تر ودر سطح جهانی گسترده تر است. این امر هماتیت را به منبعی در دسترس تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر برای سنگ آهن تبدیل می‌کند.

به طور خلاصه، محتوای آهن بالاتر، فرآیند احیاء آسان‌تر، ناخالصی‌های کمتر و فراوانی بیشتر، هماتیت را به منبع سنگ آهن برتر و پرمصرف‌تری در مقایسه با پیریت برای استخراج آهن صنعتی تبدیل می‌کند.

ناگفته نماند که درحین فرایند تهیه اسید سولفوریک از پیریت، پودری تولید می شود که فاز اصلی آهن دار آن، هماتیت است و حاوی ۳۰ تا ۵۰ درصد آهن است، این پودر علاوه بر آهن حاوی عناصر سرب ، روی و مس و عناصر مضر مثل گوگرد و آرسنیک نیز هست و در قبال تولید یک تن اسیدسولفوریک حدود ۰/۸ تا ۱/۵ تن از این پودر تولید می شود. کشور چین سالانه بیش از ۱۱ میلیون تن از این پودر، طی فرآیند تولید سولفوریک اسید تولید می کند که به دلایل زیست محیطی وعوارض ناشی از استحصال آهن از این پودر ، این فرایند انجام نمی گردد ولی عمدتاً درتولید سیمان، آجر، رنگدانه‌های اکسید آهن، کنسانتره‌های آهن و سایر محصولات استفاده می‌شود.



دانشمندان علوم زمین

الکساندر فرسمن در ۸ نوامبر ۱۸۸۳ در سن پترزبورگ به دنیا آمد اما سالهای اولیه زندگی او در جنوب روسیه سپری شد. در دوران تحصیل دبیرستان در اودسا علاقه شدیدی به مواد معدنی پیدا کرد. بنابراین در سال ۱۹۰۱ به آکادمی معدن در نوروسیسک رفت. در سال ۱۹۰۴ وارد دانشگاه مسکو شد و در آنجا شاگرد ولادیمیر ایوانوویچ ورنادسکی بود که تأثیر او به وضوح در تمام کارهای بعدی او نشان داده شده است. اولین مقاله او در سال ۱۹۰۴ در مورد کریستالوگرافی برخی از ترکیبات آلی بود.

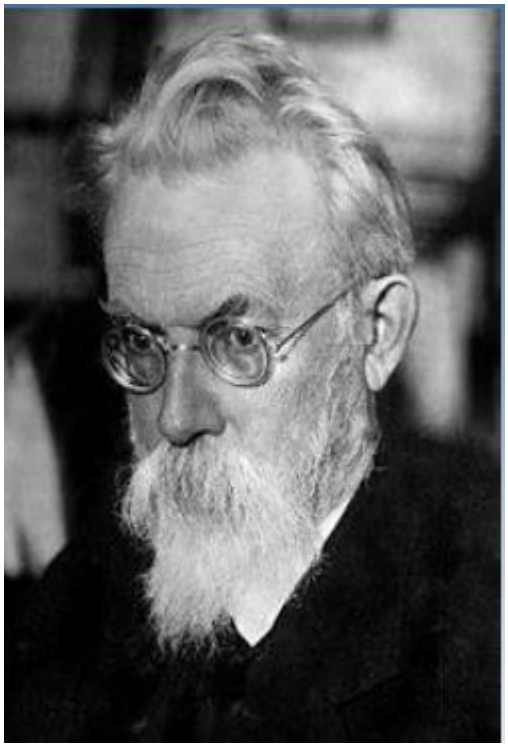
در سال ۱۹۰۷ به خارج رفت و در پاریس زیر نظر **A. Lacroix** و در هایدلبرگ زیر نظر **H. Rosenbusch**و **Victor Goldschmidt** کار کرد و به ایتالیا و سوئیس سفر کرد. در هایدلبرگ، با همکاری گلدشمیت، کار مفصلی بر روی کریستالوگرافی الماس انجام داد که نتایج آن در مجله ی **"Der Diamant"**در ۴۳ صفحه منتشر شد. به نظر می رسد بخش اولیه کار گسترده او در مورد زئولیت های روسی و مواد معدنی گروه پالیگورسکیت در پاریس انجام شده باشد. در این دوره او همچنین مقاله ای ۴۶ صفحه ای درباره کانی شناسی جزیره البا نوشت. این آغاز تحقیقات گسترده او در مورد پگماتیت ها در طی سال های متمادی بود.

در بازگشت به روسیه در سال ۱۹۱۰، او در سازماندهی دانشگاه شانیاوسکی در مسکو، که در آنجا اولین استاد کانی شناسی بود، شرکت کرد و اولین سخنرانی خود را در مورد ژئوشیمی در آنجا ایراد کرد. در سال ۱۹۱۲ او در دبیرستان دخترانه **(Bestuzhevsky)** در سن پترزبورگ به کار مشغول بود و همچنین دستیار ورنادسکی در موزه کانی‌شناسی آکادمی علوم بود. بعدها مدتی استاد کانی شناسی و کریستالوگرافی در دانشگاه سن پترزبورگ شد، در سال ۱۹۱۹، او مدیر موزه شد، که در سال ۱۹۳۰ به عنوان بخشی از مؤسسه لومونوسوف، شامل کانی شناسی، ژئوشیمی و بلورشناسی، دوباره سازماندهی و در سال ۱۹۳۴ به مسکو منتقل شد.

آکادمی علوم اتحاد جماهیر شوروی دارای تعداد گیج‌کننده‌ای از بخش‌ها و شعب، کمیته‌ها، کمیسیون‌ها و شوراها، مؤسسات آزمایشگاه‌ها، موزه‌ها، کتابخانه‌ها، انجمن‌های علمی و مجلات است که همگی درگیر تحقیقات علمی فشرده هستند. در بسیاری از این موارد، فرسمن یک نیروی محرکه بود. فعالیت

های او محدود به مؤسسه لومونوسوف نبود. او همچنین مدیر مؤسسه جغرافیایی و ایستگاه تحقیقاتی خیبینا در شبه جزیره کولا بود و ارتباط نزدیکی با مؤسسه‌های فناوری باستان‌شناسی، تاریخ روابط فرهنگی، عکس‌برداری هوایی، اپتیک، رادیوم، هیدرولوژی، سرامیک، خاک و غیره داشت. علاوه بر این، او مسئول کنترل و ویرایش بسیاری از ادبیات حجیم منتشر شده توسط آکادمی بود.

حتی همه اینها برای ارضای انرژی پویای این مرد کافی نبود. پس از جنگ ۱۹۱۴–۱۹۱۸ و انقلاب ۱۹۱۷، او به اهمیت توسعه منابع طبیعی کشور، به ویژه در زمینه منابع معدنی پی برد و مصرانه بر اهمیت آن تاکید کرد. گروههای متعددی سازماندهی شد که بسیاری از آنها توسط خود او به اورال، کریمه، قفقاز، قزاقستان، ترکستان، کوه های آلتای، ترانس بایکالیا، شمال مغولستان، کارلیا و شبه جزیره کولا و غیره هدایت شدند و ذخایر بزرگ و بسیاری از کانی های جدید را کشف کردند از جمله یک کانی که نام «فرسمانیت» به آن داده شده است. او اولین کسی بود که واژه کلارک را استفاده کرد. فرسمن در ۲۰ مه ۱۹۴۵ در سوچی در دریای سیاه در سن ۶۱ سالگی درگذشت.



دانشمندان علوم زمین

ولادیمیر ایوانوویچ ورنادسکی، زاده ۱۲ مارس ، ۱۸۶۳، سن پترزبورگ روسیه، ژئوشیمی‌دان و کانی‌شناس روسی بود که به‌عنوان یکی از بنیان‌گذاران ژئوشیمی شناخته می شود. ورنادسکی، در سال ۱۸۸۵ از دانشگاه سن پترزبورگ فارغ التحصیل شد و در سال ۱۸۸۶ متصدی مجموعه کانی شناسی دانشگاه شد. در سال ۱۸۹۰ او مدرس کانی شناسی و کریستالوگرافی در دانشگاه مسکو بود و در سال ۱۸۹۷ دکترای خود را از آنجا گرفت. او از سال ۱۸۹۸ تا ۱۹۱۱ به عنوان استاد در دانشگاه مسکو خدمت کرد. پس از انقلاب روسیه در فعالیت های علمی و سازمانی فعال بود. او (از ۱۹۲۷) آزمایشگاه بیوژئوشیمی آکادمی علوم را در لنینگراد (سن پترزبورگ) تأسیس و هدایت کرد. ورنادسکی یکی از اولین دانشمندانی بود که پتانسیل فوق‌العاده رادیواکتیویته را به عنوان منبع انرژی حرارتی تشخیص داد و همچنین یکی از اولین کسانی بود که تجمع گرمای طولانی‌مدت از رادیواکتیویته را به عنوان نیروی محرکه بسیاری از فرآیندهای ژئوشیمیایی فرض کرد. سال‌های آخر او با مطالعه نقش

فرآیندهای زندگی در جو سپری شد و او به درستی ایجاد اکسیژن، نیتروژن و دی اکسید کربن موجود در جو را به موجودات زنده نسبت داد. او همچنین تأثیرات موجودات زنده بر روی شیمی پوسته زمین (به عنوان مثال، غلظت عناصر خاص در زیر سطح به دلیل چرخه های بیولوژیکی) را مورد مطالعه قرار داد. بنابراین ورنادسکی به عنوان بنیانگذار نظریه بیوسفر (یعنی کل توده موجودات زنده که انرژی و مواد مغذی موجود از محیط را پردازش و بازیافت می کنند) در نظر گرفته می شود. کار اولیه ورنادسکی در کانی شناسی بود. او مطالعات بسیار دقیقی را روی آلومینوسیلیکات ها انجام داد و اولین کسی بود که شیمی و ساختار آنها را که اساس بسیاری از کانی های دیگر را تشکیل می دهد، به درستی توصیف کرد. او همچنین در زمینه ژئوشیمی پیشگام بود – اندازه گیری و مطالعه توزیع و مهاجرت عناصر شیمیایی و ایزوتوپ ها در پوسته زمین. وی در این راستا اطلاعات دقیقی از لایه‌های پوسته گردآوری کرد، مهاجرت اتم‌ها در این لایه‌ها را تشریح کرد، کوشید تا وقوع عناصر شیمیایی در آن لایه‌ها را توضیح دهد و به طور کلی تشکیل ترکیبات شیمیایی را تحت تأثیر فرآیندهای زمین‌شناسی مطالعه کرد.

واژه کلارک تمرکز از ابداعات اوست. ورنادسکی هم در اوایل سال۱۹۴۵ یعنی همان سالی که فرسمن از دنیا رفته بود، درگذشت و روسیه به طور ناگهانی از داشتن دو کانی شناس و ژئوشیمیدان برجسته و پرانرژی خود محروم شد.

اکتشاف معدن

پیش از شروع هرگونه عملیات صحرایی توجه به یکسری از معیارهای اکتشاف مانند منشأ، اصول تشکیل و عوامل کنترل کننده برای ایجاد یک ماده معدنی می تواند به یافتن آن کمک کند. برای مثال:

- ذخایر زغال سنگی را همواره باید در سنگهای رسوبی جست و جو کرد.
- آب و هوای گرم و خشک، مستعد تشکیل سنگهای رسوبی تبخیری مانند گچ و نمک است.
- ذخایر نفتی در ساختارهای خاصی نظیر مناطق چین خورده یا گسلی به عنوان نفتگیر قابل پیگیری می باشند.
- بعضی کانی ها در ارتباط با یکدیگرند و یافتن یک کانی یا عنصر می تواند نشانه وجود کانی یا عنصری دیگر باشد.
- توجه به آثار معدن کاریهای قدیمی یا اسامی مکانها و روستاها، راهنمای مناسبی برای کشف مجدد یک معدن قدیمی است. نام برخی روستاها مانند تالمسی (مس) و روستاهای زنگالو و آبگیر زنگار (زنگ = مس) در نزدیکی معدن مس سرچشمه از آن جمله هستند.

در مرحله اکتشاف چند عمل اصلی صورت می گیرد:

۱- تهیه عکس هوایی و نقشه توپوگرافی از منطقه، جهت پیاده کردن اطلاعاتی که طی عملیات صحرایی به دست خواهد آمد.

۲- حضور در منطقه با عنوان عملیات صحرایی، جهت نوشتن مشاهدات ، پیاده کردن اطلاعات در نقشه اولیه و برداشت نمونه های سالم و بدون هوازدگی، برای مطالعات دقیق آزمایشگاهی.

۳- انجام برخی بررسیهای ژئوفیزیکی در منطقه یا آزمایشگاه، همچون گرانی سنجی، رسانایی الکتریکی، مطالعات امواج لرزه ای و مغناطیسی سنجی.

۴- مطالعات آزمایشگاهی و آزمایشهای ژئوشیمیایی (تجزیه شیمیایی XRD , XRF)و استفاده از میکروسکوپ پلاریزان، جهت تعیین جنس و مشخصات کانیها و سنگها، عیار ماده معدنی،

تعیین میزان ذخیره ، نوع و سن فسیل های منطقه و دیگر اطلاعات مورد نیاز جهت استخراج ماده معدنی.

۵- تهیه نقشه معدن و گزارش زمین شناسی منطقه

انواع کانسنگ

الف) کانسنگهای درون زاد یا اولیه

این کانسنگها که منشأ درون زمینی دارند، انواع مختلفی به شرح زیر دارند:

کانسنگ های ماگمایی : ماگما پس از تشکیل و استقراردر مخزن، به تدریج سرد می شود و کانی هایی که نقطه ذوبشان بالاست، در اولین مراحل سرد شدن از آن جدا می شوند و از تجمع آنها، کانسنگهای مهمی به وجود می آید. البته چگونگی تجمع کانی ها در این مرحله خود، موضوع پیچیده ای است ولی به طور خیلی خلاصه می توان گفت که پس از انجماد کانیهای مختلف، کانی هایی که چگالی شان بالاست، در اثر سنگینی به بخشهای پایین می روند و در آنجا تجمع می یابند.کانسنگهای کرومیت ایران که عمده آنها در مناطق فاریاب اسفندقه و سبزوار قرار دارند، به این نحو تشکیل شده اند. در این کانسنگ ها، کرومیت $FeCr_2O_4$ با چگالی gr/cm ۴/۳ ، به شکل عدسی های نسبتاً بزرگی در داخل سنگ ها تمرکز یافته است. کانسنگ های ماگمایی، همیشه به حالت توده ای نیستند و در بعضی موارد ماده معدنی، هم زمان با سنگ های اطراف خود تشکیل می شود که در این حالت، به شکل پراکنده در داخل این سنگ ها دیده می شود. به عنوان مثال می توان، کانسنگ طلای ناحیه آستانه در حوالی شاه زند اراک را نام برد.

کانسنگ های پگماتیتی : پگماتیت اصولاً یک نوع سنگ آذرین است که بلورهای بسیار درشتی دارد و همین امر از ویژگیهای مهم این دسته از کانسنگها به شمار می آید. هنگامی که مرحله ماگمایی اولیه پایان یافت و کانی ها، با دمای ذوب بالا از ماگما جدا شدند، محصول باقی مانده، جسم سیال و مذابی است که اگر چه بیشترعناصرخود را از دست داده است ولی هنوز حاوی عناصر قابل توجهی است به ویژه از نظر عناصری مانند فلوئور، کلر و بور غنی است. این محلول ضمن اینکه به سوی بالا

رانده می شود، شکستگی ها و فضاهای خالی سنگها را پر می کند و کانسنگ پگماتیتی را به وجود می آورد.

باید توجه داشت که در مرحله پگماتیتی نیز، محلول باقی مانده از ماگما، ضمن انجام فعل و انفعالاتی با سنگهای اطراف خود، ترکیب خود و این سنگها را تغییر می دهد. بسیاری از کانی هایی که قطعات درشت آنها، در صنایع مختلف کاربرد دارد، بدین گونه تشکیل می شوند که از آن جمله می توان کوارتز، فلدسپات و میکاها را نام برد.

کانسنگ های پنوماتولیتیکی (گازی) : پس از جدا شدن کانیهای مربوط به مرحله های ماگمایی اولیه و پگماتیتی، آنچه که از ماگما باقی مانده، مخلوط مذاب و درهمی از مواد مختلف است که بخش عمده ای از آن را بخار و گاز تشکیل می دهد. بدین ترتیب، ابتدا بخش گازی این مخلوط جدا می شود و کانسنگ های گازی یا پنوماتولیتیکی را تشکیل می دهد و محلول باقی مانده که مایع نسبتاً داغی است، در مراحل آخر، کانسنگهای گرمابی را به وجود می آورد. ممکن است بخش گازی ماگما در اعماق و یا در سطح زمین از ماگما جدا شود وکانسنگهایی تشکیل دهدکه به ترتیب به آنها، کانسنگهای پنوماتولیتیکی نفوذی و خروجی می گویند. این کانسنگها نیز از نظر اقتصادی، اهمیت زیادی دارند و کانسنگهای فلزاتی نظیر : طلا، نقره، مس، جیوه، آنتیموان، روی، سرب، آرسنیک و مولیبدن عمدتاً به این طریق تشکیل می شود. علاوه بر کانسنگهای فلزات، بعضی مواد غیر فلزی مهم، نظیر فلورین، باریت و آزبست نیز به همین نحو به وجود می آیند. از فرایندهای مهمی که در این مرحله اتفاق می افتد، پدیده جایگزینی را می توان نام برد. طبق تعریف " جایگزینی" یا "دگرسانی جایگزینی" عبارت است از جانشینی یک ماده معدنی یا کانی، به وسیله ماده معدنی یا کانی دیگری که از نظر ترکیب شیمیایی و کانی شناسی با آن متفاوت است. در این پدیده کانی های موجود در سنگ حل می شوند و به جای آنها، کانیهای جدیدی به وجود می آیند. نکته جالب آن است که این دو عمل، به طور هم زمان صورت می گیرد و بنابراین سنگ، حالت جامد خود را در تمام طول این دگرسانی، حفظ می کند. کانسنگهایی که به این ترتیب از تأثیر گازها و مواد فرار ماگما، بر سنگ های کربناته به وجود می آید، اسکارن می گویند.

کانسنگ های گرمابی: در آخرین مراحل انجماد ماگما، آنچه که باقی مانده محلول کمابیش داغی است که از عناصر مختلف غنی است و به آن محلول گرمابی می گویند. این محلول، ضمن عبور از فضاهای خالی و شکاف سنگها، کانیهای فراوانی را بر جای می گذارد و بدین ترتیب رگه های معدنی

را به وجود می آورد. از جمله خصوصیات مهم کانسنگهای گرمابی، شکل رگه ای آنهاست که این امر از نظر اکتشاف و ارزیابی آنها بسیار مهم است. بسته به دمای محلولهای گرمابی، آنها را به محلول های داغ ۳۰۰ تا ۴۵۰ درجه سانتی گراد، متوسط ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد و سرد کمتر از ۲۰۰ درجه سانتی گراد، تقسیم می کنند. بعضی از مواد معدنی فقط در دماهای معینی تشکیل می شوند ولی عده ای از آنها ممکن است در طیف وسیعی از دماهای بالا تا پایین تشکیل شوند.

بسیاری از کانسنگهای فلزی از جمله کانسنگهای سرب، روی، قلع، آنتیموان، جیوه، آرسنیک، طلا، نقره و مس مانند کانسنگ های سرب و روی ایران به این نحو تشکیل شده اند. محلول گرمابی نیز ممکن است، ضمن تماس با سنگ ها، تغییراتی در آنها به وجود آورد و انواع کانسنگهای جانشینی را تشکیل دهد.

ب) کانسنگهای برون زاد یا ثانوی

به مجموعه فعل و انفعالاتی که سبب تخریب و تجزیه سنگ ها می شوند. هوازدگی می گویند. در دامنه کوه ها، حتی سخت ترین و مرتفع ترین آنها توده ای از واریزه وجود دارد که محصول تخریب سنگها است. هوازدگی انواع مختلف دارد و عوامل گوناگونی در این فرایند مؤثرند. به عنوان مثال می توان، عمل یخ بندان را نام برد. در مواقع بارانی، شکاف سنگ ها از آب پر می شود و هنگامی که دما به حد کافی کاهش یابد، آب یخ می زند و حجم آن اضافه می شود و در نتیجه به دیواره شکاف، فشار وارد می کند که سبب بزرگ تر و عمیق تر شدن شکاف و در نهایت جدا شدن قطعه سنگ از کوه می شود. قطعات جدا شده از کوه در اثر وزن خود و یا در نتیجه باد و باران، به قسمت های پایین دست می غلتند و در حین فرو افتادن نیز با یکدیگر برخورد می کنند و ریزتر می شوند. البته عوامل دیگری هم در هوازدگی و تخریب سنگها، مؤثرند که از جمله مهمترین آنها می توان عوامل شیمیایی و حیاتی را نام برد. به هر حال، مجموعه این عوامل سبب می شوند که سنگها به قطعات کوچکی تقسیم شوند. خرد شدن سنگ ها به تنهایی نمی تواند کانسنگ تشکیل دهد ولی این امر سبب می شود که در مراحل بعد، ماده معدنی در یک جا متمرکز شود و کانسنگ به وجود آید. بسته به اینکه تجمع مواد معدنی چگونه انجام گیرد، کانسنگهای ناشی از این فرایند را به دو گروه زیر تقسیم می کنند :

تمرکز برجا : در حالت کلی سنگها حاوی کانیهای مختلفی بوده که دارای عناصر گوناگونی هستند. در بسیاری موارد غلظت این عناصر آنقدرها زیاد نیست که بتوان به آن کانسار گفت اما به مرور ممکن است، مواد محلول از سنگ حل شده و از آن خارج شوند و بدین ترتیب درصد مواد نامحلول بالا می

رود و این امر ممکن است به تشکیل یک کانسار منجر شود. بهترین مثال در این مورد بوکسیت است. اگر سنگی که دارای سیلیکاتهای مختلف، از جمله سیلیکاتهای آلومینیم است خرد شود، تحت تأثیر بارندگی شدید و مداوم، نمک های محلول آن از قبیل نمکهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به مرور حل شده و از محل دور می شوند، حال آن که مواد نامحلول یا کم محلول مثل سیلیس و آلومینیم اکسید بر جای می مانند و غلظت آنها به تدریج اضافه می شود. نتیجه این امر تشکیل بوکسیت است که یکی از مواد اولیه اصلی تهیه فلز آلومینیم، به شمار می آید.

تمرکز ثانوی: در این شیوه تمرکز عناصری که در حالت عادی، در سنگها پراکنده اند و عیار آنها آنقدر نیست که کانسار تشکیل دهند، تحت تأثیر آب به مرور حل شده و در مرحله بعد، در جای دیگری متمرکز می شوند و این تمرکز ممکن است به تشکیل یک کانسار منجر شود.
مثال جالب در این مورد کانی پیریت است. این کانی به طور پراکنده در بسیاری از سنگ ها دیده می شود. پیریت، تحت تأثیر آبهای زیرزمینی به سولفوریک اسید، تبدیل می شود و بقایای آن به صورت اکسید آهن برجای می ماند. سولفوریک اسید حاصله، بر کانیهای پراکنده ای که در ناحیه وجود دارند، اثر می کند و سولفات مس تشکیل می دهد. سولفات حاصل به پایین نفوذ می کند و هنگامی که به سطح آب زیرزمینی ناحیه رسید، اکسیژن خود را از دست می دهد و نتیجه آن، تشکیل و رسوب سولفید مس است. بدین ترتیب، طی زمان طولانی، ممکن است مقدار سولفید مس، آنقدر زیاد شود که از نظر اقتصادی قابل توجه باشد. یکی از بزرگ ترین معادن مس دنیا، به نام معدن مس یوتا، واقع در ایالات متحده آمریکا، طی همین فرایند تشکیل شده است.

فرایند تمرکز ثانوی را تقریباً در تمام کانسارها می توان مشاهده کرد. گاهی در بخشهای سطحی کانسنگ، پوششی از اکسید آهن به وجود می آورند که به نام کلاهک آهنی خوانده می شود و از آنجا که این کلاهک آهنی، با رنگ قهوه ای متمایل به قرمز خود مشخص است، لذا نشانه خوبی برای اکتشاف کانسنگ های آهن دار، به شمار می آید. بخشهای بالایی هر کانسار که در آنجا بعضی از کانی ها شسته شده و به سمت پایین رفته اند، به نام" زون فروشسته" خوانده می شود و این زون از سطح زمین تا سطح آب زیرزمینی محل ادامه دارد.

ناحیه هیپوژن: در زیر سطح آب زیرزمینی، ناحیه ای وجود دارد که کانی هایی که از بخش های بالا حل شده و به این قسمت حمل شده اند، رسوب می کنند و به کانیهایی که از قبل وجود داشته ، افزوده

می شوند. این ناحیه را ناحیه " سوپرژن" می خوانند در زیر این ناحیه سنگهای اولیه و بکر قرار دارند که به آن ناحیه "هیپوژن" گفته می شود.

کانسنگ های رسوبی: سنگها در اثر عوامل هوازدگی تخریب می شوند و محصولات تخریب شده، در اثر عوامل حمل و نقل از قبیل آب های جاری و باد به بخشهای پایین دست، حمل می شوند. عمل حمل و نقل، به طور دائم انجام نمی گیرد و این مواد به هر حال در قسمتی از مسیر خود رسوب می کنند و در پاره ای موارد ممکن است، کانسنگهای با ارزشی تشکیل دهند. ته نشینی مواد ممکن است در نتیجه فرایند فیزیکی، شیمیایی و یا زیستی انجام شود و کانسنگهایی که در اثر این فرایندها، به وجود می آیند به همین نام خوانده می شوند.

کانسارهای آواری یا مکانیکی: موادی که به وسیله آب رود حمل می شوند از نظر اندازه چگالی و شکل، با هم تفاوت دارند و همین تفاوت سبب می شود که ذرات مختلف در قسمتهای مختلفی از مسیر رودخانه رسوب کنند. مثلاً اگر مخلوطی از قلوه سنگ، ماسه و رس با هم حمل شوند، پس از مدتی، ابتدا قلوه سنگ و در مراحل بعدی به ترتیب ماسه و رس رسوب خواهند کرد. همچنین اگر در ابتدای رودخانه، مخلوطی از کانی های با چگالی متفاوت، موجود باشد پس از مدتی این مواد به ترتیب چگالی خود، رسوب خواهند کرد. از جمله مهم ترین کانسارهای مکانیکی می توان کانسنگهای جامانده یا "پلاسر" را نام برد. مواد مختلفی که به وسیله آب جاری، حمل می شوند در اثر کاهش سرعت رود، با توجه به اندازه و چگالی خود در قسمت های خاصی از مسیر رود، رسوب می کنند که از تجمع آنها یک کانسنگ جامانده به وجود می آید. کانسنگهای فلزات و کانیهای سنگین مانند طلا، پلاتین و الماس به این نحو تشکیل می شوند.

کانسارهای رسوبی تبخیری و شیمیایی: محصول خرد شدن سنگ ها تنها به صورت ذرات آواری، به وسیله عوام حمل جابجا نمی شود بلکه مقداری از آنها، به صورت محلول یا به حالت کلوئیدی انتقال می یابند. از آنجا که قابلیت انحلال مواد مختلف، در آب متفاوت است و از سویی شرایط محیط آب نیز از نقطه ای به نقطه دیگر تغییر می کند، لذا موادی که به این نحو حمل می شوند، در قسمت های مختلف مسیر ممکن است، رسوب کنند و کانسنگ ها را به وجود آورند.

رسوب مواد فقط در طول مسیر رودخانه انجام نمی شود، بلکه بخش عمده این رسوبات در دریاها و دریاچه ها ته نشین می شوند. املاح مختلف، به طور مداوم به دریاچه ها و دریاها وارد می شود و غلظت

این املاح در این آبها، به تدریج افزایش می یابد. در بعضی موارد مقدار این املاح به حدی است که آب دریا از آنها اشباع می شود و در این حالت بخشی از املاح در کف دریا رسوب می کند و کانسنگ رسوبی را به وجود می آورد. اگر به هر دلیلی قسمتی از دریا یا دریاچه از دریا یا دریاچه اصلی جدا شود، در این حالت مقدار تبخیرآب، بیش از میزان آب ورودی به این قسمت است و در نتیجه به مرور غلظت املاح، آنقدر زیاد خواهد شد که آب از آنها اشباع می شود و این مواد در کف دریا یا دریاچه رسوب می کنند. کانسارهای نمک و گچ به این نحو به وجود می آیند.

رسوب مواد ممکن است به علت واکنش های شیمیایی انجام گیرد. بدین معنی که با تغییر ویژگی آب دریا، ممکن است موادی که تا به حال محلول بوده اند، در شرایط جدید محلول نباشند و با تغییر **pH** آب دریا، به تدریج رسوب کنند و کانسنگی را به وجود آورند. بعضی از کانسنگهای آهن و منگنز به این نحو تشکیل می شوند.

تعریف برخی مفاهیم

- **عیار:** مقدار فلز موجود در یک کانسنگ(سنگ معدن) عیار آن نامیده می شود که به صورت درصد یا پی پی ام بیان می شود. عیار فلزات قیمتی مثل طلا و نقره به صورت پی پی ام و عیار فلزات دیگر به صورت درصد بیان می شود.

- **عیار حد:** عبارت است از پایین ترین عیار قابل استخراج در یک معدن یا توده معدنی. عیار حد در معادن مختلف به فاکتورهای مختلفی چون نوع ماده معدنی ، حجم ماده معدنی، تکنولوژی استخراج، موقعیت جغرافیایی معدن، قیمت جهانی ماده معدنی، طرز قرار گیری ماده معدنی، عمق قرار گیری، میزان استخراج روزانه و ... بستگی دارد.

الکساندریت

تاریخچه نام گذاری این کانی به زمان امپراطوری روسیه باز می گردد. از آنجایی که کشف این کانی همراه با ظهور دوره تزار روسیه، الکساندر دوم (۱۸۸۱–۱۸۱۸) همراه بود، به نام وی نامگذاری شد. الکساندریت **(Alexandrite)** یکی از انواع بسیار کمیاب کریزوبریل **($BeAl_2O_4$)** با درجه سختی ۸/۵ در مقیاس موهس می باشد. فقط کریزوبریل هایی که قابلیت تغییر رنگ یا کالرچنجینگ * دارند "الکساندریت" محسوب می شوند. الکساندریت وقتی تشکیل می شود که عناصر بریلیوم و آلومینیوم همراه مقادیر جزئی عناصر آهن و تیتانیوم و بخصوص کروم در ساختمان کریزوبریل وارد می شوند.

رنگ سبز الکساندریت ناشی از ناخالصی کروم است. کروم همان عنصر رنگی موجود در زمرد یعنی گونه ی سبز بریل گران بها است. تغییر رنگ در کانی های قیمتی ناشی از طیف جذبی گوهر است. اگر یک گوهر مقدار بسیار ناچیزی از طول موج مشخصی را جذب کند یا اصلاً آن را جذب نکند ، گوهر همان رنگ به نظر می رسد، زیرا آن رنگ به چشم بیننده منعکس می شود.

برای مثال: یک گوهر کالرچنج مثل الکساندریت که تمام طول موج های نور را به جز قرمز و سبز جذب می کند، در نور روز به دلیل داشتن طول موج های سبز فراوان، الکساندریت سبز بنظر می رسد، این درحالی است که تحت نور ملتهب لامپ رشته ای یا شمع که دارای طول موج های قرمز زیادی از نور است، کانی رنگ قرمز را به ما نشان می دهد.

قیراط

قیراط یکای جرم است و برای اندازه‌گیری جرم سنگ‌های قیمتی و سنجش وزن کانی های گرانبها مانند الماس، زمرد، یاقوت و مروارید به‌کار می‌رود. در محاسبات وزن سنگ‌ها و کانی ها ، هر قیراط معادل با ۲۰۰ میلی‌گرم (۲۰۰ سوت؛ ۰٫۲ گرم؛ ۰٫۰۰۶۴۳۱۵ اونس تروی؛ ۰٫۰۰۷۰۶۵ اونس) است.

(تقریباً برابر با یک‌پنجم گرم یا یک بیست و یکم مثقال)

*Color changing

تراش جواهرات و سنگ های قیمتی

تراش سنگ ها و کانی های قیمتی مراحل چندگانه ای دارد که هرکدام توسط متخصص آن انجام می شود. تراش شکل خاصی به کانی ها وسنگ ها می دهد و باعث درخشش و ظهور رنگ واقعی گوهر می شود. تصمیم گیری در مورد اینکه، کدام برش برای یک نمونه راف مناسب است تا به بهترین نحو، نقص های آن را پنهان کرده و بهترین کیفیت های آن را به نمایش بگذارد، شاخصه های متعددی را می طلبد.

گوهرها معمولاً به اشکال مختلفی از جمله گرد، اشک، مربع، هشت ضلعی، بیضی، قلبی، مثلثی و ... در بازار عرضه می شوندکه هر یک از این اشکال با برش های مختلفی ایجاد می گردد.

تراش مربعی (Asscher)

یکی از پرکاربردترین انواع برش جواهر است که برای الماس وکانی های قیمتی دیگر استفاده می‌شود. این برش شامل ۵۸ وجه یا سطح است، در نسخه های جدیدتر برای درخشندگی بیشتر و تمرکز نور بهینه، تعداد وجوه از ۵۸ به ۷۴ وجه رسانده شده است.

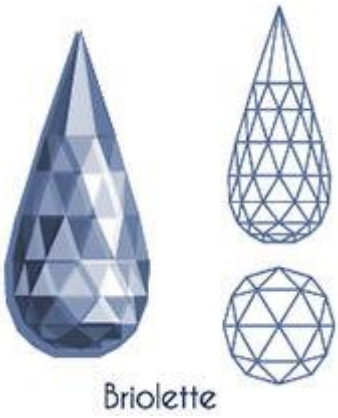
تراش مربع (Princess)

این برش، پس از برش Round Brilliant ، دومین برش محبوب است. تراش پرنسس برای الماس، اسپینل و سافیر به کار می‌رود. این مدل تراش دارای جذابیت و شیب خمیده به داخل به شکل مربع یا لوزی است.

تراش مستطیل باریک (Baguette)

باگت، به شکل بلند و مستطیل، یک تراش محبوب برای جواهرات برجسته است. از آنجا که ساخت باگت به برش های کمتری احتیاج دارد، برش صحیح و دقیق در آن، از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا برای پنهان کردن هرگونه نقص، وجوه بسیار کمتری وجود دارد. گوهرهای تراش خورده باگت، معمولاً دارای ابعادی کوچک و اغلب کمتر از یک قیراط هستند.

تراش قطره ای (Briolette)



تراش بریولت، یک برش قطره ای شکل با ۸۴ وجه مثلثی شکل است که کل سطح آن را پوشانده است. بریولت یک انتخاب محبوب، برای گوشواره های آویز است، زیرا هنگام آویزان شدن و تحرک ، جلوه ای زیبا ایجاد می کند و بیشتر در معرض دید قرار می گیرد.

تراش بدون وجه (Cabachon)

یک نوع تراش گوهر که در آن سطح‌های برش، رند و منظم با ریزش‌های درخشان ایجاد می‌شوند. این برش برای سنگ‌هایی مانند عقیق و یاقوت استفاده می‌شود.

تراش مستطیل یا کوسنی (Antique or Cushion)

این برش که قبلاً به عنوان "Old Mine Cut" یا "Old European Cut" شناخته می شد، تقریباً با ۶۴ وجه ارائه می شود و یک شکل مربع اصلی، با گوشه های به آرامی گرد شده، ارائه می دهد و آن را مانند یک

بالشت به نمایش می گذارد. همچنین ممکن است به عنوان "Pillow Cut" نیز شناخته شود. این برش سنتی حدود ۲۰۰ سال قدمت دارد.

تراش زمردی (Emerald)

تراشی با تقریباً ۵۰ وجه که از بالا با گوشه های مرتب شده و به شکل مستطیل نمایان می شود. این برش خاص نسبت به برش های گرد یا مربع با وجوه کمتری ارائه می شود و برای الماس و کانی های قیمتی دیگر نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

تراش قلبی (Heart)

این نوع تراش برای الماس و سافیر کوچک و متوسط مناسب است و شکل آن یک دایره با دو نیم‌دایره خمیده به سمت داخل است.

تراش قایقی (Marquise)

این تراش شکلی ریز، کم نقص و الگویی بسیار زیباست و اغلب برای الماس و سافیر استفاده می‌شود.

تراش هشت وجهی (Octagon)

این برش مستطیل شکل هشت وجهی یا پله ای، از وجه های مسطح و متحدالمرکز ساخته می شود که شبیه پله هایی است که گویی در یک پلکان در امتداد محیط گوهر، قرار دارند. تعداد معمول وجوه برش هشت ضلعی، ۵۳ است.

تراش بیضی (Oval)

از بالا با یک شکل بیضوی ظاهر می شود که با ۶۹ وجه ساخته شده است.

تراش اشک (Pear)

می توان این برش را به عنوان ترکیبی از برش بیضی و برش مارکیز، با یک نقطه مخروطی در یک انتها توصیف کرد. این یک نوع برش Round Brilliant اصلاح شده است و ۷۱ وجه را ارائه می دهد که

نور را به زیبایی منعکس می کند و باعث می شود تا رنگ به طرز چشمگیری به نمایش درآید. این تراش نه تنها برای گوشواره ها و آویزها ، بلکه برای انگشترها نیز یک انتخاب جذاب است.

تراش گرد (Round)

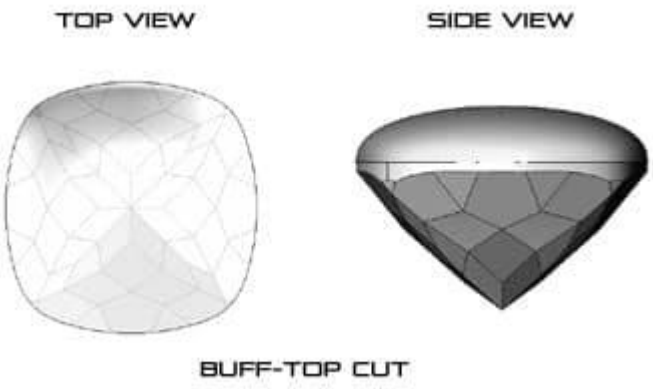
برش گرد، با داشتن ۵۷ وجه، برای درخشش هر چه بیشتر گوهر بسیار کارآمد است. در اصل تراش Round منحصراً برای الماس ساخته شده است. این نوع برش، اکنون به طور گسترده ای برای سایر سنگها و کانی های قیمتی استفاده می شود.

تراش مثلثی (Trillion / Trilliant)

دراین برش، گوهرهای برش خورده به شکل مثلثی هستند. لبه ها ممکن است در امتداد ۳ ضلع آن، کمی گرد یا مستقیم برش داده شوند. برش Trilliant باعث کاهش ضایعات نمونه های راف، در طول روند برش می شود.

تراش ترکیبی کبوچان و وجهی (Buff-Top)

این برش جواهرات ترکیبی از عناصر با هر دو برش کلاسیک Cabochon و وجهی است. این برش با توجه به جنبه های آن، درخشندگی نسبتاً خوبی را حفظ می کند و هنگامی که به مرکز گوهر نگاه می کنید ، توهم عمق را ایجاد می کند. برش Buff Top در جواهرات مردانه مشهور است.



نفت

برخی تصور می کنند که نفت درون غارها و حفرات بزرگ زیرزمین قرار دارد ، در صورتی که واقعیت امر چنین نیست. سنگ مخزن نفت اغلب، ماسه سنگی یا آهکی است. نفت و گاز و آب شور، در منافذ بین دانه های تشکیل دهنده ماسه سنگ ویا درز و شکاف های موجود در سنگهای آهکی، ذخیره می شوند.

منشاء نفت Origin of the Oil

به طور کلی دو تئوری مختلف در مورد منشأ نفت وجود دارد که عبارتند از:

- منشأ غیر آلی **Inorganic Origin**
- منشأ آلی **Organic Origin**

منشأ غیر آلی نفت

طرفداران منشأ غیر آلی نفت ، معتقدند که هیدرو کربن ها، در دما و فشار بالای قسمتهای عمیق پوسته زمین و یا حتی گوشته تشکیل شده اند و سپس به طرف قسمتهای کم عمق پوسته، مهاجرت کرده اند. وجود متان در اتمسفر برخی سیارات و همچنین وجود هیدرو کربن در شهاب سنگها (متئوریت ها) پایه اصلی این نظریه است. طبق این نظریه، آب ، کربن ، سولفور و آهن در اعماق پوسته و گوشته وجود دارند . در دمای بالا، آب می تواند به **H** و **O** شکسته شود . **H** تولید شده، می تواند در دمای بالا با کربن وارد واکنش انجام شده و در نتیجه هیدرو کربن ها را به وجود آورد، سپس هیدرو کربن های تولید شده، می توانند از طریق شکستگیهای عمیق، به سمت بالا مهاجرت نمایند.

منشأ آلی نفت

طرفداران منشأ آلی نفت، معتقدند که هیدروکربن از مواد آلی به وجود می آید . تا دهه ۱۹۳۰ نظریه آنها فقط بر اساس شباهت هایی بود که بین هیدروکربنها و مواد آلی وجود داشت. این شباهت به قرار زیر است:

- ترکیب هیدروکربن، بسیار شبیه پروتئین ها و چربیها و اسیدهای چرب است.
- مهم ترین قسمت چرخه کربن در طبیعت ، درون گیاهان و جانوران قرار دارد.
- همراهی هیدرو کربن ها با سنگهای رسوبی و تجمعات فسیلی آنها

مراحل تولید هیدروکربن ها:

در طی دفن و تکامل مواد آلی به هیدروکربنها، سه مرحله اصلی وجود دارد که عبارتند از:

- دیاژنز (diagenesis)
- کاتاژنز (katagenesis)
- متاژنز (metagenesis)

مرحله دیاژنز (Diagenesis)

مرحله دیاژنز مواد آلی، از همان لحظه ای که رسوبات دفن می شوند، آغاز می گردد. گلهای تازه نهشته شده، فاقد استحکام بوده و معمولا بیش از ۷۰ درصد آب و خلل و فرج دارند. این گلها پس از دفن، به سرعت فشرده می شوند. بیشتر تخلخل آنها در ۵۰۰ متر اول دفن، از بین می رود. پس از آن فشردگی شیلها، بسیار آهسته تداوم می یابد و هر ماده آلی که داخل شیل باشد، تغییرات پیچیده ای را تحمل می کند.

مرحله کاتاژنز (Katagenesis)

در طی تدفین با افزایش حرارت و فشار، ساختمان کروژن از لحاظ ترمودینامیکی ناپایدار شده و شرایط جدید فیزیکوشیمیایی، باعث تغییر آن می شود. به این تغییرات در کروژن که در اثر افزایش فشار و حرارت، طی زمان زمین شناسی بوجود می آید، بلوغ (**maturation**) می گویند که شامل تجزیه حرارتی (**thermal degradation**) و شکستن کروژن (**cracking**) به مولکولهای کوچکتر و تبدیل آن به یک مادۀ پایدارتر غنی از کربن، نظیر هیدروکربن است.

مرحله متاژنز (Metagenesis)

در نهایت در مرحله بعدی یعنی متاژنز، تولید مستقیم هیدروکربن از کروژن متوقف می شود اما کماکان طی دگرسانی حرارتی، از نفت تولید شده قبلی، متان قابل توجهی تولید می گردد.

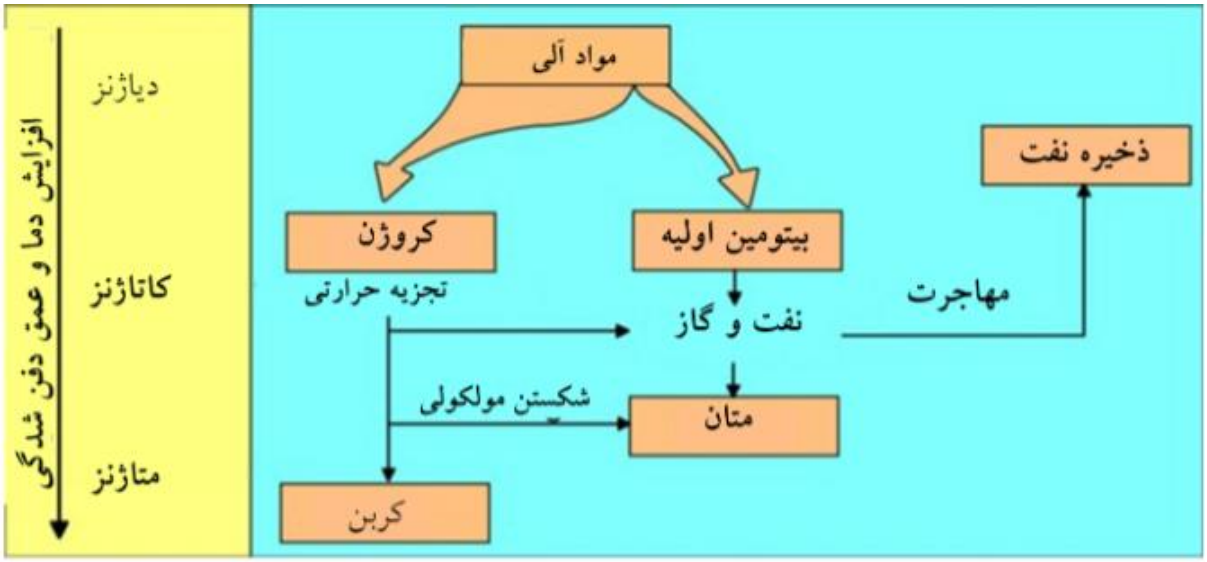
کروژن Kerogen

کروژن به مواد آلی موجود در سنگ های رسوبی گفته می شود که در حلالهای آلی حل نمی شود .
عدم حلالیت کروژن به دلیل اندازه بزرگ مولکولهای متشکله و ساختمان پیچیده آن است . کروژن در واقع منشأ ترکیبات نفتی است و نوع آن، نوع هیدرو کربن تولید شده را کنترل می کند.

فشار و دمای لازم برای تولید هیدرو کربن :

در عمق حدود ۱ تا ۲ کیلومتری، مرحله کاتاژنز شروع می شود . مرحله آغازین کاتاژنز تا عمق حدود ۳ کیلومتری، با زون اصلی تولید نفت مطابقت دارد . سنگهای منشأ که در این محدوده عمقی دفن شده اند، در پنجره نفتی قرار دارند . مراحل پایانی کاتاژنز، در عمق حدود ۳ تا ۳/۵ کیلومتر واقع می شود که زون اصلی تولید گاز است. در اعماق بیش از ۴ کیلومتر، سنگ منشأ بسیار بالغ شده و مرحله متازنز آغاز می گردد. تنها محصول شکستن حرارتی دیگر هیدروکربنها، در این حالت متان است.
از نقطه نظر حرارتی، پنجره نفتی وقتی باز می شود که دمای سنگ منشأ، به بیش از ۶۰ درجه سانتی گراد برسد . در درجه حرارت پایین، نفت حاصله سنگین و نابالغ است و با افزایش درجه حرارت نفت سبک

تر تولید می شود. حداکثر میزان تولید نفت، در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد رخ می دهد و پس از آن روند کاهشی می گیرد. در دمای ۱۷۵ درجه سانتی گراد، پنجره نفتی بسته شده و زون اصلی تولید گاز، آغاز می گردد. این روند در دمای ۲۲۵ درجه سانتی گراد متوقف می شود. متان همچنان تا دمای بالاتر از ۳۱۵ درجه سانتیگراد که سنگ منشأ، وارد فاز دگرگونی ناحیه ای می شود ، بر اثر شکستن نفت تولید می گردد.



شکل1- شکل شماتیک مکانیسم تولید و تخریب هیدروکربن ها

سنگ منشأ

سنگ منشأ از نظر تعریف ، سنگ دانه ریز غنی از ماده آلی که قادر است، در اثر تکامل حرارتی، هیدرو کربن تولید کند.

سنگهای دانه ریز غنی از مواد آلی که شامل سنگهای تخریبی ریز دانه مانند شیل ها و سنگهای کربناته ریز دانه بوده و قادرند در اثر تکامل حرارتی، تولید هیدرو کربن نمایند. به دلیل ریزدانه بودن سنگهای منشأ، اندازه منافذ آنها بسیار کوچک و نفوذ پذیری آنها بسیار اندک است. لذا خروج هیدروکربن‌های تولید شده از آنها طی فرآیند مهاجرت اولیه کار ساده ای نیست و یکی از ناشناخته ترین مسائل زمین شناسی نفت است . کوچک بودن منافذ سنگ منشأ در کنار حلالیت کم هیدروکربنها در آب، سبب شده تا مدل های مختلفی برای خروج هیدرو کربن از سنگ منشأ ارائه شود که شامل موارد زیر است :

- حرکت هیدرو کربنها به صورت قطره یا حباب، از میان خلل و فرج اشباع از آب
- مهاجرت به شکل محلول مولکولی برای هیدرو کربن های سبک
- حرکت مستقل فاز هیدرو کربنی و نقش میکرو فراکچرها یا ریز شکستگی‌ها در سنگ منشأ

شیل های نفتی Oil Shales

شیل های نفتی، سنگ منشأهایی هستند که هیچگاه به درجه حرارت لازم، جهت زایش نفت و گاز نرسیده اند . این سنگهای دانه ریز، دارای مقادیر قابل توجهی کروژن هستند . شیل های نفتی معمولاً وضعیت نابالغ کروژن، پیش از دفن عمیق را حفظ می کند و فقط تحت تأثیر تجزیه حرارتی، نفت تولید می کند. از طرف دیگر یک سنگ منشأ نفت، به منظور تبدیل کروژن به نفت، نیاز به دفن قابل ملاحظه و درجه حرارت کاتاژنزی دارد.

سنگ مخزن:

یک مخزن هیدروکربنی، سنگی است که هم دارای ظرفیت ذخیره سازی بوده (متخلخل باشد) و هم توانایی عبور سیال از میان خود را داشته باشد (نفوذ پذیر باشد). سنگ مخزن اصولاً باید تخلخلی بین ۵ تا ۳۰ درجه داشته باشد چرا که تخلخل کمتر از ۵ درصد به ندرت می‌تواند حجم اقتصادی از هیدروکربن‌ها را در خود ذخیره کند و تخلخل بیش از ۳۰ درصد نیز بسیار نادر است. لازم به ذکر است

که برای یک سنگ مخزن، صرفاً فضاهای خالی(تخلخل) پر از نفت و گاز، کافی نیست بلکه خلل و فرج، باید به هم متصل بوده تا هیدروکربن‌ها، اجازه حرکت در داخل سنگ مخزن و خروج از آن را داشته باشند. (نفوذپذیری)

سنگ‌های مخزن ذخایر هیدروکربنی، بیشتر ماسه سنگی و کربناتی هستند. بیش از ۶۰ درصد هیدروکربن های خاورمیانه، در مخازن کربناته قرار دارند. از سنگ‌های مخزن کربناته موجود در میدان آقاجاری ایران و از طریق چاه های مختلف، روزانه بیش از ۱۰۰ هزار متر مکعب نفت، استخراج می‌شود.

پوش سنگ:

سنگ‌هایی که می‌توانند از حرکت رو به بالای هیدروکربنها جلوگیری کنند، پوش سنگ نامیده می شوند. پس باید در برابر هیدروکربن نفوذ ناپذیر باشند. اساساً سنگی که نفوذ پذیری آن، صفر باشد وجود ندارد اما سنگ‌های تبخیری، در برابر هیدروکربنها تراوایی بسیارکمی دارند .

پوش سنگ‌ها می‌توانند شامل انواع سنگ‌های رسوبی مانند کربنات‌ها (میکریت‌ها) ، آواری‌ها (شیل‌ها) و تبخیری‌ها (انیدریت و نمک) باشند. کربنات‌های ریزدانه و آنهایی که به دلیل سیمانی شدن کامل، تراوایی خود را از دست داده اند، پوش سنگهای خوبی هستند اما کربناتها به دلیل شکننده بودن در مناطق فعال تکتونیکی، می توانند ویژگی پوش سنگ بودن خود را، از دست بدهند .

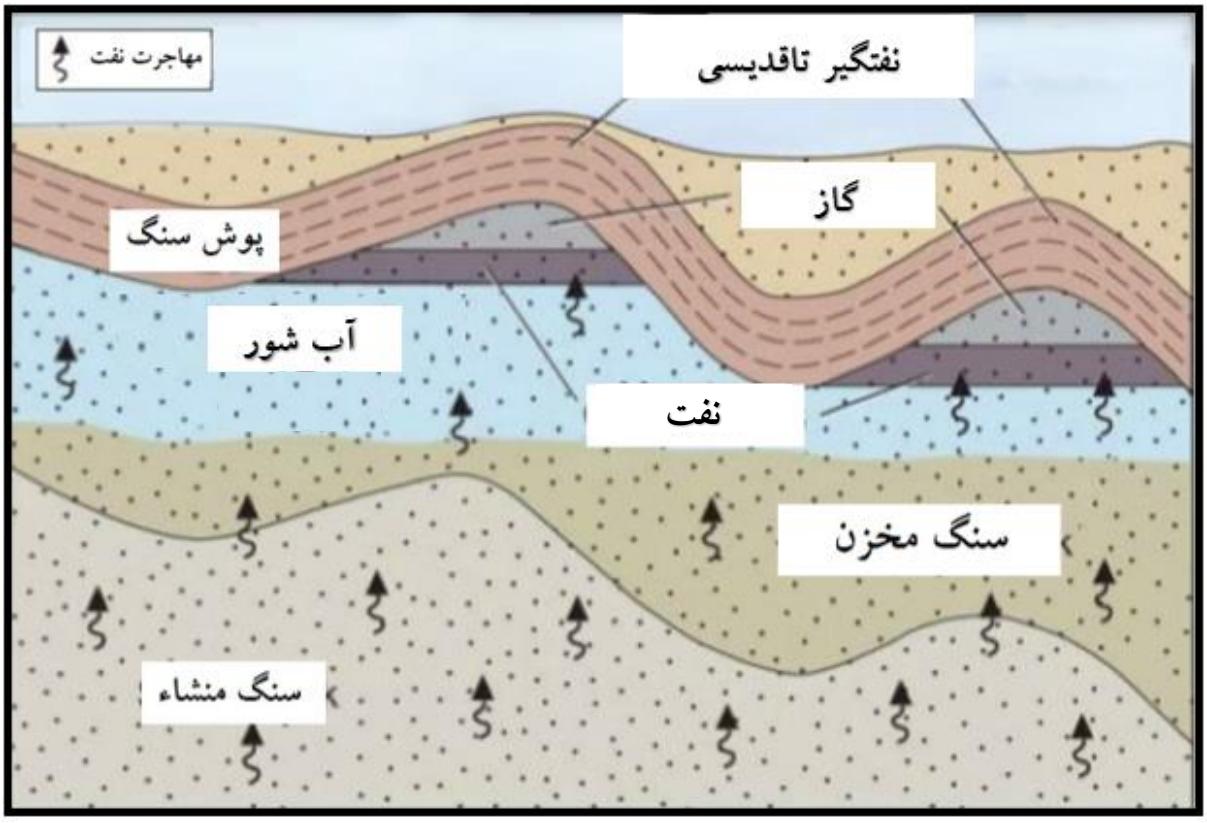
شیل ها، فراوان ترین سنگهای رسوبی هستند و بیش از ۶۰ درصد پوش سنگ میدان های بزرگ نفتی را تشکیل می دهند. شیلها در مقایسه با سنگهای کربناته، شکنندگی کمتری دارند لذا در مناطق فعال تکتونیکی، ویژگی پوش سنگی خود را کمتر از دست می دهند. سنگهای تبخیری، بهترین نوع پوش سنگها هستند چون تراوایی آنها، نزدیک به صفر است و در برابر عملکرد نیروهای تکتونیکی، دچار تغییر شکل پلاستیک شده و شکننده نیستند.

نفتگیر یا تله نفتی:

یکی از بخش‌های مهم یک سیستم نفتی، تله نفتی است. زمانی که نفت، در سنگ منشأ تولید می‌شود از طریق لایه‌های نفوذ پذیر، به سمت بالا و اطراف حرکت می کند تا زمانی که به سنگ‌های نفوذ ناپذیری که مانع حرکت و فرار به سمت زمین می‌شوند، برخورد کند. در این حالت نفت به تله می‌افتد. نفت

گیرها یا تله های نفتی، به ساختارهایی متشکل از سنگ مخزن و پوش سنگ گفته می شود که دارای وضعیت هندسی مناسبی برای تجمع و ذخیره سازی نفت باشند. تجمع نفت در یک نفتگیر یا سنگ مخزن منفرد، Pool نامیده می شود. چندین مخزن نفتی مجاور که به صورت عمودی یا به صورت جانبی در کنار هم قرار گرفته‌اند را میدان نفتی می‌گویند مانند میدان نفتی مسجدسلیمان. به مجموعه میدان‌های موجود در یک حوضه رسوبی، ایالت نفتی یا حوضه نفتی گفته می شود مانند حوضه نفتی زاگرس.

جریان طبیعی نفت تحت تأثیر سه نیروی فشار آب مخزن، فشار گاز سرپوش و فشار گاز حل شده در نفت، قرار می گیرد. اما گاهی لازم است برای حرکت آسان تر نفت، با توجه به جنس سنگ مخزن از روشهای مختلف، همچون تزریق آب یا انواع مواد شیمیایی استفاده شود تا نفت محبوس در سنگ مخزن به سهولت درون چاه، تزریق و به سمت زمین حرکت کند.



شکل2- موقعیت سنگ منشاء، سنگ مخزن و پوش سنگ در یک تله نفتی

زغال سنگ:

زغال سنگ یک سنگ رسوبی است که بیش از ۵۰ درصد وزن آن را مواد کربنی تشکیل می دهد و حاصل تراکم تورب تشکیل شده در زمین های پوشیده از گیاه و اشباع از آب است که اصطلاحاً به این محیط ها مرداب می گویند.

شایان ذکر است مرداب هایی که محیط مناسبی برای تشکیل زغال سنگ هستند، لزوماً در آب و هوای استوایی و قطبی تشکیل نمی شوند. امروزه بر خلاف تصور گذشته، بخوبی مشخص شده است که بسیاری از زغال سنگ ها در آب و هوای سرد و در عرض های جغرافیایی متوسط تا بالا قرار دارند. به عنوان مثال ۶۰ درصد منابع تورب جهان به سن کربنیفر به روسیه تعلق دارد که در عرض های جغرافیایی ۵۰ تا ۷۰ درجه شمالی تمرکز یافته اند.

مطالعات آب و هوای دیرینه نشان می دهد که در دوره کربنیفر مناطق مرطوب کره زمین در بلوک های قاره ای در عرض های جغرافیایی بالاتر در نیمکره شمالی قرار داشتند یعنی در طول این زمان مردابهای موجود در مناطق اروپای غربی، بلژیک، فرانسه، آلمان، انگلیس، هلند، لهستان، اسپانیا، کانادا و آمریکا، برای تشکیل زغال سنگ مناسب بوده اند. جنگلهای بارانی استوایی به ندرت می توانند سبب تجمع تورب شوند، زیرا دمای بالا موجب افزایش سرعت اکسید شدن و فساد مواد آلی شده و مانع تشکیل زغال سنگ می گردد.

پاسخ فعالیت ها

فعالیت تکمیلی صفحه ۲۵

- **نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی سنگهای یک منطقه در جدول زیر ارائه شده است. در کدام عناصر بی هنجاری مثبت و در کدام عناصر بی هنجاری منفی دیده می شود؟**

عنصر	درصد بر اساس جرم	بی هنجاری
Fe	۱۲	مثبت
Cu	۰/۰۰۰۷	منفی
Pb	۰/۰۱	مثبت
Zn	۰/۰۰۰۹	منفی

فعالیت تکمیلی صفحه ۲۹

- **کلارک تمرکز عناصر درج شده در جدول را تعیین کنید:**

عنصر	حد اقل عیار جهت استخراج سود آور	کلارک تمرکز
آلومینیوم	۳۲	۴
منگنز	۳۵	۳۵۰
مس	۱	۱۶۷
سرب	۴	۲۵۰۰

فعالیت تکمیلی صفحه ۲۹

- **علاوه بر عوامل حجم و غلظت ، چه عواملی در مقرون به صرفه شدن یک معدن دخالت دارند؟**

علاوه بر حجم و غلظت، عواملی مانند:

نوع کانه و میزان علاقه و تقاضای آن کشور به کانه مورد نظر،کانی های همراه با کانه، نسبت کانه به باطله، عمق ذخیره آن، هزینه استخراج، ارزش ماده معدنی، قیمت ماده معدنی، راههای دسترسی، شرایط جغرافیایی منطقه و ... در مقرون به صرفه بودن یک معدن دخالت دارند.

- **به چه دلیل برخی از معادن متروکه، پس از مدتی مورد بهره برداری مجدد قرار می گیرند؟**

۱. **ارزش و قیمت جهانی ماده معدنی افزایش پیدا کند .**
۲. **مقدار آن کمیاب شود .**
۳. **فناوری های مدرن استخراج با هزینه کمتر شناخته شود.**
۴. **کاربرد جدیدی برای کانی های کم ارزش این معدن کشف می شود.**

جمع آوری اطلاعات صفحه ۳۲

- **در مورد مزایا و معایب دو روش استخراج روباز و زیر زمینی تحقیق کنید.**

مزایای روش استخراج روباز :

- **استخراج ۹۵ تا ۱۰۰ درصد سنگ‌معدن موجود(راندمان استخراج بالاتر)**
- **امکان استفاده از انواع ماشین‌های سنگین معدن‌کاوی**
- **نیاز به صرف هزینه‌های کمتر**
- **نیاز کمتر به به‌کارگیری نیروی انسانی**

معایب روش استخراج روباز:

- **بالا بودن حجم عملیات باطله برداری**
- **تخریب حجم عظیمی از زمین**
- **وارد کردن آسیب‌های زیست محیطی قابل‌توجه**
- **ایجاد آلودگی صوتی ناشی از انفجارهای زیاد**

مزایای روش استخراج زیرزمینی:

- **کاهش هزینه های باطله برداری**
- **نیاز به فضای کمتر نسبت به روش روباز**
- **کاهش اثرات منفی زیست محیطی**
- **حداقل تأثیرپذیری از تغییرات آب و هوایی بر فعالیت‌های معدنی**
- **افزایش مدت زمان بهره برداری در طول سال**

معایب روش استخراج زیرزمینی :

- **بهره‌وری پایین(راندمان استخراج پایین)**
- **نیاز به انرژی و هزینه بالاتر جهت تهوبه، روشنایی**
- **افزایش هزینه های آبکشی و حمل و نقل**
- **وجود تشعشعات و گازهای سمی**
- **وقوع اتفاقاتی مانند ریزش تونل‌های معدن**
- **وجود امنیت پایین‌تر برای کارکنان معدن**
- **فرونشست سطح زمین به دلیل ایجاد تونل‌های زیرزمینی**
- **احتیاج به نیروی کار بیشتر و تجهیزات بسیار تخصصی**

پیوند با ریاضی صفحه ۳۲

- **اگر عیار اقتصادی طلا در ذخایر آن ۲ ppm باشد. محاسبه کنید در یک معدن طلا ، از ۳ تن سنگی که استخراج می شود ، چند گرم طلا به دست می آید؟**

ppm مخفف Part Per Million ، به معنی واحد در میلیون می باشد. ppm یک کمیت بدون واحد است و جهت مشخص کردن میزان بسیار کمی از مواد خاص استفاده می شود.

۱ تن = ۱۰۰۰۰۰۰ گرم

۳ تن = ۳۰۰۰۰۰۰ گرم

۲ ۱۰۰۰۰۰۰

X ۳۰۰۰۰۰۰

X = ۶ گرم

پاسخ دهید صفحه ۳۳

- **حداقل یک دلیل بیاورید که کانی کلسیت یا ژیپس نمی تواند یک کانی قیمتی باشد؟**

گوهرها سختی نسبتاً بالایی دارند. اما کانی های «ژیپس» و «کلسیت» که سختی کمی دارند در تماس با سایر اجسام به سرعت از بین می روند. این کانیها با درجه سختی ۲ و ۳ از سایر اجسام خراش بر می دارند و کدر می شوند. از طرفی این دو کانی در طبیعت فراوان هستند.

گفتگو کنید صفحه۳۵

- **گوهر ها را چگونه برش می دهند ؟**

جواهرات سختیهای متفاوتی دارند. معمولاً هر جواهر را به وسیله جواهری سخت تر ازآن برش و صیقل می دهند. الماس جواهری است که برای برش دادن سایر جواهرات از آن استفاده می شود برخی از گوهرها را با اجسام سخت تر از آنها تراش می دهند. برخی با لیزر و برخی با فناوری واترجت تراشیده می شوند.

- تفاوت الماس و برلیان در چیست ؟

الماس یک گوهر با ارزش است که به دلیل سختی بالا در صنعت و به دلیل جلای بسیار زیبا در جواهر سازی کاربرد دارد اما برلیان یک نوع تراش بسیار زیبا، برای جواهرات به ویژه الماس است که دارای ۴۸ سطح صیقلی درخشنده است.

- از الماس در سرمته حفاری استفاده می کنند . علت چیست ؟

الماس سیاه ارزش چندانی ندارد و به طور وسیع در کشور برزیل استخراج می شود. درجه سختی الماس عدد ۱۰ بوده و پودر آن را برای ساختن انواع مته ها استفاده می کنند زیرا می تواند سایر سنگ ها و مواد سخت را برش دهد.

فعالیت تکمیلی صفحه ۳۶

- اگر در فرایند تشکیل نفت خام، فشار و دما از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت، بیشتر یا کمتر شود، چه اتفاقی رخ می دهد؟

اگر دما و فشار از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت در سنگهای رسوبی کمتر شود، شرایط تشکیل نفت و گاز مهیا نیست بنابراین با وجود مواد اولیه تشکیل نفت در سنگ مادر، فرایند تشکیل نفت و گاز متوقف می شود و نفت تشکیل نمی شود.
اگر دما و فشار از حد مورد نیاز برای تشکیل نفت در سنگهای رسوبی بیشتر شود و به طور مثال دما به بیش از ۲۰۰ درجه سانتی گراد برسد، سنگ منشأ دگرگون شده و نفت تولید شده از بین می رود.

فکر کنید صفحه ۳۸

- وجود ذخایر زغال سنگ در سیبری که امروزه سرزمینی سرد و بدون جنگلهای انبوه می باشد را چگونه توجیه می کنید؟

تشکیل زغال سنگ بر خلاف تصور عموم، عمدتاً نیاز به جنگل های انبوه در مناطق با آب و هوای سرد و مرطوب تا نیمه گرمسیری و مردابهای خاص در عرض های جغرافیایی متوسط تا بالا دارد. وجود

ذخایر عظیم زغال سنگ در عرضهای جغرافیایی بالا و سرد قطبی، شاهدی بر حرکت ورقه های سنگ کره و تغییرات آب و هوایی است. ابتدا منابع زغال در عرضهای جغرافیایی پایین تر تشکیل شده و با حرکت ورقه ها به سمت عرضهای جغرافیایی بالا (قطبی) به این مناطق حمل می شود و می توان امروزه آنها را در سرزمینهای بدون جنگل انبوه مثل سیبری مشاهده کرد.

- **لایه های زغال دار طبس نشان دهنده چه نوع آب و هوایی در گذشته این منطقه است؟**

لایه های زغال دار طبس، نشانه وجود آب و هوای مرطوب و نیمه گرمسیری حاکم بر این منطقه، در گذشته دور است.

- **چرا برخی از مناطق، با وجود جنگلی بودن مکان مناسبی برای تشکیل زغال سنگ نیستند؟**

زیرا سایر شرایط تشکیل زغال سنگ در آن محل مهیا نبوده است. مرحله اصلی تشکیل زغال سنگ، تجمع بقایای گیاهی به مقدار زیاد است و از آن مهم تر حفظ اجساد گیاهی از تجزیه و اکسایش، توسط پوشش و لایه های رسوبی است . نزدیکی جنگلها به محیط مردابی و محیط دریایی که با پیشروی و پس روی های خود بتواند رسوبات پوشاننده را بر روی اجساد گیاهی قرار دهد، لازم است. پس باید این جنگلها در نزدیکی مرداب ها باشند. علاوه بر اینها دمای محیط نباید بالا باشد چرا که دمای بالا سبب افزایش سرعت اکسایش شده و مانع تشکیل زغال سنگ می شود.