

بسم الله الرحمن الرحيم

كان

داكتر مير محمد ناصر

به دانشجویان کشورم

فهرست

پیشگفتار.....	۱۲
بخش اول، فلزات.....	۱۳
۱: مفاهیم اساسی.....	۱۴
۲: کان های فلزی.....	۱۶
۲-۱: کان های فلزی آهنی.....	۱۷
۲-۱-۱: کان های آهن.....	۱۷
۲-۱-۲: کان های منگان.....	۲۵
۲-۱-۳: کان های کرومיום.....	۳۰
۲-۱-۴: کان های تیتانیوم.....	۳۳
۲-۱-۵: کان های ونادیوم.....	۳۶
۲-۲: کان های فلزی غیر آهنی.....	۴۰
۲-۲-۱: فلزهای غیر آهنی سنگین.....	۴۰
۲-۲-۱-۱: کان های نیکل.....	۴۰
۲-۲-۱-۲: کان های کوبالت.....	۴۶
۲-۲-۱-۳: کان های مس.....	۴۹
۲-۲-۱-۴: کان های سرب و جست.....	۵۹
۲-۲-۱-۵: کان های انتیمون.....	۶۷
۲-۲-۱-۶: کان های ارسنیوم.....	۷۱
۲-۲-۲: فلزهای غیر آهنی سبک.....	۷۴
۲-۲-۲-۱: کان های المونیوم.....	۷۵
۲-۲-۲-۲: کان های بریلیوم.....	۷۹
۲-۲-۳-۲: کان های سزیوم.....	۸۴
۲-۲-۲-۴: کان های لیتیوم.....	۸۶

- ۹۱ ۲-۲-۲-۵: کان های مگنزیوم.
- ۹۴ ۲-۲-۲-۶: کان های سودیم، پتاشیم، کلسیوم، استرونیوم، باریوم و سیلیسیوم.
- ۹۴ ۲-۲-۲-۶-۱: سودیم.
- ۹۵ ۲-۲-۲-۶-۲: پتاشیم.
- ۹۶ ۲-۲-۲-۶-۳: کلسیوم.
- ۹۹ ۲-۲-۲-۶-۴: استرونیوم.
- ۱۰۰ ۲-۲-۲-۶-۵: باریوم.
- ۱۰۱ ۲-۲-۲-۶-۶: سیلیسیوم.
- ۱۰۲ ۲-۲-۳: فلزهای غیر آهنی کمیاب.
- ۱۰۳ ۲-۲-۳-۱: کان های سیماب.
- ۱۰۷ ۲-۲-۳-۲: کان های بیسموتیوم.
- ۱۱۱ ۲-۲-۳-۳: کان های قلع.
- ۱۱۶ ۲-۲-۳-۴: کان های ولفرامیوم.
- ۱۲۱ ۲-۲-۳-۵: کان های مولیبدنوم.
- ۱۲۶ ۲-۲-۳-۶: کان های نیوبیوم و تننتال.
- ۱۳۳ ۲-۲-۳-۷: کان های زیرکونیوم.
- ۱۳۶ ۲-۳: فلزات کمیاب ردیابی شونده.
- ۱۳۶ ۲-۳-۱: کان های کدیمیوم.
- ۱۳۸ ۲-۳-۲: کان های گالیوم.
- ۱۳۹ ۲-۳-۳: کان های گرمانیوم (جرمانیوم).
- ۱۴۲ ۲-۳-۴: کان های هفنیوم.
- ۱۴۲ ۲-۳-۵: کان های ایندیوم.
- ۱۴۴ ۲-۳-۶: کان های روبیدیوم.
- ۱۴۴ ۲-۳-۷: کان های رنیوم.

- ۱۴۶..... ۲-۳-۸: کان های اسکاندیوم.....
- ۱۴۸..... ۲-۳-۹: کان های سلنیوم.....
- ۱۵۰..... ۲-۳-۱۰: کان های تلوریوم.....
- ۱۵۳..... ۱۱-۲-۳: کان های تالیوم.....
- ۱۵۵..... ۲-۴: خاک های کمیاب (عناصر خاکی کمیاب).....
- ۱۶۴..... ۲-۵: فلزات گرانبها.....
- ۱۶۴..... ۲-۵-۱: کان های نقره.....
- ۱۷۲..... ۲-۵-۲: کان های طلا.....
- ۱۷۷..... ۲-۵-۳: کان های پلاتین و پلاتینوئیدها.....
- ۱۸۵..... ۲-۶: فلزات رادیواکتیو (رادیواکتیف).....
- ۱۹۷..... بخش دوم، غیر فلزات.....
- ۱۹۸..... ۳: کان های غیر فلزی.....
- ۱۹۸..... ۳-۱: انواع کان های غیر فلزی.....
- ۱۹۹..... ۳-۱-۱: الماس.....
- ۲۰۲..... ۳-۱-۲: فاسفور.....
- ۲۰۳..... ۳-۱-۳: مایکاها.....
- ۲۰۵..... ۳-۱-۴: فلدسپارها (فلدسپات ها).....
- ۲۰۶..... ۳-۱-۵: کوروندوم (سنگ سنبله).....
- ۲۰۷..... ۳-۱-۶: کوارتز کرسنتالی.....
- ۲۰۷..... ۳-۱-۷: فلوریت.....
- ۲۰۸..... ۳-۱-۸: باریت.....
- ۲۰۹..... ۳-۱-۹: ازبست ها یا پنبه های کوهی (پنبه های در نگیرنده، درناگیر یا ناسوز).....
- ۲۱۲..... ۳-۱-۱۰: سنگ صابون.....
- ۲۱۳..... ۳-۱-۱۱: مگنزیت.....

- ۲۱۴..... ۳-۱-۱۲: گرافیت.
- ۲۱۵..... ۳-۱-۱۳: مواد خام گلی.
- ۲۱۵..... ۳-۱-۱۳-۱: گل ها و سنگ های گلی.
- ۲۱۷..... ۳-۱-۱۳-۲: بنتونیت ها.
- ۲۱۸..... ۳-۱-۱۳-۳: کائولین ها (کاولین ها یا کولین ها).
- ۲۱۹..... ۳-۱-۱۴: اِواپوریت ها.
- ۲۱۹..... ۳-۱-۱۴-۱: نمک طعام.
- ۲۲۰..... ۳-۱-۱۴-۲: نمک های پتاسیم و مگنزیوم.
- ۲۲۱..... ۳-۱-۱۴-۳: سنگ گچ.
- ۲۲۱..... ۳-۱-۱۵: منابع سلفر.
- ۲۲۲..... ۱-۱۶-۳: دیاتومیت ها.
- ۲۲۳..... ۳-۱-۱۷: آهک و دولومیت.
- ۲۲۶..... ۳-۱-۱۸: منابع مواد خام برای ریخته گری.
- ۲۲۸..... ۳-۱-۱۹: منابع مواد خام پدیدنی.
- ۲۲۹..... ۳-۱-۲۰: سنگ های اِروپتئو (آتشفشانی) تَرئینی (زینتی).
- ۲۳۳..... ۳-۱-۲۱: ریگ ها و جغل ها.
- ۲۳۶..... ۳-۱-۲۲: سنگ های ریگی و کوارتزیت ها.
- ۲۳۷..... ۳-۱-۲۳: زئولیت.
- ۲۴۰..... ۳-۱-۲۴: سنگ های گرانبها (سنگ های قیمتی).
- ۲۴۱..... ۳-۱-۲۴-۱: بریل و تنوعات آن.
- ۲۴۳..... ۳-۱-۲۴-۲: کریزوبریل و تنوعات آن.
- ۲۴۴..... ۳-۱-۲۴-۳: گارنت (گرانات) و تنوعات آن.
- ۲۴۶..... ۳-۱-۲۴-۴: اولیوین و تنوعات آن.
- ۲۴۶..... ۳-۱-۲۴-۵: کوروندوم (سنگ سنباده) و تنوعات آن.

- ۲۴۷..... ۳-۱-۲۴-۶: کوارتز و تنوعات آن.
- ۲۵۰..... ۳-۱-۲۴-۷: اوپال و تنوعات آن.
- ۲۵۱..... ۳-۱-۲۴-۸: مولداویت (ولتاوین).
- ۲۵۲..... ۳-۱-۲۴-۹: سنگ های گرانبها و تزئینی دیگر.
- ۲۵۲..... ۳-۱-۲۴-۹-۱: کالسدون و تنوعات آن.
- ۲۵۵..... ۳-۱-۲۴-۹-۲: لاجورد.
- ۲۵۶..... ۳-۱-۲۴-۹-۳: سنگ مرمر.
- ۲۵۶..... ۳-۱-۲۵: آب های زیر زمین (آب های زیرزمینی).
- ۲۶۲..... ۳-۱-۲۵-۱: حرکت آب زیرزمینی در محیط سنگ ها.
- ۲۶۲..... ۳-۱-۲۵-۲: رابطه میان آب زیرزمینی و سنگ ها.
- ۲۶۵..... ۳-۱-۲۵-۳: حرکت آب زیرزمینی در محیط جیولوجیکی.
- ۲۶۶..... ۳-۱-۳-۱-۲۵: حرکت آب زیرزمینی در کفیدگی ها (ورشکستگی ها).
- ۲۶۶..... ۳-۱-۲۵-۳-۲: حرکت آب زیرزمینی در کارست ها.
- ۲۶۷..... ۳-۱-۲۵-۴: ساختارهای هیدروژیولوجیکی.
- ۲۶۷..... ۳-۱-۲۵-۵: نشأت آب زیرزمینی و چشمه ها.
- ۲۶۸..... ۳-۱-۲۵-۶: خواص کیمیائی و فزیکائی آب زیرزمینی.
- ۲۶۹..... ۳-۱-۲۵-۷: پژوهش هیدروژیولوجیکی.
- ۲۶۹..... ۳-۱-۲۵-۷-۱: نقشه برداری هیدروژیولوجیکی.
- ۲۷۰..... ۳-۱-۲۵-۷-۲: متوذهای هیدرولوجی.
- ۲۷۰..... ۳-۱-۲۵-۷-۳: پژوهش ذریعهء برمه کاری.
- ۲۷۱..... ۳-۱-۲۵-۷-۴: متوذهای هیدروژیوکیمیائی.
- ۲۷۲..... ۳-۱-۲۵-۷-۵: آزمایش های هیدرودینامیکی.
- ۲۷۳..... ۳-۱-۲۵-۷-۶: پژوهش با کمک مودل های ریاضی.
- ۲۷۴..... ۳-۱-۲۵-۷-۷: متوذهای جیوفزیکائی.

- ۲۷۵.....۳-۱-۲۶: آب های معدنی (منزالی).
- ۲۷۶.....۳-۱-۲۶-۱: دسته بندی و نامگذاری آب های معدنی.
- ۲۸۰.....بخش سوم، مواد سوخت فوسیلی.
- ۲۸۱.....۴: مواد سوخت فسیلی.
- ۲۸۲.....۴-۱: زغال.
- ۲۸۴.....۴-۱-۱: زغال و محیط رسوبی.
- ۲۸۴.....۴-۱-۱-۱: رسوبات جهیلی.
- ۲۸۵.....۴-۱-۱-۲: رسوبات دلتائی.
- ۲۸۵.....۴-۱-۱-۳: رسوبات فلوریل - دریائی.
- ۲۸۶.....۴-۱-۱-۴: رسوبات کلاستیک.
- ۲۸۶.....۴-۱-۱-۵: رسوبات لاگونی.
- ۲۸۷.....۴-۱-۲: عوامل پیدایش زغال.
- ۲۸۷.....۴-۱-۲-۱: گیاهان زغال ساز.
- ۲۸۸.....۴-۱-۲-۲: شرایط اقلیمی.
- ۲۸۸.....۴-۱-۲-۳: شرایط تکثر و نیک و پالئو جیوگرافی.
- ۲۸۹.....۴-۱-۳: روند زغال شدن.
- ۲۹۰.....۴-۱-۳-۱: ایجاد زغال نارس (مرحله بیوکیمیائی).
- ۲۹۱.....۴-۱-۳-۲: تغییر زغال نارس به زغال (مرحله جیوکیمیائی).
- ۲۹۵.....۴-۱-۴: تأثیر مگماتیت ها بر زغال.
- ۲۹۵.....۴-۱-۵: پتروگرافی زغال.
- ۲۹۶.....۴-۱-۵-۱: اجزای ماکروسکوپی - لیتوتیپ ها.
- ۲۹۷.....۴-۱-۵-۲: اجزای میکروسکوپی - میکرو لیتوتیپ ها (ماسرال ها).
- ۳۰۱.....۴-۱-۶: مواد غیر عضوی در زغال.
- ۳۰۳.....۴-۱-۷: سیستم های دسته بندی زغال.

۳۰۳	.....	سیستم امریکائی ای اس تی ام
۳۰۵	.....	سیستم اروپائی ای سی ای
۳۰۶	.....	هیدروکاربن ها (نفت و گاز)
۳۱۰	.....	نقش حرارت و عمق در ایجاد هیدروکاربن ها
۳۱۱	.....	شکل گیری هیدروکاربن ها از زغال؟
۳۱۲	.....	مهاجرت هیدروکاربن ها
۳۱۲	.....	مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها
۳۱۴	.....	مهاجرت دومی هیدروکاربن ها
۳۱۵	.....	تجمع هیدروکاربن ها در کان
۳۱۵	.....	هیدروکاربن ها در لگن های رسوبی
۳۱۷	.....	انواع هیدروکاربن ها
۳۱۷	.....	گاز طبیعی
۳۱۸	.....	نفت خام
۳۲۲	.....	نفت سنگین
۳۲۳	.....	هیدروکاربن های جامد
۳۲۳	.....	هیدرات های متان
۳۲۵	.....	فهرست منابع
۳۲۷	.....	عکس ها

پیشگفتار

خواننده گرامی،

کتابی را که در دست دارید، کتاب درسی است که برای دانشجویان، دست اندرکاران و علاقمندان رشته های جیولوجی و معادن نوشته ام. سه بخش دارد. در بخش اول کان های فلزات را به شناسائی گرفته ام. بخش شامل کان های فلزی آهنی، کان های فلزی غیر آهنی، فلزات کمیاب ردیابی شونده، عناصر خاکی کمیاب، فلزات گرانبها و فلزات رادیواکتیو (رادیواکتیف) می باشد. بخش دوم کتاب را به کان های غیر فلزی اختصاص داده ام و شامل بحث هایی است درباره مواد خام ساختمانی، سنگ های تزئینی و سنگ های گرانبها (قیمتی). همچنان در این بخش در باره منابع آب زیرزمینی و معدنی (منرالی) چند سطری نوشته ام، هر چند میدانم که آب زیرزمینی اصولاً موضوع بحث برای هیدروجیولوجی است. در بخش سوم کتاب مواد سوخت فسیلی را معرفی می کنم که شامل دو موضوع اساسی است: زغال و هیدروکاربن ها (نفت و گاز).

تهیه کتاب دو سال را در بر گرفته است. در این دو سال تلاشم این بوده است تا کتاب را طوری بنویسم که از یکسو معلومات هر چه بیشتر در اختیار خواننده قرار داده شود و از سوی دیگر کتاب جنبه عملی داشته باشد. خواننده در کتاب نه تنها با منرال ها و مواد معدنی آشنا می شود، بل میتواند در باره کاربرد مواد معدنی نیز مختصراً معلومات حاصل کند.

کتاب خواه، ناخواه واژه های لاتین را در بر دارد. در نوشتن این واژه ها تلاش نموده ام تا تلفظ اصیل لاتین را بکار ببرم، نه تلفظ انگلیسی واژه ها را. پیریت، پیریت نوشته شده است، نه پایرایت. کرومیت، کرومیت آمده است، نه کرومایت. در بخش جملات پارسی کتاب نیز خود را پایبند اصالت دانسته ام و کوشش کرده ام تا از واژه های ناب پارسی کار بگیرم، هر چند پیش پا افتاده هم باشند. بر، درازی، بلندی و دبلی در بسا موارد جای عرض، طول، ارتفاع و ضخامت را گرفته است. در عین زمان اما تلاش نموده ام تا در پارسی نویسی از اغراق کار نگیرم.

خواننده ارجمند،

پیش از آنکه شما را به خوانش کتاب دعوت کنم، اجازه دهید تا از کسانی که مرا در نوشتن کتاب یاری رسانده اند، سپاسگذاری نمایم. این کتاب بی شکیبائی خانم مهربانم داکتر میکائله ناصر و بی همکاری همکار گرامی ام انجنیر یان ولک نمیتوانست بوجود بیاید. اولی بمن اجازه داد تا دو سال زندگی خانوادگی را صرف این کتاب کنم، دومی عکس های زیبای منرال ها را در اختیارم گذاشت. از هر دو سخت ممنونم.

میر محمد ناصر

بخش اول
فلزات

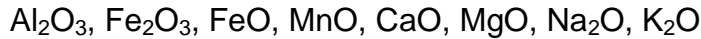
۱: مفاهیم اساسی

کان قسمت طبیعی قشر زمین است که بگونه عنصر یا منرال مورد استفاده قرار میگیرد. کان میتواند عنصر و یا عناصر فلزی را در بر داشته باشد، در آنصورت آن را **کان فلزی** می نامند. در صورتی که دارای عنصر فلزی نباشد، آن را **کان غیر فلزی** میگویند. دسته سوم را **مواد سوخت فسیلی** تشکیل میدهد که همان تیل، گاز و زغال است. باید یاد آور شد که **کان فلزی** همیشه از بابت عنصر فلزی اش استخراج نمیشود. میتوانیم پیریت را مثال بیاوریم که علاوه بر آهن، دارای عنصر سلفر نیز میباشد و بیشتر برای بدست آوردن سلفر استخراج میشود تا از بابت آهن. همچنان مهم است بدانیم که خود دسته بندی کان ها به منرال فلزی و غیر فلزی گاهگاهی مشکل ایجاد میکند. مثلاً در ادبیات امریکائی منرال های غیر فلزی مانند ازبست، اپاتیت و غیره را نیز منرال های فلزی مینامند.

کان های فلزی میتوانند یک یا چندین عنصر فلزی داشته باشند. کانی که دارای یک فلز است، بنام **کان یک فلزی (تک فلزی، مونومتالیک)** و کانی که دارای چندین عنصر فلزی است، بنام **کان چند فلزی (پولی متالیک)** یاد میشود. در برخی کشور ها کان های فلزی را به **کان های آهنی** و **کان های غیر آهنی** نیز دسته بندی میکنند. **کان های آهنی** کان هایی اند که در آنها آهن و یا عنصری که خواص کیمیائی شبیه آهن دارند (منگان، کرومیوم، تیتانیوم و ونادیوم)، موجود اند. بر عکس در **کان های غیر آهنی** آهن و عناصر شبیه آهن وجود ندارند. مهم ترین خاصیت کان فلزی **سپه گی** آن است. **سپه گی** مقدار فلز در کان را بیان مینماید. بگونه فیصدی نشان داده میشود و میتوان آن را **محتوای فلزی** و **یا تناسب فلزی** نیز نامید //۱. پارامتر دیگری که بر کیفیت کان تأثیر دارد، مقدار و چگونگی **همآمیزه** ها است. با منرال میتواند عنصر اضافی آمیخته شود. این عنصر اضافی را **همآمیزه** مینامند. **همآمیزه** ها کیفیت منرال را تغییر میدهند.

کان ها از نگاه پیدایش به **کان های درون زاد (ایندوجنیک)** و **برون زاد (اکزوجنیک)** تقسیم میشوند. **کان های درون زاد** در اثر روند های درونی قشر زمین - مگماتیزم، متامورفیزم و جریان های هیدروترمال - بوجود میآیند. **کان های برون زاد** در اثر روند های بیرونی که در روی زمین و یا در نزدیکی روی زمین در تماس با جو (اتموسفیر) و آب ها (هیدروسفر) رخ میدهند، شکل میگیرند و گاهگاهی در آن ها تأثیر بیوسفیر (زنده جان ها) نیز بروز میکند. در صورتی که در پیدایش کان هم روند های درونی و هم روند های بیرونی نقش داشته باشند، آن را **کان درون - برون زاد** و یا **برون - درون زاد** مینامند. **کان های درون زاد** و **برون زاد** مجموعاً به سه دسته تقسیم میشوند: **کان های مگما زاد، رسوبی زاد و متامورفوزا زاد.**

کان های **مگما زاد** در سنگ های **مگماتیک** بگونه ای شکل میگیرند که جز فلزی **مگما** از **مگما** جدا شده و کرسنال میکند. **مگما** ما یع داغ و خیلی پیچیده سیلیکاتی است که افزون بر اکسید سیلیزیوم، اکسید های فلزات گونا گون زیر را نیز دارا میباشد:



مقدار این اکسیدها در مرکبات ثابت نیست و تغییر میکند. از اینرو در مرحله جامد شدن **مگما** سنگها و منرالهای گوناگون ساخته میشوند. بخش مهم **مگما** را اجزای گریزان آن تشکیل میدهند که بویژه آب، فلور، کلور، بور و گاز دی اکسید کاربن اهمیت زیاد دارند. اهمیت شان در این است که بر کرسنال بندی و جامد شدن **مگما** اثر مینمایند.

کانهای **رسوبی زاد** در اثر جا بجا شدن میخانیکی، کیمیائی و بیوکیمیائی سنگها در آب یا خشکه بوجود میآیند. این کانها اغلباً **آلوجنیک** اند، یعنی در جاییکه وجود دارند، بوجود نیامده، بلکه از جای دیگری بدانجا آورده شده اند. صرف بعضی اوقات ماهیت **اتوجنیک** دارند و در جایی پیدا میشوند که در آنجا بوجود آمده اند.

کانهای **متامورفوزا زاد** کانهایی هستند که در اثر حرارت و فشار زیاد از کانهای کهنه تر و دیرینه تر بوجود میآیند. **تغییر (تبدیل)** کان کهنه به کان نو را که در اثر حرارت و فشار زیاد صورت میگیرد، **متامورفوزا** میگویند. **متامورفوزا** میتواند **منطقه نی** باشد و یا **تماسی**. **متامورفوزای منطقه نی** روند متامورفیک است که مجموعه های بزرگ سنگها را در محیط پهناور در بر میگیرد. بر عکس، **متامورفوزای تماسی** تغییر منرالی و ساختاری سنگها در حوزه تماس با **سنگهای آذرین** است و در اثر حرارت زیاد سنگهای آذرین و یا گازها، بخارها و محلولها صورت میگیرد. **سنگهای آذرین** در اثر کرسنال نمودن مایع سیلیکاتی که **مگما** نام دارد، بوجود میآیند و شکل و ترکیب شان وابسته به ترکیب کیمیائی **مگما** است. سنگی که در اثر متامورفوزا بوجود میآید، **متامورفیت** نامیده میشود. /۱، ۲ و ۵/

افزون بر دسته بندی بالا مفاهیم دیگری را نیز در باره کانها میشناسیم که دانستن آنها لازم است. در زیر چندی از این مفاهیم را یادآوری میکنم.

یکی از مهمترین انواع کانها **کان هیدروترمال** است. این کانها از محلولهای آبهای گرم که دارای ذره های منرالی اند و در اثر تغلیظ بخارهای آب آزاد شده از **مگما** و گازهای گوناگون بوجود میآیند، ساخته میشود. حرارت محلولها در کانهای هیدروترمال نظر به اینکه در چه زمان و در چه فاصله ای از **مگما** قرار دارند، تغییر میکند. بلندترین درجه حرارت محلولها را حرارت بحرانی آب که ۳۷۴ درجه سانتیگراد است، تشکیل میدهد. محلولهای هیدروترمال (**هیدروترمها**) که تا اندازه ای خاصیت کلونیدی دارند، در اثر فشار به سوراخها و درزهای سنگها داخل شده و در آنجا در اثر کاهش فشار و حرارت و یا در اثر تعاملات کیمیائی ذره های منرالی را باقی میگذارند. بدین ترتیب منرالهای هیدروترمال در سنگها شکل میگیرند. باید یادآور شد که روند پیدایش منرالهای هیدروترمال پیچیده بوده و وابسته به چندین عوامل فیزیکی و کیمیائی است. افزون بر حرارت

و فشار، تراکم ذرات در محلول ها و توانایی آنها برای پذیرفتن و یا از دست دادن اکسیژن و یا توانایی محلول ها برای تبدیل شدن به محلول های کلونیدی، همه و همه در پیدایش کان های هیدروترمال نقش دارند. یاد آور میشوم که محلول کلونیدی محلولی است که در آن ذره هائی با کوچکی 10^{-3} (۱۰) ملی متر تا 10^{-9} (۱۰) ملی متر یافت میشوند / ۵ و ۷.

نوع دیگر کان ها اسکارن است که در اثر فعالیت همزمان حرارت و محلول های هیدروترمال در سنگ ها، بویژه در سنگ های کاربناتی که در نزدیکی سنگ های آذرین (سیلیکات ها) واقع اند، بوجود میآید. حرارت زیاد و تعاملات کیمیائی میان کاربنات ها و سیلیکات ها باعث میشود تا متاسوماتیت های تماسی ویژه که اسکارن یا تاکتیت نام دارند و از سیلیکات های گوناگون کلسیوم و آهن تشکیل یافته اند، ساخته شوند (کان های متاسوماتیت کان هائی استند که در اثر عوض شدن سنگ آهک، دولومیت و یا سنگ های سیلیکاتی توسط منرال های فلزی یا غیر فلزی ساخته شده و بدو دسته، یعنی متاسوماتیت های تماسی و متاسوماتیت های هیدرو ترمالی، تقسیم میشوند). امروزه اسکارن بیشتر به متاسوماتیت های تماسی روشن گفته میشود که تنها به سیلیکات های کلسیوم غنی اند. این نوع اسکارن را در پتروگرافی ارلان مینامند. اصطلاح اسکارن و ارلان برای سنگ های مشابه که در اثر متامورفوزای تماسی بوجود میآیند، نیز بکار برده میشود. از اینرو لازم است این اصطلاح را بگونه مفهومی که بیانگر نوع پاراچنرای منرالی است، درک نمود. پاراچنرا به معنی پیدایش و موجودیت یکجایی منرال ها است که همزمان و یا یکی پی دیگر در جریان عملیة واحد منرال شدن بوجود میآیند. منرال های این دسته از عناصری ساخته میشوند که خواص کیمیائی مشابه دارند / ۲، ۵ و ۶.

۲: کان های فلزی

کان های فلزی از زمانه های خیلی دور در زندگی انسان ها نقش داشته اند. بر اساس کشفیات باستان شناسان، ۷۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال پیش انسان ها مس را میشناختند و در مصر کهن تقریباً ۶۰۰۰ سال پیش آن را استخراج مینمودند / ۲. در سرزمین افغانستان در تپه فلول باستان شناسان جام یا کاسه طلایی را پیدا کرده اند که قدامت آن تقریباً ۴۰۰۰ سال تخمین میشود / ۳. در عهد برنز انسان ها افزار برنزی میساختند.

از زمانه های بسیار دور طلا در ساختن جواهر استفاده میشود. پسانتر از طلا در سکه سازی کار گرفته شد. با گذشت زمان نقره هم در زیور سازی و سکه سازی راه پیدا نمود. فلز دیگری که در عهد باستان شهرت یافت، سرب است. از سرب انسان ها نل، گلوله و سنگ ترازو میساختند. جالب است که استفاده از آهن نسبتاً پسانتر آغاز شد. نخستین جسم آهنی که مورد استفاده انسان ها قرار گرفت، احتمالاً متئوریت (Meteorit) بوده است.

برخی فلزات نخست به شکل مخلوط شناسائی شده و سپس به قسم منرال خالص بدست آمده اند. بگونه‌ای مثال میتوان از انتیمون و جست نام برد. جست در اوائل به شکل برنج شهرت یافت و سپس مردم به فکر استخراج آن شدند. انتیمون در نتیجه تلاش کیمیاگران قرون وسطی برای تبدیل نمودن یک عنصر به عنصر دیگر به وجود آمد و بعداً به حیث یک عنصر مستقل شناخته شد /۲/.

۲-۱: کان های فلزی آهنی

این خاندان را منرال هائی که آهن، منگان، کرومیوم، تیتانیوم و ونادیوم دارند، تشکیل میدهند. در سطر های آینده خواهیم کوشید تا منرال های آهندار، منگاندار، کرومیومدار، تیتانیومدار و ونادیومدار را یکایک معرفی نمایم.

۲-۱-۱: کان های آهن

کان های فلزی آهندار منرال هائی را در بر می گیرند که دارای آهن باشند. این دسته در طبیعت سهم بارز دارد، مگر از شمار زیاد منرال های آهندار تنها هماتیت، مگنتیت، لیمونیت، سیدریت و ایلمنیت اهمیت اقتصادی دارند (توجه شود به بحث های پائین). از نگاه تکنولوژیکی کان های آهندار به ۳ دسته - اکسیدی (هماتیت، مگنتیت، لیمونیت)، کاربناتی (سیدریت) و سیلیکاتی (لیپتوکلوریت) - تقسیم میشوند.

منرال های آهن با اهمیت اقتصادی

منرال هائی که اهمیت اقتصادی دارند، اینها هستند:

هماتیت

Hematit: Fe_2O_3 ; 70% Fe

از اکسید های آهن است. در شرایط گوناگون حرارت، از درجه های پائین گرفته تا درجه های میانه، بوجود میآید. گاهگاه میتوان هماتیت را در سنگ هائی هم یافت نمود که در حرارت بلند ساخته شده اند. بصورت عموم این منرال به سنگ های همراه رنگ سرخ میدهد. رنگ خاکه هماتیت از سرخ نضواری گرفته تا سرخ است (رنگ خاکه عبارت از رنگیست که اگر منرال را پودر بسازیم، آن رنگ را بخود می گیرد. در برخی کشور ها رنگ خاکه را رنگ خط یا رنگ در کاوش نیز میگویند، زیرا هنگامی که با منرال خط بکشیم

و یا آن را بکاویم، رنگی را بخود اختیار می کند که با رنگ خاکهء آن یکسان است). هماتیت را میتوان در سنگ های مگماتیک، بازالت، پگماتیت و اسکارن جستجو نمود. در سنگ های مگماتیک هماتیت بخش مهم منرال های اپاتیتی آهن را میسازد. هماتیت در پگماتیت ها اکثراً کرسنال هائی را میسازد که غنی به تیتانیوم اند. در اسکارن یکجا با مگنتیت یافت میشود. هماتیت خالص ۷۰ درصد آهن دارد ۲/، ۴ و ۵/.

مگنتیت

Magnetit: $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$; 72,4% Fe

یکی از اکسید های دیگر آهن است. رنگهائی از سبز سیاه گرفته تا سیاه را بخود میگیرد. جلای مگنتیت جلای روغنی است و زمانیکه با این منرال خط بکشیم، میبینیم که رنگ سیاه دارد (رنگ خط، رنگ در کاوش یا رنگ خاکهء مگنتیت سیاه است). یکی از خواص اساسی مگنتیت مقناطیسی بودن اوست. مگنتیت میتواند به شکل پسنودو مورفوزا از هماتیت بوجود بیاید (پسنودو مورفوزا شکل کرسنالی است که مادهء اصلی آن شسته شده و مادهء دیگری جایش را میگیرد). مگنتیت خود در اثر پسنودو مورفوزا به جیوتیت (گیوتیت)، لپیدوکروکیت، لیمونیت، هماتیت، پیریت، مگمیت و سیدریت مبدل میشود.

مگنتیت معمولاً در حرارت خیلی بلند بوجود میآید، بطور مثال میتوان از مگنتیت های مگماتیک، اسکارن و متامورفیک نام برد. اما در رسوب ها میتواند در حرارت شبیه حرارت اتاق نیز شکل بگیرد. در سنگ های مگماتیک عموماً بصورت اکسیسوریه دیده میشود (اکسیسوریه در کرسنالوگرافی به اشکال کوچکی میگویند که لشمی کرسنال را برهم میزنند، مانند کند و کپر ها). منرال های اکسیسوریک منرال هائی اند که به اندازهء ناچیز در سنگ های آذرین وجود دارند و موجودیت شان تأثیری بر دسته بندی سنگ ها ندارد). مگنتیت به مقدار زیاد در اسکارن موجود است که از سنگ های پیروکسنی (سلسلهء دیوپسید – هدن برگیت) و گرانیتهی (سلسلهء گروسولار – اندرایت) در حرارت بسیار زیاد ساخته میشود ۴/ و ۵/.

مگنتیت خالص ۷۲،۴ در صد آهن دارد ۲/.

لیمونیت

Limonit

مخلوطیست از هیدروکسیدهای آهن که در قشر زمین به اندازهء بسیار زیاد پیدا میشود. ۵۰ تا ۶۰ درصد آهن دارد، مگر آهن در لیمونیت اغلباً با ترکیبات منگان، المونیوم و فاسفور یکجا است. رنگ خاکهء این منرال نسواری یا زرد است. لیمونیت به دشواری ذوب میشود. در

تیزاب ها منحل می گردد. در صورتی که در پروسه جیولوجیکی آب خود را از دست دهد، به هماتیت مبدل میشود. لیمونیت محصول تجزیه منرال هائیسیت که دارای آهن اند. اکثراً به شکل پسنودو مورفوزا بوجود میآید. همچنان در اثر تبخیر آبخانه ها میتواند ساخته شود. گاهگاه روی منرال های آهندار دیگر قشر نازک را میسازد. لیمونیت در شرایط حرارت عادی بوجود میآید، مگر در مناطق گرمسیر زودتر نمو می کند /۴ و /۵.

سیدریت

Siderit: FeCO_3 ; 48,2% Fe

از آهن، اکسیجن و کاربن تشکیل یافته است. بصورت خالص ۴۸,۲ در صد آهن دارد. آهن در این منرال اغلباً با منگان، جست و گاهی هم با کلسیوم عوض میشود، طوریکه بعضی اوقات میتوان ۴ تا ۹ درصد منگان را در سیدریت پیدا نمود. رنگ سیدریت زرد روشن تا زرد نخودی است، اما گاهگاه رنگ خاکستری را بخود میگیرد. **رنگ خاکهء** این منرال سفید است و **جلای** شیشه ئی و مرواریدی دارد. سیدریت میتواند شفاف تا نا شفاف باشد /۲ و /۵.

سیدریت در حرارت های میانه و پائین بوجود میآید، مگر در مراحل آخر حرارت بلند نیز کرسنال بندی میگردد. شکننده است. ذوب نمیشود. در تیزاب های گرم خروشیده و منحل میشود. سیدریت از زمره آن منرال های آهن است که بویژه از کان های هیدروترمال بسیار زیاد استخراج میشود. هنگام پیدایش در ساحه اکسیداسیون میتواند به آسانی به لیمونیت مبدل گردد /۴ و /۵.

ایلمنیت

Ilmenit: FeTiO_3 ; 36% Fe

اکسید آهن دو ولانسه و تیتانیوم است. گاهی هم دارای ترکیبات آهن، مگنزیوم و منگان سه ولانسه میباشد. در شرایط حرارت عادی محدوداً و در حرارت بلند بدون محدودیت میتواند بصورت ایزومورفیک با هماتیت مخلوط شود. **جلای** فلزی تا نیمه فلزی دارد. **رنگ** آن سیاه بنفش یا سیاه نصواری است. **رنگ خاکهء** سیاه تا سیاه نصواری دارد. کمی مقناطیسی است. ذوب نمیشود. در تیزاب ها به دشواری منحل میگردد. ایلمنیت از بابتی مهم است که میتوانیم از آن بحیث مواد خام در تولید مرکبات تیتانیوم، بویژه سفیده تیتانیوم، کار بگیریم. ایلمنیت معمولاً با مگنتیت یکجا پیدا میشود /۵.

Leptochlorit; 27%-38% Fe

کلوریت های آهن دار اکسید شده ای اند که دارای مقدار بیشتر آهن سه ولانسه میباشند. ترکیب کیمیائی شان مغلق و غیر مرتب است. میتوانند در اثر اکسید نمودن اورتوکلوریت هائی که دارای آهن استند، بوجود بیایند. چموسیت و تورنجیت نمونه هائی از لیپتوکلوریت ها اند. در لیپتوکلوریت ها از ۲۷ درصد تا ۳۸ درصد آهن وجود دارد /۲ و /۵.

این بود شرح منرال های آهن. اکنون بیایید ببینیم که این منرال ها را در چه نوع کان ها میتوانیم جستجو کنیم.

منرال های آهن را که اهمیت اقتصادی دارند، میتوان در کان های **متمورفیک، رسوبی، مگماتیک، اسکارن، هیدروترمال، کاربناتیت، آتشفشانی - رسوبی، لاتیریت های آهن و غیره** یافت نمود.

کان های متمورفیک کمر بند نمای آهن را کمر بند های کوارتز با کمر بند های منرال های آهن - بویژه مگنتیت، هماتیت، کلوریت های آهن دار و سیدریت - تشکیل میدهند و کوارتزیت های آهن نامیده میشوند. تقریباً ۶۰٪ تا ۸۰٪ ذخایر جهانی را این کان ها میسازند. **سپه گی** شان نسبتاً کم است و مقدار آهن در آن ها اکثراً از ۲۰٪ تا ۴۰٪ تجاوز نمیکند. مگر گاهگاه با جدا شدن کوارتز روند **غنی سازی دوباره کان** صورت میگیرد. در چنین شرایط مقدار آهن تا ۶۸٪ بالا میرود. مقدار سلفور و فاسفور در کان های کمر بند نمای آهن اندک است (۰،۰۲٪ تا ۰،۲٪ فاسفور و کمتر از ۰،۱٪ سلفور). منرال های آهن در این کان ها ساختار دانه دار **گرانوبلاستیک** یا ساختار **لیپیدو بلاستیک** دارند. ساختار **گرانوبلاستیک** ساختار متمورفیت هائی را مینامند که از منرال های دانه مانند تشکیل یافته اند. ساختار **لیپیدو بلاستیک** ساختار سنگ های متمورفوزا شده ای است که تقریباً تنها از منرال های ورقه ئی (ورق مانند) تشکیل یافته اند.

مهمترین کان های متمورفیک آهن در اوائل دوره پروتروزویکوم (Proterozoikum) شکل گرفته اند که در **فاسیه تخته سنگهای سبز** متمورفوزا شده و حتی در ذخایر میلیارد تا ده میلیارد تنی کشف گردیده اند (**تخته سنگ سبز** سنگی است که بافت تخته ئی دارد، از آلپیت، کلوریت، اپیدوت، اکتینولیت و تیتانیت ساخته شده و بیشتر اوقات دارای کوارتز نیز میباشد. **فاسیه** (در انگلیسی Facies) نشاندهنده بخشی از واحد جیولوجیک است که از بخشهای دیگر از نظر رخسار یا ترکیب فرق میشود. این واژه را میتوان به اصطلاح عامیانه و تقریبی **سیما یا رخساره** ترجمه نمود). در پهلوی این تخته سنگ ها میتوان کان های متمورفیک آهن

را در فاسیهء امفیبولیتی نیز جستجو کرد که ذخایر[^](۱۰) تنی را تشکیل می‌دهند. به اندازه کمتر - (۱۰)[^] تن تا (۱۰)[^] تن - کان های متامورفیک آهن در فاسیهء گرانولیتی پیدا میشوند.

کان های متامورفیک آهن در بن قله های پرکامبریوم (پرکامبرین = Prekambrium) کهنه به گونه اجسام استراته فورم (لایه دار با لایه های موازی = Strataform)، پهناور (با مساحت صد ها کیلومتر مربع تا ده ها هزار کیلومتر مربع)، ضخیم (با ضخامت ده ها تا صد ها متر) و شدیداً چین دار وجود دارند /۲، ۵ و /۶.

کان های رسوبی اولیتیک آهن پس از کان های متامورفیک کمربند نما اهمیت صنعتی زیاد دارند. همانگونه که از نام شان هویداست، این نوع کان ها دارای ساختار اولیتیک می باشند، یعنی جز مهم آن را اونیدها تشکیل می‌دهند. اونیدها جسمک های کلوله یا تخم مانندی استند که با قطر ۰،۲۰ تا ۰،۲۵ ملی متر در سنگ های رسوبی یافت میشوند و اکثراً از کلسیت، اراگونیت، دولومیت، انواع اکسید های سیلیزیوم، اکسید ها و هیدروکسید های آهن و منگان، کلوریت و غیره ساخته شده اند. کان های اولیتیک ۱۵٪ تا ۲۰٪ ذخایر جهانی آهن را تشکیل می‌دهند و سهم شان در استخراج این فلز از ۲۰٪ تا ۳۰٪ تخمین میشود. محیط پیدایش این کان ها لگن (حوضه) های بحری است که به آنجا منابع هوا خورده آهن و گاهی هم منابع زیر بحری آهن انتقال یافته و رسوب نموده اند. در این کان ها منرال های گوئیت، مگنتیت، سیدریت و کلوریت های آهن پیدا میشوند که به اکسید ها، کاربنات ها و لیپتوکلوریت ها (سیلیکات ها) بستگی دارند. شکل هندسی کان های رسوبی اولیتیک آهن با دلی (ضخامت) حتی ده ها متر اکثراً عدسی مانند است. سچه گی شان از ۲۰٪ تا ۵۰٪ آهن تخمین میشود. انبار های بزرگ این کان ها میلیارد ها تن منرال دارند. برخی از آنها با دیرینه پروتروزویکومی کشف شده، مگر بیشتر شان از دوره پالئوزویکوم Paleozoikum (۵۷۰ تا ۲۳۰ میلیون سال پیش) به نظر میرسند /۲ و /۵.

کان های مگماتیک آهن از نگاه کمیت به اندازه دو نوعی که در بالا یاد آوری نمودم، اهمیت ندارند. مگر در برخی جاها انبار های مهمی را میسازند که اهمیت و ارزش استخراج را دارند. به سه دسته تقسیم میشوند /۲:

الف - کان های پروتومگماتیک آهن - تیتانیوم - ونادیوم (کان های پروتومگماتیک کان هائی استند که همزمان با اجزای اصلی مگما ساخته شده و پیش از کرسنال بندی و یا در مراحل نخستین کرسنال بندی مگما از آن جدا می شوند. کان های پروتومگماتیک را کان های از مگما جدا شده نیز مینامند /۵)،

ب - کان های هیسترومگماتیک مگنتیت - اپاتیت (کان های هیسترومگماتیک کان های استند که در مایع باقیمانده مگما پس از جامد شدن جز اصلی مگما شکل گرفته و همزمان با اجزای منرال ساز گریزان از آن جدا شده اند /۵/،

ج - کان های هیسترومگماتیک منرال های تیتانیوم - آهن

کان های اسکارن آهن خیلی فراوان می باشند، مگر کمتر وقت انبار هائی بیشتر از 10^1 تن را میسازند. از نگاه پیدایش، متاسوماتیت های منطقه نی یا تماسی اند که در سنگهای کاربناتی یا سیلیکاتی بوجود می آیند. کان های اسکارن آهن شکل عدسی، آشیانه نما و یا نامرتب داشته و سچه گی گوناگون دارند (از ۲۵٪ تا ۷۰٪ آهن). منرال های کلان و یا پراکنده مگنتیت و هماتیت را میتوان در آن ها جستجو نمود. مقدار سلفر در این کان ها از ۱٪ تا ۲٪ و حتی بیشتر از این هم میتواند باشد /۲ و ۵/.

از کان های هیدروترمال آهن بیشترین اهمیت را کان سیدریت دارد که رگه ها و یا اجسام عدس مانند را می سازد. ۳۰٪ تا ۳۵٪ آهن و ۱٪ تا ۶٪ منگان در آن موجود است. سولفید های آهن، مس، جست و گاهی هم ارسینیدها و سولفو ارسینیدهای نیکل و کوبالت در آن پیدا میشوند. کان های مگنتیت و هماتیت هیدروترمال نیز وجود دارند، مگر کمیاب تر اند. کان های هیدروترمال هماتیت انبار های نسبتاً کوچک را تشکیل میدهند، ولی کیفیت بالا دارند و سچه گی شان حتی از ۶۰٪ آهن هم بیشتر است /۲/.

کان های کاربناتی آهن با سنگ های اولترابازیک همراهی میشوند. یا شکل پیرووسکیت - تیتانومگنتیت را دارند که از مگما جدا شده اند (کان های پروتومگماتیک) و یا هم شکل اپاتیت - مگنتیت را بخود می گیرند و خاصیت متاسوماتیت های هیدروترمال مگما زاد را دارند. اجزای اصلی شکل اول را تیتانیوم و آهن تشکیل میدهد. در شکل دوم آهن و فاسفور از اهمیت اساسی برخوردار استند. در شکل اول عناصر نیوبیوم و تننتال و در شکل دوم عناصر نیوبیوم، تننتال، زیرکونیوم، اورانیوم و مس اجزای فرعی را میسازند. منرال ها در کان های کاربناتی پراکنده شده و اجسام آشیانه نما، خط نما، عدس نما، رگه ها و زون ها را تشکیل میدهند /۲/.

کان های آتشفشانی - رسوبی آهن در محیط زیربحری در مراحل ابتدائی آتشفشان در جیوسینکلینال ها بوجود می آیند (جیوسینکلینال گودال تغاره ئی قشر یا پوسته زمین است که در آن درگام نخست نشست و تجمع و سپس فشرده شدن مواد رسوبی صورت میگیرد و کوه بوجود میآید /۵/). کلوریدهای آهن و سیلیزیوم توسط هیدروترم ها به بحر آورده شده و در آب بحر متراکم میگردند. سپس بگونه هماتیت، یاسپیلیت و منرال های لپتوکلوریت آهن و اکسید آزاد سیلیزیوم رسوب مینمایند. گاهی منرال مگنتیت نیز در این کان ها موجود است که میتواند در نزدیکی مرکز آتشفشان ساخته شود و یا هم در اثر متامورفوزی منطقه ئی

پسانتر بوجود بیاید. در شرایطی که کاهش آکسیژن بیشتر باشد، کان های سیدریت و پیریت تشکیل مییابند. کان های آتشفشانی - رسوبی آهن اجسام گوناگون را میسازند، از اشکال عدسی مانند گرفته تا اجسام لایه مانند را میتوان در چنین کان ها یافت نمود. خیلی فراوان اند، مگر بدلیل کوچکی شان اکثراً اهمیت محلی دارند. سچه گی شان متغیر است، از یاسپیلیت فقیر گرفته تا منرال هائی که حتی ۵۵٪ تا ۶۰٪ آهن دارند. ترکیب کیمیائی این کان ها نیز ثابت نیست. بصورت عموم مقدار اکسید سیلیزیوم در آن ها بسیار زیاد است /۵/.

لاتیریت های آهن از سنگ های اولترا بازیگ یا بازیگ در نتیجه هوا خوردگی لاتیریتی شان بوجود می آیند. هوا خوردگی لاتیریتی نوع هوا خوردگی است که در اثر فعالیت هوا تجمع و از دست دادن برخی از مرکبات در سنگ ها صورت میگیرد. مرکباتی که تجمع می کنند Al_2O_3 , Fe_2O_3 می باشند.

مرکباتی که در اثر هوا خوردگی لاتیریتی از سنگ ها جدا میشوند، اکسید سیلیزیوم و القلی های عناصر کلسیوم، مگنزیوم، پتاشیوم و سودیوم را میسازند.

در نمای عمودی لاتیریت ها، لاتیریت آهن با دبل (ضخامت) ۵ تا ۲۰ متر در بخش های بالائی شکل میگیرد و از منرال هیدروگیتیت (هیدروجیوتیت) و همآمیزه هائی مانند کالسدون، اوپال، نونترونیت، کلوریت های آهن، مگنزیت و اکسیسوریه های کرومیوم - سپینلید با مگنتیت پودری ساخته شده است. ۴۰٪ تا ۶۰٪ آهن، تا ۲۰٪ المونیوم، تا ۰،۶٪ نیکل، ۱٪ تا ۲٪ کرومیوم و ۱٪ یا بیشتر منگان و کوبالت دارد. لاتیریت های آهن بسیار زیاد اند، بویژه در کشور های گرمسیر، مگر چون فرآوری این کان ها دشوار و پیچیده است، کمتر استخراج میشوند /۲/.

در طبیعت انواع دیگر کان های آهن نیز وجود دارند، مانند:

الف - گوسان ها که با یکجا شدن اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن در حوزه اکسیدی منرال های نخستین (اصلی) آهن، بویژه سولفید ها، بوجود میآیند،

ب - کان های دیتیریتی آهن که حجم بزرگ دارند، مگر کمیاب اند (دیتیریت مجموعه ای است که از توته ها و خورده های سنگ ها و منرال ها بوجود میآید)،

ج - کان های مگنتیت در نزدیکی تابه گاه ها یا غربال گاه ها (تابه گاه یا غربال گاه جایی است که در آن ریگ را به منظور بدست آوردن طلا به تابه انداخته و توسط شستشو غربال میکنند - این فعالیت را تابه کاری یا غربال کاری مینامند)،

د - کان های گلی و جهیلی آهن که اهمیت ناچیز دارند،

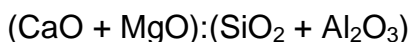
م - پیلوسیدریت هائیکه در قشر های زغال و طبقات منرال ها و سنگ های رسوبی دیگر موجود می باشند و اهمیت ناچیز دارند،

ن - تجمع آهن و منگان در کف اقیانوس های کنونی که افزون بر اجزای مهم دیگر تا ۱۴٪ آهن نیز دارد /۲/.

همآمیزه ها در کان های آهن

در ترکیب کان های آهن دار میتوانند عناصری بگونه همآمیزه ضمیمه آن ها شوند که برخی سودمند و برخی شان زیان آور اند. سلفر تا ۰،۳ درصد، فاسفور تا ۰،۲ درصد، مس نیز تا ۲،۰ درصد و عناصر جست، سرب، ارسنیوم و انتیمون تا ۰،۱ در صد زیان آور نیستند. مگر زمانی که با درصدی بیشتر در ترکیب کان های آهن دار سهیم باشند، هنگام تصفیه آهن دشواری می آفرینند. نیکل، کوبالت، کرومیوم، ونادیوم، ولفرامیوم و مولیبدنوموم در تولید فولاد آلیاژی همآمیزه های سودمند شمرده میشوند (آلیاژ مخلوط جامد فلزی را می نامند که از یک فلز اصلی و چند فلز فرعی ساخته می شود).

برای ارزیابی کیفیت کان های آهن دار تناسب زیر میتواند کمک کند:



هرگاه حاصل تناسب ۱ و یا بیشتر از ۱ باشد، همآمیزه ها سودمند استند، زیرا کاربنات های کلسیوم و مگنزیوم در فولاد سازی مهم پنداشته میشوند. مگر هرگاه حاصل تناسب کمتر از ۱ باشد، بدان معناست که مقدار اکسید سیلیکون بیشتر است و ازدیاد اکسید سیلیکون کیفیت منرال را کاهش میدهد /۲/.

سچه گی اقتصادی کان های آهن

استخراج کان با سچه گی بسیار کم نمیتواند اقتصادی باشد. هرچند سچه گی اقتصادی کان پارامتر ثابت نیست و با گذشت زمان میتواند تغییر کند، لازم است تا بگونه تقریبی بدانیم که کدام کان را با کدام سچه گی میتوانیم استخراج نمائیم بی آنکه از نگاه اقتصادی متضرر شویم. در زیر چند مثال آورده شده است:

کان سچه گی اقتصادی

کان های غنی مگنتیت - هماتیت کم از کم ۶۴ تا ۵۷ در صد آهن،

کان های لیمونیت کم از کم ۳۸ در صد آهن،

کان های سیدریت کم از کم ۳۰ در صد آهن،

کان های فقیر اکسیدیک کم از کم ۳۲ در صد آهن

(در صورتی که حجم کان فقیر اکسیدیک بزرگ بوده و در مقرر مناسب قرار داشته باشد، کم از کم ۲۵ در صد آهن)،

کان های پولی متالیک با اجزای مفید مانند تیتانیوم، ونادیوم و غیره کم از کم ۱۴ در صد آهن.

کان های فقیر مگنتیت باید در جدا کننده های مغناطیسی تصفیه شوند، کان های فقیر هماتیت را میتوان از راه انباشتن تصفیه نمود و منرال هائی که سلفر اضافی دارند، با پریان شدن تصفیه میگردند.

انباشتن طرز تصفیه سیلیکات های فقیر آهن است. در کوره های چرخی با حرارت ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد عملیه کیمیائی ردکشن صورت می گیرد و آهن انباشته میشود. پریان نمودن طریق دیگر تصفیه است که در آن نخست سولفید فلز به اکسید تبدیل شده و سپس از آن یا با عملیه ردکشن و یا با پروسه شستشو فلز بدست میآید ۲/ و ۵/.

خواص آهن

آهن با شمار زیاد عناصر تعامل نموده و مرکبات گوناگون را میسازد. سختی، نرمی و سایر خواص میخانیکی آهن به هم آمیزه ها مربوط است. کثافت این عنصر ۷،۸۹ گرام در سانتی متر مکعب بوده و نقطه ذوبانش ۱۵۲۹ درجه سانتی گراد تعیین شده است. حرارت و برق را هدایت میکند. نفوذ پذیری مغناطیسی زیاد دارد و در تیزاب ها منحل میگردد. آهن را در محیط نمدار زود زنگ میزند ۲/.

موارد کاربرد آهن

آهن خالص تنها در فلز سازی پودری اهمیت تخنیکی دارد و بس. اهمیت اساسی آهن در اینست که مرکبات آن با فلزات دیگر و کاربن در تولید آهن تخنیکی (فولاد و چدن) استفاده میشوند. آهن تخنیکی در ساختن افزار، ماشین آلات، اسلحه و غیره از اهمیت ویژه برخوردار است ۲/.

۲-۱-۲: کان های منگان

کان های منگان کان هائی هستند که عنصر اصلی شان را منگان میسازد. از نگاه تکنولوژیکی به سه دسته تقسیم میشوند، به کان های اکسیدیک، کاربنات ها و سیلیکات ها.

منرال های منگان با اهمیت اقتصادی

منرال های منگاننداری که از نگاه استخراج اهمیت دارند، اینها اند:

پیرولوزیت

Pyroluzit: MnO_2 ; 63% Mn

دی اکسید منگان است که در بعضی مناطق وافر پیدا میشود. با منرال های روتیل و کاسیتزیت هم نوعی دارد (در منرالوجی دو منرال را زمانی هم نوع میگویند که ساختمان درونی کرسنال های شان یکسان باشد). مقدار منگان در پیرولوزیت ۶۳ در صد است. از ۱ تا ۲ در صد آب دارد. رنگ های سیاه تا سیاه خاکستری را بخود میگیرد. رنگ خاکه آن سیاه است و جلائی سخت فلزی دارد. به دشواری ذوب میشود. با هیدروکلوریت گاز کلور را آزاد میکند. در کان های منگان خیلی اوقات در ساحه اکسیدی آنها پیدا میشود. در کنار منگانوملان از مهم ترین منابع منگان است /۲ و /۵.

پسیلوملان

Psilomelan; 40%-62% Mn

پسیلوملان دو تعریف دارد: ۱) نام پیشین مجموعه هیدریت های سخت منگان است که اکنون آن را اغلباً منگانوملان میگویند. خیلی فراوان است و خاصیت قلیائی دارد. ۲) پسیلوملان به اکسید باریوم و منگان هم میگویند که امروز بیشتر به نام رومانیکیت مشهور است و /۵ تا /۶ منگان دارد. رومانیکیت خویشاوند هولاندیت است و با رنگ سیاه و جلائی کم، زمانیکه به تیزاب هیدروکلوریت انداخته شود، کلور از محلول آزاد میشود. رومانیکیت به تیزاب سلفر رنگ بنفش می دهد و بیشتر با لیمونیت یکجا استخراج میشود /۲ و /۵.

منگانیت

Manganit: $MnO(OH)$; 50%-62% Mn

هیدروکسید منگان است که دارای /۵ تا /۶،۵ منگان میباشد. ساختمان شبیه دیاسپور دارد. رنگش اکثراً سیاه نصولاری، خاکستری فولادی وحتی سیاه است. رنگ خاکه آن نصولاری تیره دارد و جلائی آن فلزی است. ذره های کوچک این منرال درخشش سرخ دارند. در هیدروکلوریت منحل شده و گاز کلور را آزاد میکند. این منرال در طبیعت فراوان نیست، زیرا به آسانی به پیرولوزیت تبدیل میشود. در کان های منگان اغلباً یکجا با باریت و کلسیت موجود است /۲ و /۵.

Hausmannit: $Mn^{2+}Mn^{3+}_2O_4$; 65%-72% Mn

اکسید منگان دو ولانسه و سه ولانسه است. از نگاه ساختار خویشاوند سپینیل بوده و اکثراً با هم‌آمیزه های اکسید جست و اکسید آهن همراه می‌باشد. همیشه رنگ سیاه تا سیاه نصولاری دارد. تنها به شکل تکه های نازک درخشش نصولاری سرخ از خود نشان می دهد. رنگ **خاکه‌آه** آن نصولاری است. **جلای** شیشه ئی داشته و نا شفاف است. ذوب نمیشود. در هیدروکلوریت منحل می گردد و گاز کلور را آزاد میکند. در سنگ های **متامورفیک** یکجا با براونیت پیدا میشود (سنگ های **متامورفیک** سنگ هائی استند که در حرارت و فشار زیاد از سنگ های دیرینه تر بوجود می‌آیند). هاوسمانیت دارای ۶۵٪ تا ۷۲٪ منگان است ۲/ و ۵/.

رودوکروزیت

Rodochrozit: $MnCO_3$; 48% Mn

کاربنات منگان است و در برخی جاها فراوان پیدا میشود. ۴۷،۸ درصد منگان دارد، مگر بخشی از این منگان گاهگاه با آهن، مگنزیوم، کلسیوم و یا جست تعویض میشود. رنگ تیز گلابی تا سرخ توت مانند دارد. رنگ های خاکستری، نصولاری و سبز نیز میتواند داشته باشد. رودوکروزیت هنگام تجزیه رنگ سیاه را بخود میگیرد. شفاف است و **جلای** شیشه ای دارد. ذوب نمیشود، مگر در تیزاب های گرم میتواند منحل شود. بسیاری اوقات کان های هیدروترمال جست و نقره را همراهی میکند. رودوکروزیت گاهگاه برای استخراج اهمیت ویژه دارد ۲/ و ۵/.

اولیگونیت

Oligonit: $(Fe, Mn)CO_3$; 23%-32% Mn

از این نام برای کاربنات های **ایزومورفیک** که دارای آهن دو ولانسه و منگان میباشند، کار گرفته میشود (منرال های **ایزومورفیک** منرال هائی استند که از بابت ترکیب کیمیائی مشابه ساختار و همچنان کرسنال های یکسان دارند. عناصر **ایزومورفیک** میتوانند یکدیگر را در مرکبات تعویض نمایند). گاهگاه اولیگونیت را رودوکروزیت آهن‌دار و گاهگاهی هم سیدریت منگان‌دار (مگانو سیدریت) نیز مینامند. این منرال ۲۳٪ تا ۳۲٪ منگان دارد ۲/ و ۵/.

Manganocalcitr: (Ca, Mn)CO₃; 7%-23% Mn

مخلوط ایزومورفیک کلسیت و رودوکروزیت است. ۷٪ تا ۲۳٪ منگان دارد. این منرال را سپارنایت نیز مینامند ۲/ و ۵/.

در پهلوی منرال های بالا منرال های منگاندار دیگری نیز وجود دارند. مگر از اینکه اهمیت و ارزش صنعتی کم دارند، از معرفی شان صرف نظر میکنم. اکنون ببینیم که در چگونه کان ها میتوان منرال های منگان را جستجو نمود.

منگان با ارزش صنعتی در این کان ها موجود می باشند: **کان های رسوبی، کان های باقیمانده، کان های آتشفشانی - رسوبی، گره های آهن - منگان و غیره.**

کان های رسوبی منگان با اهمیت بیشتر تنها در بحر ها ساخته شده اند. اکثر اوقات ترکیب اکسیدی، کاربناتی و یا اکسیدی - کاربناتی دارند. کان های اکسیدی را منرال های پیرولولوزیت، پسیلوملان، واد و کمتر وقت منگانیت تشکیل میدهند (واد نام مجموعی انواع نرم و حتی خاکی اکسیدهای منگان است که گاهگاه منگانوملان نیز گفته میشود). کان های کاربناتی را رودوکروزیت، اولیگونیت یا منگانوکلسیت میسازد. **سچه گی** منرال های رسوبی از ۱۵٪ تا ۳۶٪ منگان است.

کان های باقیمانده منگان در اثر هواخوردگی سنگهای منگاندار مانند **تخته سنگ های کرستالی** که لعل باب و سیلیکات ها و کاربنات های منگاندار دیگر در آنها یافت می شوند، در شرایط گرم سیر بوجود میآیند (**تخته سنگ های کرستالی** نام مجموعی سنگهاییست که بطور منطقه ئی متامورفوزا شده اند). منرال هائی که از این راه بدست میآیند، پیرولولوزیت و پسیلوملان استند و افزون بر ۳۰٪ تا ۵۵٪ منگان، گاهگاه مقدار زیادی آهن (۳٪ تا ۲۰٪) نیز دارند.

کان های آتشفشانی - رسوبی منگان رسوباتی استند که از محلول های هیدروترمال و سلسله سنگ های آتشفشانی - رسوبی، تری جنیک (سنگ هایی که منشأ در خشکه دارند) و یا کیموجنیک (سنگ هائی که در اثر ته نشینی کیمیائی کرسنال بندی میشوند) ساخته شده اند و نوع گذار از کان های کاملاً رسوبی به کان های **سوب ولکانیک** هیدروترمال تلقی میشوند (سنگ های **سوب ولکانیک** سنگ های آتشفشانی را گویند که در پوسته زمین در اعماق کم جامد شده اند). براونیت، هوسمانیت، اولیگونیت، پسیلوملان و پیرولولوزیت منرال هائی استند که میتوان آنها را در کان های آتشفشانی - رسوبی جستجو نمود. گاهگاه در این کان ها

رودونیت نیز یافت میشود. کیفیت کان ها وابسته به ترکیب کیمیائی و بافت شان بوده و خیلی متحول است. ۱۵٪ تا ۵۰٪ و حتی بیشتر از این مقدار منگان دارند. کان های آتشفشانی - رسوبی منگان بیشتر در **توف ها، سیلیسیت ها، سنگ های آهک و منرال های آهن** جا می گیرند. **توف** سنگ میده دانه ایست که دانه های آن برابر دانه های ریگ و یا خاکستر بوده و از توته های پراکنده و غیر متجانس آتشفشان ساخته میشود. **سیلیسیت** بیشتر از موادی تشکیل می یابد که منشأ کیمیائی یا بیولوژیکی دارند و رسوب های آنها به دسته کیمیائی (مثلاً سنگ گچ، نمک) و دسته بیولوژیکی (مثلاً سنگ آهک، دیاتومیت ها) تقسیم میشوند.

گره های آهن - منگان در کف بحر ها و اقیانوس های کنونی (اخیر) در اعماق گوناگون بوجود می آیند. در نزدیکی ساحل قشر های نازک را میسازند، ازینرو تجمع زیادتر آن ها را در اعماق بیشتر - ۴ تا ۶ کیلومتر - میتوان پیشگوئی نمود. شکل آنها اکثراً کروی است، مگر اشکال تخته ئی را نیز میسازند. **حجم گره ها** چندین ملی متر تا چندین سانتی متر مکعب است و بگونه استثنائی حتی **گره های** یک متر مکعبی را نیز میتوان یافت نمود. **گره ها** عموماً هسته ای دارند که رشد شان را آغاز میکند. هسته میتواند توته سنگ، میکرومیتوریت، دندان ماهی شارک یا چیز دیگری باشد. **گره ها** رنگ های نضواری تا سیاه دارند. خلا دار و همچنان خیلی شکننده و نرم اند. مخلوطی را می سازند که از منرال های بیرنزیت، تودورکیت، ورنادیت، پیرولوزیت، پسیلوملان، لیمونیت، مونت موریلو نیت، گیوتیت (جیوتیت)، وود روفیت، کالسدون و غیره تشکیل یافته است. به سخن دیگر، **گره ها** اکثراً مخلوط هیدروکسیدها و اکسیدهای آهن و منگان می باشند. در این کان ها عناصر جذب شده نیکل، کوبالت، مس، جست و امثال شان نیز اهمیت اقتصادی دارند.

انواع دیگر کان های منگان اهمیت اقتصادی زیادی ندارند و عبارتند از:

الف - کان های اسکارن منگان - کمیاب استند، از گرانات های منگان، پیروکسن های منگان، مگنتیت، براونیت، یکوبسیت (جکوبسیت) یا هاوسمانیت با همآمیزه سولفیدی (آهن، مس، جست، سرب) ساخته شده اند.

ب - کان های هیدروترمال منگان - اهمیت محلی دارند و به دو شکل یافت می شوند: نوع رگه ئی و نوع متاسوماتیت. در این کان ها میتوان منرال های رودوکروزیت، براونیت، هاوسمانیت، پیرولوزیت و پسیلوملان را جستجو نمود.

ج - کلاه های منگانی و کان های اینفلتراسیونی منگان - اهمیت اندک دارند. **کلاه های منگانی** در اثر هوا خوردگی کان های اصلی منگان در ساحه اکسیدی شان از تجمع منرال های اکسیدی ساخته میشوند. **کان های اینفلتراسیونی** در اثر تراکم منرال های منگان از محلول هائیکه از قشر زمین می گذرند، بوجود می آیند.

د - نیمه کان های متامورفوزا زاد منگان - فقیر استند و زمانی استخراج میشوند که در کان های کمر بند نمای آهن جا گرفته باشند. این کان ها را تخته سنگ های کرسنتالی منگاندار، سنگ های مرمر و کوارسیت های آهن تشکیل میدهند ۲/ و ۵/.

همآمیزه ها در کان های منگان

موجودیت آهن در کان های منگان سودمند تلقی میشود، در حالیکه کوارتز تصفیه منرال را دشوار میسازد. فاسفور تا ۰،۲٪ مضر نیست ۲/.

سجه گی اقتصادی کان های منگان

کان های غنی که برای استفاده در صنعت فلز سازی استخراج می شوند، کم از کم ۳۰٪ تا ۳۵٪ منگان دارند. کان هایی که که میتوان آن ها را به آسانی غنی سازی نمود، کم از کم باید ۱۰٪ منگان داشته باشند. در کان هائی که به دشواری غنی سازی میشوند، کم از کم ۲۰٪ منگان لازم است ۲/.

خواص منگان

منگان فلز خاکستری سخت و شکننده است. بگونهه خالص پیدا نمیشود. کثافتش ۷،۲ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبانش ۱۲۶۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. مقناطیسی نیست. با بسیاری فلزات دیگر میتواند یکجا شده و آلیاژ بسازد. در آلیاژ نقش عنصر سخت کننده را دارد. همچنان مقاومت آلیاژ را در برابر موریانه افزایش میدهد. منگان دی اکسید برق را هدایت مینماید و کتالیزر است. برخی از مرکبات منگان میتوانند بحیث عامل اکسید ساز استفاده شوند ۲/.

موارد کاربرد منگان

کم و بیش ۹۵ درصد منگان در صنعت فلزسازی بکار میرود و به فولاد افزوده میشود (منگان به فولاد سختی و محکمی میبخشد). در فلز سازی عیر آهنی در تولید برنز منگانی اهمیت دارد. بهر افزایش سختی در آلیاژ المونیوم و مگنزیوم نیز مورد استفاده قرار میگیرد. ۵٪ منگان در تولید بطری های خشک و در صنایع کیمیائی و شیشه سازی بکار میرود ۲/.

۲-۱-۳: کان های کرومیوم

شمار منرال های کرومیوم که کانی را میسازند، خیلی اندک است. در عمل تنها دو منرال اهمیت دارد.

منرال های کرومیوم با اهمیت اقتصادی

از جمله منرال های کرومیوم که اهمیت اقتصادی دارند، تنها میتوان کرومیت و مگنزیوکرومیت را نام برد.

کرومیت



این منرال در یگان جا فراوان است. کرومیت اکسید آهن دو ولانسه و کرومیوم از سلسله سپینل است و ترکیب کیمیائی ثابت ندارد، زیرا از یکسو کرومیوم اغلباً با آهن سه ولانسه و المونیوم و از سوی دیگر آهن دو ولانسه با مگنزیوم تعویض میشود. کرومیت سیاه تا سیاه نضواری است. **رنگ خاکه** آن نضواری جلوه می کند. نا شفاف بوده و دارای **جلای** فلزی است. نه ذوب میشود و نه در تیزاب ها منحل میگردد. اغلباً مقناطیسی است. در حقیقت یگانه منرال کرومیوم است که اهمیت و ارزش استخراج را دارد.

مگنزیوکرومیت



اکسید کرومیوم و مگنزیوم از سلسله سپینل است. مجموعه های دانه دار سیاه را میسازد و **رنگ خاکه** نضواری دارد. این منرال را مگنوکرومیت نیز میگویند ۲/ و ۵/.

منرال های کرومیوم را که اهمیت اقتصادی دارند، در کان های صنعتی زیر میتوان استخراج نمود:

- کان های استراته فورم پروتومگماتیک،

- کان های هیسترومگماتیک،

- تابه گاه ها.

تعریف عمومی کان های پروتومگماتیک که کان های جدا شونده نیز نام دارند، چنین است: این کان ها با سنگ های مگماتیکی که در آنها جا گرفته اند، همزمان بوجود آمده، بگونه ایکه منرال های فلزی از مگمای مادری شان پیش از کرسنال بندی و یا در مراحل نخستین شکل گیری کرسنال جدا شده اند. کان های استراته فورم پروتومگماتیک کرومیوم نیز بهمین ترتیب شکل گرفته اند و با آنکه فراوان نیستند، مقدار زیاد کرومیوم جهان در این نوع کان ها

پیدا میشود. در توده سنگ های لایه مانند لایه هائی را میسازند که حتی با ضخامت کم (از چندین سانتی متر تا چندین متر) ساحه های پهناوری را در برمی گیرند (به اندازه ده ها کیلومتر مربع و بیشتر) . کان ها بافت توده ئی دارند، ازینرو **سپچه گی** شان بالا است (۴۵٪) تا ۵۰٪ اکسید کرومیوم).

کان های هیسترومگماتیک بصورت عموم کان های مگماتیکی اند که در آنها جز فلزی پس از بخش اصلی مگما در مایع باقیمانده تراکم نموده و جامد شده است. جز فلزی سپس در اثر فعالیت اجزای گریزانی که منرال ساز استند، از مگما جدا میشود. این کان ها در سنگ های بازیک و اولترا بازیک بوجود میآیند. کان های هیسترومگماتیک کرومیوم با حجم های کم فراوان پیدا میشوند. در این نوع کان ها ذخایر بزرگتر از ۱۰ تن را کمتر میتوان جستجو نمود. شکل هندسی کان ها اغلباً عدس مانند است. شکل عدسی گاهگاه به یک سمت بیشتر رشد نموده و درازتر به نظر میرسد. ازین بابت کان های هیسترومگماتیک کرومیوم را **پودیفورمی** نیز میگویند.

کرومیوم در **تابه گاه ها** نیز استخراج میشود. این نوع کان اکثراً از تجمع کرسنال ها و توته های کرومیت در قشر های هوا زده که در اثر هوا خوردگی لاتیرویتی سنگ های اولترا بازیک بوجود میآیند، ساخته شده است. بعضی ها سهم این کان ها را در استخراج جهانی به اندازه ۱٪ تخمین نموده اند ۲/ و ۵/.

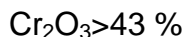
همآمیزه ها در کان های کرومیوم

نیکل، ونادیوم و پلاتینیوم عناصری استند که در کان های کرومیوم سودمند پنداشته میشوند. برعکس سلفر و فاسفور نباید از ۱٪ زیادتیر باشد. به همین ترتیب کوارتز از ۵٪ تا ۸٪ و اکسید کلسیوم از ۱٪ تا ۲٪ نباید تجاوز کند ۲/.

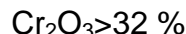
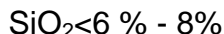
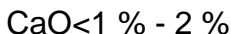
سپچه گی اقتصادی کان های کرومیوم

اقتصادی بودن کان کرومیوم از روی مقدار اکسید کرومیوم و همآمیزه های کان ارزیابی میشود. نظر به اینکه در کدام بخش صنعت استفاده میشود، باید کان کرومیوم شرایط زیر را برآورده بسازد.

در صنعت فلز سازی:



در تولید مواد ضد حرارت :



در صنعت کیمیائی:

$Cr_2O_3 > 44\%$

$Fe_2O_3 < 14\%$

$SiO_2 < 5\%$

خواص کرومیوم

کرومیوم عنصر جلادار و خیلی سخت است. از نگاه کیمیائی فلز مقاوم بوده و نقطه ذوبان خیلی بلند (۱۹۲۰ درجه سانتی گراد) دارد. با عناصر آهن و نیکل آلیاژ میسازد. منرال مهم کرومیوم - کرومیت - منرال ضد حرارت خوانده میشود /۲/.

موارد کاربرد کرومیوم

کرومیت از آغاز سده ۱۹ میلادی بحیث ماده ضد حرارت بکار میرود. مگر بحیث منرال کرومیوم برای نخستین بار در اواخر سده ۱۹ میلادی مورد استفاده قرار گرفت. در عصر حاضر بیش از ۶۰٪ این منرال در صنعت فلز سازی مصرف گردیده و بگونه فروکروم به فولاد افزوده میشود تا سختی و خواص ضد موریانه ئی و ضد حرارتی فولاد بالا برود. کرومیوم خالص یکجا با نیکل، مولیبدنوموم، و لفرامیوم و کوبالت در تولید آلیاژ های ویژه برای آبکاری فلزات (نجابت دادن به فلزات و بالا بردن مقاومت شان در برابر موریانه) کار گرفته میشود. کم و بیش ۱۰٪ کرومیت در تولیدات صنایع کیمیائی مانند رنگ سازی، چرمگری و غیره مورد استفاده قرار میگیرد. ۳۰٪ این منرال در تولید مواد ضد حرارتی کرومیوم - مگنزیتی بکار برده میشود /۲/.

۴-۱-۲: کان های تیتانیوم

تیتانیوم در ده ها منرال پیدا میشود، مگر تنها روتیل و ایلمنیت در صنایع از اهمیت برخوردار استند. تیتانیوم حین استخراج برخی از عناصر خاکی کمیاب نیز بدست میآید.

منرال های تیتانیوم با اهمیت اقتصادی

ایلمنیت در جای دیگر کتاب تشریح شد. در اینجا کافیسیت بگویم که این منرال بصورت کیمیائی ۳۱،۶٪ تیتانیوم دارد.

عنصر دومی تیتانیوم که اهمیت اقتصادی دارد، روتیل است.

روتیل

Rutil: TiO₂; 60% Ti

روتیل دی اکسید تیتانیوم است که بسیاری اوقات دارای این مرکبات میباشد:

Fe₂O₃ (11% - 14%), Cr₂O₃ (0% - 16%), VO₂

روتیل رنگ های قرمز، سرخ خونین، خاکستری تاریک و حتی سیاه دارد. گاهگاه با رنگ نصولاری سرخ و با رنگ زرد نیز یافت میشود. **جلایش** شیشه ئی، فلزی و گاهی هم کم نور است. **رنگ خاکه** زرد نصولاری دارد. روتیل شکننده بوده، ولی از نگاه کیمیائی خیلی مقاوم است. نه ذوب میشود و نه در تیزاب ها منحل میگردد. روتیل ثابت ترین و فراوان ترین منرال تیتانیوم است که در پیگماتیت های گابروئی، رگه های نوع آلپ و همچنان به شکل دانه دار در سنگ های رسوبی پیدا میشود. این منرال را در فیلیت ها، سنگ های رست، سنگ های الوویال (سنگ هائی که آب آن ها را منتقل می کند) و در خاک های روی زمین نیز میتوان یافت نمود ۲/ و ۵/.

کان هائی که در آنها تیتانیوم بگونه صنعتی استخراج میشود، اینها استند:

- تابه گاه های رسوبی،

- کان های مگماتیک،

- تابه گاه ها در قشر های هوازده،

- کان های متامورفوزا زاد،

- کان های آتشفشانی - رسوبی.

تابه گاه های رسوبی که در آنها تیتانیوم استخراج میشود، **چند فلزی (پولی متالیک)** بوده و شامل تابه گاه های سواحل بحرهای کنونی (اخیر) و تابه گاه های سواحل بحر های دیرینه استند که در آنها سنگ های فسیلی وجود دارند. تجمع منرال ها در رودخانه ها و جهیل ها نیز مهم است، مگر اهمیت کمتر دارد.

تابه گاه های سواحل بحر های کنونی (اخیر) ساحه های بزرگ را میسازند که در آنها منرال های راکد و سنگین در ریگ ها تراکم نموده اند. افزون بر ایلمنیت و روتیل در این نوع کان ها زیرکن، موناژیت، کولومبیت، تنتالیت، مگنتیت و منرال های دیگر وجود دارند.

تابه گاه های فسیلی در رسوب هائی از دوران پالنوزویکوم (دوران نخستین کوه ها) تا دوران کوه های سوم تشکیل یافته اند.

کان های مگماتیک تیتانیوم از نگاه پیدایش انواع گوناگون دارند. کان های استراته فورم آهن - تیتانیوم که به گابرو - نوریت ها متصل استند، از تیتانومگنتیت ها ساخته شده و دارای ۶۰٪ آهن، ۱۹٪ اکسید تیتانیوم و ۰،۳٪ تا ۲٪ اکسید ونادیوم می باشند. این کان ها از کان های پروتومگماتیک شمرده میشوند. کان های هیسترومگماتیک آهن - تیتانیوم که به آنورتوزیت - نوریت ها یا گابرو - آنورتوزیت ها بستگی دارند، در مناطق قله های کهن جاگزین گردیده و از ایلمنیت - مگنتیت یا ایلمنیت - هماتیت تشکیل یافته اند. برخی از این کان ها با حجم های بزرگ پیدا میشوند، ازینرو دارای اهمیت می باشند. بر عکس، کان های هیسترومگماتیک آهن - تیتانیوم که به گابروی ایوجیوسینکلینال ها تعلق دارند، اهمیت کمتر داشته و دارای ایلمنیت - مگنتیت و ایلمنیت - تیتانومگنتیت استند. مقدار اکسید تیتانیوم در این کان ها ۱۲٪ تا ۱۸٪ تخمین میشود (جیوسینکلینال ها به جیوسینکلینال های واقعی یا اورتو جیوسینکلینال که در لبه قاره یا میان دو قاره جا دارند و به جیوسینکلینال های غیر واقعی یا پارا جیوسینکلینال که در درون قاره واقع شده اند، دسته بندی میشوند. ایوجیوسینکلینال ها بدسته اول تعلق میگیرند و در پیدایش آن ها آتشفشانی بازیگ بحیث قوه محرکه نقش داشته است).

تابه گاه ها در قشر های هوازده در مقایسه با تابه گاه های رسوبی اهمیت کمتر دارند. این کان ها در اثر هوا خوردگی سنگ های تیتانیومدار بوجود می آیند و منرال ایلمنیت و بعضی اوقات روتیل در آنها پیدا میشود. به کاولین و گاهی هم به گل های باقیمانده متصل استند (گل باقیمانده گلی است که در اثر هوا خوردگی میخانیکی و کیمیائی سنگ ها بوجود می آید).

کان های متمورفوزا زاد در استخراج تیتانیوم سهم بارز ندارند. میتوان گفت که کان های مگماتیکی که بصورت منطقه ئی متمورفوزا شده اند، در کنار تخته سنگ های کرسالی تیتانیوم دار یگانه نماینده این دسته کان ها میباشند.

کان آتشفشانی - رسوبی تیتانیوم از دوران دوان در اتحاد شوروی پیشین دیده شده که در اثر آتشفشان زیر بحری در محیطی با آب کم شکل گرفته است. منرالی که این کان را ساخته، ایلمنیت است. دانه های زنگ زده ایلمنیت تا ۵۰٪ کان را که در توف های کلاستیک جا دارد، تشکیل داده اند ۲/ و ۵/.

همآمیزه ها در کان های تیتانیوم

همآمیزه هائی که در کان تیتانیوم مضر شمرده میشوند، کرومیوم، فاسفور و سلفر است. بر عکس، آهن در کان تیتانیوم سودمند شمرده میشود ۲/.

سجه گی اقتصادی کان های تیتانیوم

در کان های ثابت سجه گی ۱۰٪ روتیل نیاز است. در جاهائی که ایلمنیت از سنگ های الویال تابه کاری یا غربال میشود، سجه گی ۱٪ تا ۲٪ (یعنی ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرام ایلمنیت در ۱ تن ریگ) برای استخراج کافیست /۲/.

خواص تیتانیوم

در ظاهر تیتانیوم مانند فولاد است. کثافت کم دارد (۵،۴ گرم در سانتی متر مکعب). نقطه ذوبانش ۱۷۲۵ درجه سانتی گراد بوده و حتی در حرارت زیاد هم خیلی محکم است. در عین زمان شکل گیرنده است و در برابر موریانه بسیار مقاومت دارد /۲/.

موارد کاربرد تیتانیوم

برای نخستین بار تیتانیوم بگونه فروتیتان در نجابت دادن فولاد استفاده شد. آلیاژ های تیتانیوم در تولید هواپیماها و راکت ها سهم میگیرند. آلیاژ تیتانیوم با ونادیوم اهمیت بسیار دارد، زیرا با آنکه خیلی محکم است، قابلیت خوب انعطافی داشته و میتوان آن را ولدنگ کاری نمود. اکسید تیتانیوم بحیث سفیده بکار میرود. تیتانیوم در تولید مواد پلاستیکی و در صنایع کاغذ سازی و رابر سازی نیز استفاده میشود /۲/.

۲-۱-۵: کان های ونادیوم

مقدار زیاد ونادیوم هنگام فراوری کان های مگنتیت و تیتانومگنتیت بدست میآید. همچنان این عنصر میتواند در ضایعات باوکسیت، فوسفات ها، در خاکستر قیرهای طبیعی، زغال و در برخی انواع نفت موجود باشد /۲/.

منرال های ونادیوم با اهمیت اقتصادی

منرال های ونادیوم که از نگاه اقتصادی بیشترین اهمیت را دارند، اینها استند: کارنوتیت، روسکولیت و پاترونیت. در کنار این ها منرال های هم وجود دارند که ارزش کمتر دارند: ونادینیت و دیسکلوزیت. در چند سطر زیر منرال های ونادیوم یکایک معرفی میشوند.

کارنوتیت



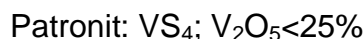
کارنوتیت ترکیبی است از پتاشیم، اورانیل، اکسید ونادیوم و آب که در مجموعه های دانه دار با رنگ های زرد قناری و سبز زرد پیدا میشود. در تیزاب ها به آسانی منحل شده و محلول سبز را میسازد. با آنکه در گذشته ها برای بدست آوردن ونادیوم استخراج میشد، موجودیت یورانیم در این منرال باعث شده است که اکنون بیشتر جهت بدست آوردن مواد رادیواکتیو نیز استخراج شود ۲/ و ۵/.

روسکویلیت



این منرال مونوکلونیک کمیاب و الوموسیلکات قلیائی از سلسله موسکوویت است که با موسکوویت ساختار کرستالی یکسان دارد. علاوه بر ونادیوم، دارای مقدار کم اکسید مگنزیوم و اکسید آهن نیز میباشد. کرسنال های کوچک این منرال رنگ سبز زیتونی و یا سبز نصولاری دارند. جلای روسکویلیت **جلای** مرواریدی و یا نیمه فلزی است. در تیزاب ها خیلی کم صدمه میبندد. نام این منرال از نام کیمیدان انگلیسی اچ. ای. روسکوی گرفته شده که مرکبات ونادیوم را مطالعه مینمود ۲/ و ۵/.

پاترونیت



منرال مونوکلونیک خیلی کمیاب و سولفید کامل ونادیوم است. واحد های ریزه دانه پاترونیت سیاه و یا سبز سیاه بوده و **جلای** فلزی دارند. **رنگ خاکه** این منرال نیز سبز سیاه میباشد. پاترونیت بیشتر اوقات به سلفر، زغال و گِل آلوده است ۲/ و ۵/.

ونادینیت



این منرال که در آن میتواند ونادیوم تا اندازه ای با ارسنیوم تعویض شود، از سلسله پیرومورفیت است. کرسنال های کوتاه استوانه ئی، مخروطی نوکدار و یا گاهی هم هموار ونادینیت به پیرومورفیت شباهت دارند. شکل های توده ئی، تار مانند، انگوری و یا گرده ئی را نیز بخود میگیرد. شکننده است. رنگ های زرد، نصولاری و اکثر اوقات سرخ نارنجی دارد. با **جلای** ضعیف الماسی، نیمه شفاف است. **رنگ خاکه** زرد مانند و یا سپیده گون دارد.

به آسانی ذوب شده و در نیتریک اسید منحل می گردد. به اندازه ای نه چندان زیاد در سحاهه اکسیداسیون بسیاری از کانههای سرب جا می گیرد. در یگان جاها با دسکلویزیت بحیث منرال ونادیوم استخراج میشود ۲/ و ۵/.

دسکلویزیت

Descloizit: $PbZn(VO_4)(OH)$; $V_2O_5 < 23\%$

منرالی است با کرسنال لوزی و خواص قلیائی که در برخی جاها به اندازه فراوان وجود دارد. جلایش از قیر گون تا الماسی بوده و با رنگ های نصولاری، سرخ نصولاری تا سیاه پیدا میشود. رنگ خاکهه آن نصولاری روشن تا نصولاری سبز است. در سحاهه اکسیداسیون منرال های سرب، مس و جست جا دارد. گاهگاه منرال مهم ونادیوم است ۲/ و ۱/.

منرال های ونادیوم را که بگونهه صنعتی استخراج میشوند، در سنگ های ریگی اورانیوم دار، کان های مگماتیک آهن - تیتانیوم، کان های سوپرچن از حوزهه اکسیداسیونی منرال های سولفیدی سرب - جست، کان های پاترونیت در مشارکت با اسفالت و غیره میتوان یافت.

سنگ های ریگی اورانیوم دار اغلباً بگونهه اجزای فرعی منرال های ونادیوم دار روسکوبلیت، مونتروسیت، کارنوتیت، تویامونیت و متاتویامونیت را در بر دارند. مقدار اکسید ونادیوم در این کان ها از ۰،۵٪ تا ۳٪ و در برخی سحاهه ها حتی تا ۵٪ درج شده است.

در کان های مگماتیک آهن - تیتانیوم بگونهه همآمیزه منرال کولسونیت که مرکبی است از آهن، ونادیوم و آکسیجن، پیدا میشود. کامپلکس بوش ولد که از دستهه کان های مگماتیک آهن - تیتانیوم - ونادیوم است، ۰،۹٪ تا ۱٪ اکسید ونادیوم دارد. کان های هیسترومگماتیک آهن - تیتانیوم دارای ۰،۰۵٪ تا ۰،۴٪ اکسید ونادیوم است.

کان های سوپرچن از حوزهه اکسیداسیونی منرال های سولفیدی سرب - جست را منرال های دسکلویزیت، مونترامیت و ونادینیت میسازند. مقدار اکسید ونادیوم در اینگونهه کان ها ۱،۱٪ تا ۱،۷٪ و در برخی سحاهه ها حتی ۵٪ و یا بیشتر است. کان های سوپرچن از شکل گیری دوباره یا دومی منرال ها در اثر تغییراتی که علت شان تأثیر آب های روی زمینی، بخارها و گازهای جوی، یخ، قوهه جاذبهه زمین و گاهی هم عملیهه کیمیائی است، بوجود می آیند.

کان های پاترونیت در مشارکت با اسفالت یک اندازه کمیاب استند. در کشور پرو کان مینا رگرا از همین دسته کان ها بود که در گذشته ها ۴۰٪ استخراج جهانی را تأمین مینمود. این

کان از بیتومن اسفالتی که در رسوب های گچ جا داشت، تشکیل یافته و در اثر اینفلتراسیون به پاترونیت غنی شده بود.

کان های دیگری که ونادیوم در آن ها موجود است:

الف - تابه گاه های تیتانومگنتیت در سواحل بحر با ۰،۱٪ تا ۰،۳٪ اکسید ونادیوم،

ب - کان های مس نوع رد - بد با اکسید ونادیوم به مقدار چندین صدم در صد (کان های رد - بد کان های رسوبی استند که پیدایش شان وابسته به رسوب های قاره ئی بوده و در اقلیم بیابانی تا نیمه بیابانی بوجود می آیند)،

ج - کان های فاسفوریت با ۰،۰۵٪ تا ۰،۵٪ اکسید ونادیوم،

د - کان های باوکسیت که بعضی اوقات اکسید ونادیوم دارند،

م - کاوستوبیولیت ها (مواد سوخت فسیلی) - بویژه ذخایر نفتی غنی به سلفر تا ۰،۰۵٪ اکسید ونادیوم دارند و در خاکستر ۰،۵٪ تا ۰،۵۸٪ اکسید ونادیوم موجود است،

ن - کان های رسوبی آهن بعضی اوقات ۰،۰۱٪ تا ۰،۱۱٪ اکسید ونادیوم دارند ۲/ و ۵/.

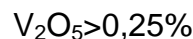
همآمیزه ها در کان های ونادیوم

در این کان ها فاسفور و اکسید کلسیوم همآمیزه های مضر را می سازند. بر عکس، آهن و تیتانیوم در کان های ونادیوم سودمند شمرده میشوند.

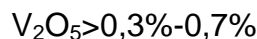
سجه گی اقتصادی کان های ونادیوم

اقتصادی بودن استخراج کان های ونادیوم بر اساس مقدار اکسید ونادیوم در منرال ها ارزیابی میشود. در کان های تیتانومگنتیت و مگنتیت باید کم از کم ۰،۲۵٪ و در کان های مونومتالیک کم از کم ۰،۳٪ تا ۰،۷٪ اکسید ونادیوم وجود داشته باشد:

- در کان های تیتانومگنتیت



- در کان های مگنتیت



خواص ونادیوم

ونادیوم فلزسخت است که رنگ خاکستری فولادی دارد. نقطه ذوبانش ۱۸۰۰ درجه سانتی گراد تعیین شده است و آلیاژها و کاربیدها را میسازد.

موارد کاربرد ونادیوم

از ونادیوم ماده ای بنام فرو وناد تولید میشود که در صنعت فلز سازی برای افزایش مقاومت فولاد در برابر کشش بکار می رود. آلیاژ ونادیوم با تیتانیوم (ونادیوم تا ۱۷٪) در تولید پرزجاتی که زیر حرارت زیاد قرار دارند، در هواپیما سازی و در راکت سازی استفاده میشود. کاربرد دیگر مرکبات ونادیوم در تولید کتالیزر است. در سرامیک و صنعت شیشه سازی نیز از ونادیوم استفاده میشود. از ونادیوم فلزی خالص مقتطیس میسازند. میتوان گفت که ۸۰٪ این منرال در فولاد سازی، ۱۰٪ برای تولید آلیاژهای ونادیوم – تیتانیومی و بیش از ۵٪ آن در صنایع کیمیائی کار گرفته میشود /۲/.

۲-۲: کان های فلزی غیر آهنی

کان های فلزی غیر آهنی را میتوان به سه دسته تقسیم نمود:

- فلز های غیر آهنی سنگین،

- فلز های غیر آهنی سبک،

- فلز های غیر آهنی کمیاب.

۲-۲-۱: فلز های غیر آهنی سنگین

این دسته را منرال هائی تشکیل میدهند که دارای عناصر نیکل، کوبالت، مس، جست، سرب، انتیمون و ارسنیوم استند.

۲-۲-۱-۱: کان های نیکل

از نگاه تکنولوژیکی چندین نوع کان نیکل را میشناسیم: کان لیکواسیوی سولفیدی نیکل – مس، کان باقیماندهء سیلیکاتی نیکل (نیکل – کوبالت) و کامپلکس نیکل – کوبالت /۲/.

کان های **لیکواسیو** آن دسته کان های مگماتیک را گویند که با جدا شدن مایع سولفیدی از مایع سیلیکاتی هنگام سرد شدن مگمای بازیک و یا اولترابازیک شکل می گیرند. پیرهوتین، پنتلاندیت، کالکوپیریت و مگنتیت منرال هائی اند که بیشتر از منرال های دیگر به این طریق پیدا میشوند.

کان های **باقیمانده** کان های رویه نی و یا سطحی می باشند که در اثر تغییر حرارت گازهای اتموسفیری و محلول های آبی هنگام هوا خوردن سنگ های سیلیکاتی یا کاربناتی که دارای منرال های فلزی **اکسیسوری** یا میکروسکوپی هستند، بوجود می آیند. همچنان میتوانند در اثر تراکم میخائیکی یا کیمیائی اجزای سودمند و جدا شدن اجزای بی ثمر سنگ ذریعهء محلول های آبی شکل بگیرند.

کامپلکس به کانی می گویند که از چندین منرال با خواص گوناگون و ساختار پیچیده تشکیل یافته باشد. منرال های فلزی را که به شکل **کامپلکس** یافت میشوند، به دشواری میتوان با متود های کلاسیک فرآوری نمود /۵/.

منرال های نیکل با اهمیت اقتصادی

از جملهء منرال های نیکل که در طبیعت شناسائی شده اند، اهمیت بیشتر پنتلاندیت، گارنیریت، نیپوویت، شوکاردیت و دیگر هیدروسیلیکات های نیکل دارند. در پهلوی اینها منرال های دیگری نیز یافت میشوند که در آنها نیکل موجود است، اما از اهمیت کمتری برخوردار اند، مانند نیکلین، راملس برگیت، کلوانتیت و گرسدورفیت.

پنتلاندیت

Pentlandit: $(\text{Fe, Ni})_9\text{S}_8$; $\text{Ni} < 34\%$

سولفید نیکل و آهن دو ولانسه است که کرسنال هائی را به شکل مکعب میسازد. گاهگاه حتی ۳۴٪ نیکل دارد (در برخی منابع صرف تا ۲۳٪ نیکل آمده است). پنتلاندیت دارای رنگ نضواری روشن بوده و **رنگ خاکهء** آن سیاه است. **جلای** فلزی دارد. مغناطیسی نیست. شکننده است. بیشتر اوقات کرسنال های کوچک و خوردش در منرال های پیرهوتین و مگنتیت پیدا میشوند. حامل مهم نیکل در بسیاری موارد پیرهوتین های رانده شده از مگما بوده و همچنان در کان های **لیکواسیوی** منرال مگنتیت نیز وجود دارد. پنتلاندیت به اندازهء کم تقریباً در همه پلوتونیت های بازیک موجود است. این منرال در اثر از هم پاشیدگی به منرال برافویت (براوویت) تبدیل میشود /۲ و ۵/.

گارنیریت

Garnierit; 4%-30% Ni

این منرال دو تعریف دارد: (۱) سیلیکات آبدار نیکل است. (۲) گارنیریت به یک نوع انتی گوریت نیز می گویند. مگر از نگاه ساختار بیشتر نوعی از کریزوتیل است که دارای ۴٪ تا ۳۰٪ نیکل بوده و توده هائی را می سازد که زیر میکروسکوپ تارمانند جلوه مینمایند. امروزه مخلوط پیملیت و سرپنتینیت نیکل دار را هم گارنیریت مینامند. این منرال در اثر از هم پاشیدن اولیونیت ها و سنگ های خویشاوند شان در شرایط گرمسیر بوجود می آید. گارنیریت در هیدروکلورید از هم می پاشد. رنگ سبز زمردی، سبز زرد و سبز آبی دارد /۵/.

نیپوویت

Nepouit; 50% NiO

این منرال را میتوان هیدروسلیکات نیکل نامید، اما انتی گوریت نیکل دار نیز خوانده میشود. در ردیف سرپنتین های نیکل دار قرار دارد. تحقیق های تازه نمایانگر این حقیقت اند که نیپوویت مخلوط پیملیت و سرپنتین نیکل دار است و دارای چند جز دیگر نیز میباشد. نیپوویت توده های کم نور را میسازد و **جلای** مرواریدی دارد. **رنگش** وابسته به مقدار نیکل است و از سبز کمرنگ به سبز خرم تغییر میکند. به دشواری، مگر به صورت کامل در هیدروکلوریک اسید منحل میشود /۵/.

شوکاردیت

Schuchardit; 5%-6% NiO

الوموسیلیکات پیچیده نیکل، مگنزیوم و المونیوم است که خواص قلیائی دارد. با احتمال زیاد صرف نوعی از انتی گوریت بوده و در برخی جاها منرال مهم نیکل است. به اندازه کم در هیدروکلورید منحل میشود. مجموعه های سبز یا سبز زرد این منرال گاهگاه تخته های شکننده بزرگی را میسازند. شوکاردیت در اثر از هم پاشیدن سرپنتینیت بوجود می آید /۵/.

نیکلین

Nikelin: NiAs; 43,9% Ni

ارسنید نیکل است که برخی اوقات تا ۲۸٪ آرسنیوم آن با انتیمون تعویض میگردد. اغلباً توده ئی و میده دانه بوده و رنگ گلابی مسی روشن دارد. شفاف نیست. اکثراً با کرسنال های

انابریگیت پوش میشود. **جلای** سخت فلزی دارد و **رنگ خاکه‌آه** آن نضواری سیاه است. گاهگاه مجموعه هائی را با رویه‌آه گرده مانند میسازد. در تیزاب هائی غلیظ به محلول سبز منحل میشود. یکجا با منرال هائی بیسموتیوم و کوبالت در کان هائی هیدروترمال منبع مهم نیکل را تشکیل می‌دهد ۲/ و ۵/.

راملس برگیٹ

Rammelsbergit: NiAs₂; 28,1% Ni

منرال لوزی کمیاب از سلسله‌آه لولن گیت است. رنگ سفید قلعی دارد که کمی مایل به سرخی است. **رنگ خاکه‌آه** آن سیاه است و **جلای** سخت فلزی دارد. اکثراً به شکل مجموعه هائی میده دانه و توده ئی یافت میشود. در صورت از هم پاشیدن به انابریگیت مبدل میگردد ۲/ و ۵/.

کلوانتیت

Chloantit: NiAs₃; 14,5%-21% Ni

این منرال با ساختار کرسطالی مکعبی، ارسنید نیکل است که به سلسله‌آه اسکوت تروڈیت تعلق دارد. با اسکوت تروڈیت یکسان است و بدون محدودیت میتواند با آن مخلوط شود (در منرالوجی دو منرال را زمانی یکسان مینامند که ساختار درونی کرسطال هائی شان یکسان باشد). حتی میتوان گفت که کلوانتیت در حقیقت اسکوت تروڈیت نیکل دار است و گاهگاه با همین نام نیز یاد میشود.

بارها با اسمالتین مخلوط هائی ایزومورفیک را میسازد. مخلوط هائی ایزومورفیک در منرالوجی مخلوط هائی را می‌نامند که اجزای شان با داشتن خواص کیمیائی و ساختار کرسطالی مشابه میتوانند یکدیگر را تعوض نمایند.

کلوانتیت تا ۲۱٪ نیکل دارد و با هم‌آمیزه هائی کوبالت، آهن و بیسموتیوم پیدا میشود. رنگش از سفید قلعی گرفته تا پولادی روشن است. شفاف نیست. **جلای فلزی** دارد. شکل هائی پاشیده شده، دانه دار و توده ئی را بخود میگیرد. هنگام از هم پاشیدن با انابریگیت سبز پوش میشود. هرگاه آن را ذوب نمائیم، بوی ارسنیوم به دماغ ما خواهد رسید. در اسید نیتریک منحل شدنی است. در برخی جاها، بویژه در رگه هائی هیدروترمال کانه‌آه نقره که دارای بیسموتیوم و اورانیوم استند، منرال مهم نیکل و کوبالت را میسازد ۲/ و ۵/.

Gersdorffit: NiAsS; Ni<35,4%

سولفید نیکل و ارسنیوم است با ساختار کرستالی مکعبی که با حجم های کم خیلی زیاد پیدا میشود. به سلسله کوبالتین تعلق میگیرد و ۲۰٪ تا ۳۵٪ نیکل دارد. گاهگاه در آن ۲٪ تا ۶٪ آهن دو ولانسه و مقدار کمی کوبالت موجود است. رنگ سفید نقره ئی تا خاکستری فولادی و رنگ خاکه سیاه خاکستری دارد. شفاف نیست. جلایش فلزی است. عموماً بافت دانه دار، پاشیده شده، ورق ورق و همچنان توده ئی دارد. هادی خوب برق است. در اسید نیتریک صرف تا اندازه ای منحل میشود و با ساختن محلول سبز، سلفر را آزاد میکند. روی آن با انابریگیت سبز پوش میشود. عموماً یکجا با سیدریت در رگه ها موجود است ۲/ و ۵/.

کان هائی که در آنها میتوان منرال های نیکل را بگونه صنعتی استخراج نمود، اینها اند: لاتیریت های نیکل، کان های لیکواسیو، کان های هیدروترمال و غیره.

لاتیریت های نیکل در اثر هوا خوردگی لاتیریتی توده سنگ های اولترا بازیگ بوجود آمده اند. منرال های این دسته را سیلیکات ها و هیدروسیلیکات های نیکل مانند گارنیریت، نیپوویت، نون ترونیت و ریو دینس کیت میسازند که بارها با افسولان همراهی میشوند. تا ۵٪ نیکل دارند، مگر مقدار نیکل در آنها اغلباً از ۱٪ تا ۲٪ تجاوز نمیکند. افزون بر نیکل در این کان ها مقدار زیاد آهن، المونیوم، اکسید سیلیزیوم و ۱٪، ۲٪ تا ۰،۲٪ کوبالت موجود است. در پروفیل (نمای عمودی) لاتیریتی، جای منرال ها در بخش های پائین و یا در بخش های میانه است.

کان های لیکواسیوی نیکل اکثراً در اثر نفوذ مگما به قشر زمین بوجود میآیند. در کنار این دسته، میتوان کان های لیکواسیوی نیکل را در مشارکت با سنگ های آذرین اولترا بازیگ در کامپلکس های آتشفشانی - رسوبی نیز جستجو نمود. بصورت عموم کان های لیکواسیوی نیکل را به سه دسته تقسیم مینمایند:

الف - نوع سد بری

این دسته بر اساس منطقه سد بری (Sudbury) در کانادا نامگذاری شده و متصل به لوپولیت ها و رگه های افتاده (سیل) یا غیرعمودی سنگ های گابروئیدی (نوریت، دولریت، گابرو وغیره) است. منرال های اصلی را در این کان پیرهوتین و کالکوپریت و منرال های دست دو را مگنتیت، پیریت، نیکلین، میلریت، ویوالریت، بورنیت، پولیدیمیت و منرال های پلاتینوئیدی و طلا تشکیل میدهند. ازین بابت افزون بر نیکل عناصر مس، کوبالت، پلاتینیوم،

پلادیوم، آهن، سلنیوم و غیره نیز از این نوع کان بدست می‌آیند. اجسام منرالی در این کان به شکل های پاشیده شده، بسترمانند، عدس مانند، رگه ئی و توده ئی پیدا میشوند. **سپه گی** منرال های پاشیده شده ۰،۳٪ تا ۱،۵٪ نیکل و **سپه گی** منرال های توده ئی ۱،۵٪ تا ۵٪ نیکل ثبت شده است. در این نوع کان تناسب نیکل و مس و تناسب نیکل و کوبالت نیز اهمیت دارد. تناسب نیکل بر مس متغیر بوده و بگونه اوسط از ۴:۱ تا ۱:۳ تخمین میشود. بهمین گونه تناسب نیکل بر کوبالت از ۱۰:۱ تا ۳۰:۱ است.

ب - نوع کمبلده

این دسته براساس کان **کمبلده (Kambalda)** در منطقه غربی استرالیا نامگذاری شده و از کان های نیکل - مس و نوع **لیکواسیوی ایوجیوسینکلینال** است. با پریدوتیت ها، سرپنتینیت ها و دونیت ها که در کامپلکس های آتشفشانی - رسوبی به شکل عدس مانند و بسترمانند پیدا میشوند، پیوند دارد. اجسام منرالی کمربند های **استراته فورم** را میسازد، طوری که در قسمت پائینی کان منرال ها به شکل توده های بزرگ و در قسمت بالائی آن به شکل رگه های باریک جاگزین می شوند. **متامورفوزای منطقه ئی** باعث شده که کان شکل کمربند را به خود بگیرد. مقدار نیکل در توده های بزرگ از ۸٪ بیشتر بوده و افزون بر آن ۰،۴٪ مس و ۰،۲٪ کوبالت در کان وجود دارد. در صورتیکه منرال ها شکل پاشیده شده و رگه های باریک را داشته باشند، مقدار نیکل تقریباً ۴٪، مس ۰،۵٪ و مقدار کوبالت ۰،۱٪ تخمین میشود.

ج - نوع مرنسکی ریف

نوع **مرنسکی ریف (Merensky Reef)** نوع سولفیدی کان های پلاتینیوم است که از آن مس و نیکل بصورت اجزای سودمند بدست می‌آیند. این کان عموماً به شکل لایه ها در لوپولیت **بوشولد (Bushveld)** پیدا میشود که ضخامت آن ۰،۸ تا ۱ متر است. از پیروکسنیت کرستالی ساخته شده و اسپریلیت، براگگیت، استیبیوپلاندیت، لاوریت، پلاتینیوم و طلای خالص، کالکوپیریت، پنتلاندیت، پیرهوتین و پیریت را میتوان در آن جستجو نمود. مقدار نیکل در این نوع کان ۰،۱۸٪ و مقدار مس ۰،۱۱٪ ثبت شده است.

سولفید های نیکل - کوبالت در کان های **هیدروترمال** منبع دیگر نیکل اند. از نگاه کاربرد (استخراج) صنعتی اهمیت ناچیز دارند. نیکل در این کان ها بگونه جز فرعی استخراج میشود. سولفید های نیکل - کوبالت در کان های **هیدروترمال** رگه هائی را میسازند که در آن ها منرال های نیکل، کوبالت، اورانیوم، نقره یا فلزات دیگر مانند بیسموتیوم، مس و غیره پیدا میشوند. منرال هائی که در آنها نیکل وجود دارد، عبارتند از: کلوانیت، نیکلین، راملس برگیت و گرسدورفیت ۲/ و ۵/.

همآمیزه ها در کان های نیکل

در سولفید های نیکل – مس عناصر پلاتینیوم، پلادیوم، طلا، نقره و کوبالت و در سیلیکات ها عنصر کوبالت همآمیزه های سودمند شمرده میشوند /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های نیکل

در صورتی که در سولفید ها ۱٪ تا ۰،۵٪ نیکل و در سیلیکات ها ۱،۳٪ تا ۱٪ نیکل موجود باشد، کان ارزش استخراج را دارد /۲/.

خواص نیکل

نیکل عنصر سخت، محکم و در عین حال شکل پذیر است. میتوان آن را ولدنگ کاری نمود. چلای نقره ئی دارد. مانند آهن مقناطیسی است. در برابر موربانه مقاومت دارد. کثافت آن ۸،۹ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۱۴۵۳ درجه سانتی گراد تعیین شده است /۲/.

موارد کاربرد نیکل

از نیکل بیشتر برای محکم ساختن و بلند بردن مقاومت فولاد در برابر موربانه کار گرفته میشود. افزون بر آن در تولید آلیاژ ها با عناصر المونیوم، کوبالت، آهن، مس، کرومیوم و مولیبدنوم بکار میرود /۲/.

۲-۱-۲-۲: کان های کوبالت

کوبالت را در اسبولان کوبالت با منگان یا نیکل، سولفیدها و سولفو ارسنیدهای نیکل – کوبالت و همچنان در سولفیدهای مس – کوبالت میتوان یافت نمود. افزون بر این کوبالت در پنتلاندیت های نیکل – مس یا در بعضی پیریت ها پیدا میشود /۲/.

منرال های کوبالت با اهمیت اقتصادی

منرال هائیکه اهمیت اقتصادی دارند، اینها استند:

لینیت

Linneit: Co_2S_4 ; 51% Co

لینیت منرال کمیابی است که ساختار کرسنالی مکعبی دارد. این سولفید کوبالت گاهگاه دارای ۱۱٪ تا ۴۲٪ نیکل و مقداری آهن است. رنگ سفید روشن لینیت تمایل به زردی یا گلابی دارد. رنگ خاکه‌ء آن خاکستری تاریک است. جلائی فلزی دارد. در اسید نیتریک منحل شده و سلفر را آزاد میکند. بیشتر در رگه های هیدروترمال موجود است /۵ و ۲/.

اسبولان (ازبولان)

Asbolan; CoO < 17,3%

اسبولان در حقیقت نوعی از منگانوملان است که حالت گذار به هتروگنیت را میسازد. دارای مخلوط کوبالت، مس و آب است. در بسیاری کان های منگان وجود دارد. از نگاه ماکروسکوپی شبیه ونادیوم است /۲ و ۵/.

کوبالتین

Kobaltin: CoAsS ; 35,4% Co

کوبالتین منرال نسبتاً کمیاب است که ساختار کرسنالی مکعبی دارد. در پهلوی کوبالت همیشه بیش از ۱۲٪ آهن دو ولانسه در آن موجود است. رنگش سفید نقره ئی است و تمایل به گلابی تاریک دارد. جلایش سخت فلزی است. بافت دانه دار دارد. زود ذوب میشود و هنگام ذوب شدن آن بوی ارسنیوم به دماغ میرسد. بارها با اریترین گلابی که در اثر فرو پاشی آن بوجود میآید، پوشانده میشود. کوبالتین در رگه های هیدروترمال و پنیوماتولیتیک بوجود میآید. کان پنیوماتولیتیک کان درون زاد است که در حرارت بلند از اجزای گریزان گازی مگما در انشای سرد شدن آن شکل میگیرد و در طبیعت به پگمیتیت ها و کان های هیدروترمال پیوند دارد که به دشواری از آن ها فرق میشود /۲ و ۵/.

سکوتترودیت

Skutterudit: CoAs_3 ; 20,8% Co

سکوتترودیت ارسنید کوبالت است و ساختار کرسنالی مکعبی دارد. هم نوع کلوانتیت است و با این منرال میتواند مخلوط ایزوفورمیک را بسازد. اکثراً دارای ۱۹٪ تا ۲۰٪ کوبالت بوده و مقداری هم آهن دو ولانسه و نیکل دارد. رنگش نخست سفید قلعی است، مگر با گذشت زمان به خاکستری فولادی روشن که تمایل به گلابی دارد، تغییر میکند. رنگ خاکه‌ء سیاه دارد. در

اسید نیتریک منحل میشود و محلولی را با رنگ سرخ میسازد. سکوتترویدیت منرال مهم کوبالت است که در کان های کوبالت – نیکل پیدا میشود ۲/ و ۵/.

سفلوریت

Safflorit: CoAs_2 ; 28,2% Co

سفلوریت ارسنید کمیاب کوبالت از سلسله لولینگیست است که افزون بر ۲۸،۲٪ کوبالت اکثراً ۵٪ آهن دوولانسه و مقداری هم نیکل دارد. درنخستین مراحل پیدایش رنگش سفید قلعی است، مگر با گذشت زمان تیره میشود. جلائی فلزی دارد. کرسنال های سفلوریت خورد و کوچک بوده و از نگاه ساختار شباهت به کرسنال های ارسنوپیریت دارند. سفلوریت شکننده است. در کان های رگه ئی کوبالت – نیکل یکجا با نقره پیدا میشود ۲/ و ۵/.

گلاوکودوت

Glaukodot: $(\text{Co, Fe})\text{AsS}$; 16%-25% Co

گلاوکودوت سولفید لوزی آهن دوولانسه، کوبالت و ارسنیوم است که به دسته ارسنوپیریت تعلق میگیرد. مقدار کوبالت در آن از آهن بیشتر است. کرسنال های استوانه ئی دارد. رنگش سفید قلعی است، مگر زود تیره میشود. رنگ خاکهء سیاه و جلائی فلزی دارد ۲/ و ۵/.

کان هائی که در آنها کوبالت بگونهء صنعتی استخراج میگردد، بصورت عموم عبارتند از:

- کان های استراته فورم مس – کوبالت،

- کان های لیکواسیوی نیکل – مس،

- کان های هیدروترمال،

- لاتیریت های نیکل،

- کان های دیگر.

کانهای استراته فورم مس – کوبالت را تجمعات پهناور کالکوزین، بورنیت، کالکوپیریت و لنینیت در سنگهای خاکی و در ارکوزا ها که نوعی از سنگ های ریگی است، میسازند. کان های لیکواسیوی نیکل – مس در مگماتیت های بازیک و اولترا بازیک پیدا میشوند. کان های هیدروترمال نیکل – کوبالت کامپلکس های رگه ئی را تشکیل می دهند که افزون بر ارسنید ها و سولفوراسنیدهای نیکل در آنها منرال های اورانیوم، نقره، بیسموتیوم، مس و

ارسنید ها و سولفورسنیدهای کوبالت نیز موجود اند. **لاتیریت های نیکل** کانهای باقیمانده ای هستند که در آنها کوبالت به هیدروکسیدهای منگان جذب شده است. مقدار کوبالت در آنها بگونه اوسط ۰،۱٪ است، مگر در برخی جاها حتی ۳٪ کوبالت در لاتیریت ها پیدا میشود. کوبالت در اسکارن ها، کان های مس کوبالتدار و در کان های آهن – منگان که در کف بحر های اخیر (کنونی) جا دارند، نیز موجود است /۲/.

همآمیزه ها در کان های کوبالت

در کان های کوبالت عناصر مس و نیکل سودمند پنداشته میشوند، در حالیکه منگان به اندازه بیشتر از کوبالت در کان ها مضر است /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های کوبالت

در کان های کوبالت سجه گی ۰،۶٪ تا ۰،۱٪ برای استخراج کافیسست. مگر در کان های سولفیدی نیکل – کوبالت و کان های سیلیکاتی نیکل که از آن ها کوبالت بگونه جزء فرعی بدست می آید، میتواند سجه گی کان کمتر باشد. در کان های سولفیدی کافی است که نسبت کوبالت بر نیکل از ۰،۰۳٪ تا ۰،۱٪ باشد. در سیلیکات های نیکل مقدار ۰،۱٪ کوبالت ارزش اقتصادی دارد /۲/.

خواص کوبالت

کوبالت فلز جلا دار سفید است. کثافتش ۹،۸ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبانش ۱۴۹۰ درجه سانتی گراد تعیین شده است. خواص کیمیائی و فزیکی مشابه به نیکل دارد /۲/.

موارد کاربرد کوبالت

کوبالت در صنعت فلز سازی برای افزایش سختی فولاد و برای بلند بردن مقاومت آن در برابر حرارت استفاده میشود. از این عنصر در تولید آلیاژهای مقناطیسی مانند النیکو و غیره نیز کار می گیرند. رادیوایزوتوپ کوبالت بحیث منبع اشعه رادیواکتیو (رادیواکتیف) در طبابت و دیفکتوسکوپی سودمند است /۲/.

۳-۲-۱-۲: کان های مس

فراوان ترین منرال مس کالکوپیریت است که از بابت فراوانی اش اهمیت زیاد دارد. در پهلوی کالکوپیریت سولفید های دیگر مس نیز از اهمیت زیاد برخوردار اند، زیرا سجه گی

شان بیشتر است. سولفورسینیدها و سولفوانتیمونیدهای مس اهمیت کمتر دارند و اهمیت اکسیدها، کاربناتها و سیلیکاتها خیلی اندک است /۲/.

منرال های مس با اهمیت اقتصادی

منرال های مس که در صنعت اهمیت اقتصادی دارند، اینها اند:

کالکوپیریت

Chalkopyrit: $CuFeS_2$; 34,5% Cu

کالکوپیریت که افزون بر مس دارای آهن دوولانسه و سلفر نیز میباشد، در طبیعت خیلی فراوان است. ۳۴،۵٪ مس، ۳۰،۵٪ آهن و بعضی اوقات مقداری طلا و نقره هم در آن پیدا میشود. در حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد مقدار سلفر در این منرال رو به کاهش می گذارد و این کاهش سلفر تا ۷۲۰ درجه سانتی گراد دوام میکند. ساختار کرستالی آن شبیه ساختار کرستالی اسفالریت است. کالکوپیریت رنگ زرد برنجی مایل به سبز دارد. **جلاش** فلزی است. هم به شکل دانه دار و هم به شکل توده ئی پیدا میشود. گاهی هم شکل گرده ئی دارد. شفاف نیست. **رنگ خاکه** آن سبز سیاه است. به آسانی در اسید نیتریک ذوب میشود و سلفر را آزاد مینماید. در صورتی که از هم بپاشد، ملاکیت، ازوریت و لیمونیت بدست میآید. کالکوپیریت منرال مهم مس است و به اندازه زیاد در جهان استخراج میشود. **اکسیسوری** بسیاری سنگ های آذرین را در اعماق زمین تشکیل میدهد. هم در کان های **پنوماتولیتیک** و هم در **متاسوماتیت های تماسی** موجود است. همچنان در رگه های **هیدروترمال**، رسوب ها و در **اسکارن های متامورفوزا شده** کشف شده است /۲ و ۵/.

کالکوزین

Chalkozin: Cu_2S ; 79,8% Cu

کالکوزین سولفید مس است که فراوان پیدا میشود. افزون بر مس در این منرال مقداری آهن و نقره نیز موجود است. نوع کالکوزین که ساختار کرستالی به شکل لوزی دارد، دارای ۸۰٪ مس میباشد. **رنگش** خاکستری آبی بوده و **جلا**ی کرستال های تازه آن سخت فلزی است. **رنگ خاکه** خاکستری آبی دارد. اغلباً هم دانه دار است و هم توده ئی. به صورت پاشیده شده نیز پیدا میشود. بر روی سنگ ها و منرال های دیگر نوعی پوشش را میسازد. در اسید نیتریک منحل میگردد و با ساختن محلول سبز رنگ، سلفر را آزاد میکند. اکثراً با ملاکیت و ازوریت که در اثر از هم پاشیدگی آن بوجود میآیند، پوشش مییابد. کالکوزین – منرال مهم مس – در رگه های **هیدروترمال** موجود است /۲ و ۵/.

Bornit: Cu_5FeS_4 ; 55%-69% Cu

بورنیت سولفید آهن دوولانسه و مس است که در طبیعت نسبتاً فراوان پیدا میشود. به دسته دیگنیت تعلق دارد. ترکیب کیمیائی آن اکثراً ثابت نیست و دارای ۵۵٪ تا ۶۹٪ مس است. به شکل کرسنال کمیاب بوده و اغلباً مجموعه ها را میسازد. **جلای** فلزی دارد. در مراحل نخست پیدایش سرخ رنگ یا نصواری رنگ است، مگر با گذشت زمان رنگ های گوناگون را بخود میگیرد. **رنگ خاکهء** سیاه خاکستری دارد. به آسانی ذوب میشود. در تیزاب های غلیظ منحل شده و سلفر را آزاد میکند. در بعضی جاها منرال مهم مس شمرده میشود. در اثر روند های **هیدرترمال** و **پنوماتولیتیک** و گاهی هم در مگما ها بوجود می آید. در صورت تأثیر محلول های داغ میتواند از کالکوپیریت نیز ساخته شود. در رسوب ها هم دیده شده است ۲/ و ۵/.

تترا ادریت

Tetraedrit: $(CuFe)_{12}Sb_4S_{13}$; 30%-50% Cu

تترا ادریت در بعضی جاها فراوان است. این سولفید مس و انتیمون ساختار کرسنالی مکعبی دارد و نماینده اصلی دسته تترا ادریت هاست. گاهگاه مقدار زیاد نقره، سیماب، آهن و جست در آن موجود است. انتیمون بعضی اوقات بگونه ایزومورفیک با بیسموتیوم و مقدار ۱٪ تا ۵٪ ارسنیوم تعویض میشود. بصورت ایزومورفیک بی نهایت مخلوط شدنی است. ساختار شبیه اسفالریت و کالکوپیریت دارد. **رنگ** آن خاکستری فولادی است که تمایل به رنگ زیتون دارد و تیره میشود. **جلای** آن سخت فلزی است. **رنگ خاکهء** سیاه دارد. دانه دار، پاشیده شده و هم توده ئی بوده و شکننده است. به آسانی ذوب میشود. در **اکوا ریگیه** یا **آب شاهی** منحل میشود (**اکوا ریگیه** یا **آب شاهی مخلوط نیتریک اسید و هیدروکلوریک اسید** است که به تناسب ۱:۳ بوجود میآید). گاهگاه از اهمیت ویژه برخوردار است، زیرا میتواند بگونه اوسط ۱۱٪ تا ۱۳٪ آهن دوولانسه، ۳۰٪ تا ۴۵٪ مس، ۱۴٪ تا ۲۴٪ نقره، ۱۷٪ سیماب و ۸٪ تا ۹٪ جست داشته باشد. جایگاه اصلی این منرال کان های **پولی سولفیدی** **هیدروترمال** بوده، مگر بعضی اوقات در **پگماتیت** ها و **رسوب** ها نیز پیدا میشود ۲/ و ۵/.

انرگیت (انرجیت)

Enargit: Cu_3AsS_4 ; 48,3% Cu

انرگیت (انرجیت) سولفید مس و ارسنیوم است که اندکی آهن، جست و انتیمون نیز دارد. مقدار مس در این منرال از ۴۵٪ تا ۴۹٪ و مقدار ارسنیوم ۱۷٪ ثبت شده است. کرسنال های ضخیم استوانه ئی دارد، مگر گاهگاه شکل تخته ئی را بخود میگیرد. اکثراً توده ئی یا دانه

دار است. بعضی اوقات مجموعه های شعاع مانند را میسازد. رنگ سیاه خاکستری فلزی دارد که مایل به نضواری یا بنفش است. رنگ خاکه آن سیاه است. جلائی فلزی دارد. شفاف نیست. میتواند بشکند. انرگیت (انرجیت) منرال مهم مس و ارسنیوم است که بصورت پراکنده، رگه ئی و یا متاسوماتیت پیدا میشود ۲/ و ۵/.

کولین

Covellin: CuS ; 66,5% Cu

کولین سولفید مس است که بعضی اوقات در آن سرب و آهن پیدا میشود. کرسنال های آبی تاریک تا آبی نیلگون را می سازد و جلائی نیمه فلزی یا فلزی تاریک دارد. اغلباً توده ئی یا دانه دار است و سولفید های دیگر را پوش میکند. رنگ خاکه آن سیاه دارد. در اسید نیتریک منحل می شود و سلفر را آزاد مینماید. در اثر از هم پاشیدگی سولفید های دیگر مس عموماً به شکل پوش (پوسته) بوجود میآید ۲/ و ۵/.

تنانتیت

Tennantit: $(\text{Cu, Fe})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$; 42%-44% Cu

تنانتیت منرالیست که کرسنالش ساختار مکعبی دارد. این سولفید مس و ارسنیوم افزون بر ۴۲٪ تا ۴۴٪ مس دارای عناصر آهن، جست و اندکی نقره و انتیمون نیز میباشد. رنگ روشن خاکستری فولادی دارد که مایل به رنگ زیتون است. رنگ خاکه آن سیاه بوده و جلائی سخت فلزی دارد. اکثراً به شکل دانه دار، پاشیده شده و یا توده ئی پیدا میشود. در آب شاهی کاملاً منحل میشود و هر گاه آن را در اسید نیتریک بیاندازیم، با آزاد نمودن سلفر از هم می پاشد. اکثراً در رگه های هیدروترمال جا دارد و در برخی موارد منرال مهم مس شمرده میشود. تنانتیت از نام کیمیدان انگلیسی س. تنانت گرفته شده است. گاهگاه به این منرال بینیت ویا انیویت نیز میگویند ۲/ و ۵/.

در کنار منرالهای نامبرده شده منرال های دیگر مس نیز وجود دارند. مگر اهمیت اقتصادی شان کمتر و یا منطقه ئی است. برای اینکه فهرست منرال های مس مکمل شود، از آنها نیز نام میبرم:

کوپریت

Kuprit (Cuprit): Cu_2O ; 88,8% Cu

کوپریت منرالیست که در برخی جاها فراوان پیدا میشود. افزون بر ۸۸،۸٪ مس، مقدار اندکی هم ونادیوم دارد. دارای رنگ های سرخ تاریک، سرخ نضواری یا خاکستری تاریک است.

جلای فلزی تا الماسی دارد. میتواند هم شفاف باشد و هم ناشفاف. اکثراً مجموعه های دانه دار و توده ئی را میسازد. **رنگ خاکهء** آن سرخ است. در تیزاب ها و امونیاک منحل میشود. در اثر اکسید شدن منرال های دیگر مس بوجود می آید. عموماً یکجا با مس خالص پیدا می شود و به ملاکیت مبدل میگردد. در برخی جاها کان مس را تشکیل میدهد /۲ و /۵.

تنوریت

Tenorit: CuO ; 79,8% Cu

این اکسید مس نسبتاً فراوان است. کرسنال های ریزهء تخته ئی، نامرتب و یا دوگانه را میسازد. اکثراً بگونهء پوسته های سیاه تا خاکستری فولادی پیدا می شود و **جلای** آن فلزی است. توته های خورد تنوریت شعاع نضواری مایل به زرد دارند. شکننده است. بویژه در تیزاب های اسید کلورید و اسید نیتریک به آسانی ذوب می گردد. تنوریت بیشتر در اثر از هم پاشیدگی منرال های دیگر مس بوجود میآید /۲ و /۵.

ملاکیت

Malachit: $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$; 57,5% Cu

ملاکیت کاربنات قلیائی مس از دستهء ازوریت است که افزون بر ۵۷،۵٪ مس گاهگاه یک اندازه سرب و جست نیز دارد. **رنگ** آن سبز تا سبز تیره است. **جلای** شیشه ئی یا ابریشمی دارد. میتواند هم شفاف باشد و هم نا شفاف. **رنگ خاکهء** آن سبز روشن است. بیشتر در اثر **پسنودومورفوزا** از کوپریت، اتاکامیت، تنرا ادريت، ازوریت و دیگر منرال ها بوجود میآید. شکننده است. در تیزاب ها و امونیاک به آسانی ذوب میشود. هنگام ذوب شدن در اسید کلورید می خروشد. در ساحهء اکسیدی کانهای مس، بویژه لیمونیت، بارها بگونهء منرال دومی و فرعی بوجود میآید. موجودیت آن در سنگ های تغییر یافتهء آهک و همچنان در **سنگ های ریگی** نیز ثبت شده است. در برخی جاها که انبار های نسبتاً بزرگ را میسازد، ملاکیت بحیث کان مس استخراج میشود. مگر کاربرد آن بحیث سنگ زینتی رواج بیشتر دارد /۲ و /۵.

ازوریت

Azurit: $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$; 55,3% Cu

ازوریت در طبیعت نسبتاً فراوان پیدا میشود. کاربنات قلیائی مس از دستهء ازوریت – هیدروزینکیت است که **رنگ** خاص فیروزه ئی، آبی روشن یا آبی تیره دارد. **جلای** آن شیشه ئی است. کرسنال های شفاف آن شکل های تخته ئی ضخیم یا استوانه ئی کوتاه داشته و گاهی هم مجموعه های کلوله، گرده مانند ویا انگوری را میسازند. ازوریت عموماً با ملاکیت یکجا پیدا میشود. بیشتر در اثر **پسنودومورفوزا** از کوپریت، تنرا ادريت یا

دولومیت بوجود میآید. بعضی اوقات خود به ملاکیت میدل میگردد. در تیزاب ها و امونیاک به آسانی منحل شدنی است. در مقایسه با ملاکیت در طبیعت موجودیت کمتر دارد. اکثراً در سنگ های ریگی پراکنده شده و یا پوش تخته سنگ ها را میسازد. ازوریت در ساحهء اکسیدی کان های مس بوجود میآید /۲ و /۵.

اتاکامیت

Atakamit (Atacamit): $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$; 59% Cu

اتاکامیت کلورید قلیائی مس از دستهء اتاکامیت است. رنگ سبز علفی تا تیره گون دارد. کرسنال های آن با جلائی شیشه ئی به شکل استوانه ئی پیدا میشوند و شفاف اند. در پهلوی شکل استوانه ئی، اتاکامیت بگونهء اجسام ورقه ئی، دانه دار و خاکه نیز پیدا میشود. رنگ خاکهء سبز دارد. به آسانی در اسید کلورید و امونیاک منحل شدنی است. در اثر از هم پاشی ملاکیت یا کوپریت بوجود میآید و خود نیز به ملاکیت و الوفان تبدیل میشود. ندرتاً میتواند نتیجهء فعالیت فوماروله ها باشد (فوماروله جریان گازها و بخار داغ آب است که با حرارت ۱۰۰ تا ۸۰۰ درجهء سانتی گراد از درزهای زمین در مناطقی که آتشفشان فعالیت میکند، بیرون میشوند). اتاکامیت منرال فرعی مس است، مگر در برخی مناطق امکان استخراج آن وجود دارد /۲ و /۵.

مس خالص

100% Cu

مس یکی از چند عنصریست که در طبیعت به صورت خالص نیز پیدا میشود. کرسنال ها و مجموعه های آن رنگ سرخ مسی دارند، مگر بیشتر مایل به تیره شدن و رنگارنگ شدن استند. مس ناشفاف است. جلائی فلزی و رنگ خاکهء سیاه دارد. کرسنال های نامکمل را میسازد که اکثراً دارای کجی ها و نارسائی های هندسی اند. در اثر پسندومورفوزا از کلسیت بوجود میآید، مگر مسی که از این طریق شکل می گیرد، کمیاب است /۲ و /۵.

منرال های مس در انواع کان ها وجود دارند. کان هائی که در آنها مس بگونهء صنعتی استخراج میشود، اینهايند:

- کان های پورفیری مس - مولیبدنوم،

- سنگ های ریگی و سنگ های گلی مس دار،

- اشکال کیزی کانهای آتشفشانی - رسوبی،

- کان های لیکواسیو،

- کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی (Subvolcanic)،

- اسکارن ها،

- کان های هیدروترمال پلوتونی،

- انواع دیگر.

کاربرد اصطلاح پورفیر در کتاب های جیولوجی از سالهای ۱۷۵۰ میلادی رایج شده است. در زمانه های پیشتر اما اصطلاح پورفیریت استفاده میشد که معنی سنگ سرخ با لکه های سفید را داشت. پورفیر امروز به سنگهای رگه ئی و آتشفشانی میگویند که ساختار پورفیریتی داشته باشد. ساختار پورفیریتی ساختار سنگهانیست که در آنها کرسنال بندی در دو مرحله زمانی صورت می گیرد. هم پورفیر و هم پورفیریت در بین دانشمندان علم جیولوجی از اصطلاحات بحث انگیز اند. حتی برخی ها توصیه مینمایند تا از این اصطلاحات کار گرفته نشود. بهر صورت، از سببی که بخش زیاد منابع مس در کان های به اصطلاح پورفیری وجود دارند، در اینجا در باره این کان ها چند سطری مینویسم:

کان های پورفیری مس - مولیبدنوم از زمره مهمترین منابع مس در خشکه اند که تقریباً ۶۰٪ تا ۶۵٪ انبار های مس را در جهان میسازند. این کان ها در ریشه کامپلکس های آتشفشانی در نوع **کمان های جزیره ئی** وجود دارند. **کمان های جزیره ئی** جزیره هائی را گویند که به گونه کمان های بزرگ در کنار خشکه ها جا دارند. بهترین مثال میتواند سیستم جزایر در بخش خاوری قاره آسیا باشد که آب های کنار خشکه را از اقیانوس جدا میکند.

منرال ها در کان های پورفیری بیشتر به متاسوماتیت های اندوکانتکت، بویژه در مرز زون ها، بستگی دارند. اجسام کانی شکل های لوله، مخروطی و بعضی اوقات شکل تخته ئی را بخود می گیرند که منرال در آنها به شکل های پراکنده شده و رگک ها اکثراً در زون ها جا دارد. منرال های اصلی این کان ها عبارتند از پیریت، کالکوپیریت، مولیبدنیت که با کوارتز و سریسیت همراهی میشود، گاهی هم بورنیت و به اندازه کم انرگیت (انرجیت)، مگنتیت، اسفالریت، گالنیت و طلای خالص. افزون بر مس و مولیبدنوم از این کان ها بصورت تولیدات فرعی عناصر سلنیوم، تلوریوم، بیسموتیوم، طلا، نقره و رنیوم نیز بدست میآیند. کان های پورفیری اولیه فقیر اند و سچه گی شان صرف از ۰،۰۲٪ تا ۱٪ مس و از ۰،۰۰۵٪ تا ۰،۱٪ مولیبدنوم تخمین میشود. مگر از نگاه حجم، انبار های بزرگ را میسازند که در اثر

هوا زدگی از آنها کان های دومی غنی، با سجه گی ۱،۵٪ تا ۳٪ مس بوجود میآیند. کان های پورفیری مس در سه کمر بند جا دارند:

الف - کمر بند کنوزویکوم یا سنوزویکوم (Kenozoikum, Cenozoikum) نوع مدیترانه ئی (یوگوسلاویای پیشین، بلغاریا، ترکیه، ارمنستان، ایران، افغانستان، پاکستان، بخش شمالی هند)،

ب - کمر بند مزو - کنوزویکوم (مزو - سنوزویکوم) نوع پاسیفیک (چیلی، پرو، مکزیکو، ایالات متحده آمریکا، کانادا)،

ج - کمر بند واریسک - کالدون (ازبکستان، قزاقستان، منگولیا، چین).

سنگ های ریگی و سنگ های گلی مس دار تقریباً ۳۰٪ انبار های مس را در جهان تشکیل میدهند. باید یادآور شوم که سنگ ریگی به آن گونه سنگ رسوبی کلاستیک میگویند که به عقیده برخی از دانشمندان کم از کم ۲۵٪ و به عقیده برخی دیگر کم از کم ۵۰٪ دانه های پسامیتی، یعنی دانه هائی به بزرگی ۰،۰۵ تا ۲ ملی متر، داشته باشد (پسامیت رسوب کلاستیک است که معادل ریگ با دانه های به بزرگی ۰،۰۵ تا ۲ ملی متر میباشد. این اصطلاح علمی بیشتر در جمهوریت های اتحاد شوروی پیشین و در کشور های اروپای شرقی رایج است. در جاهای دیگر واژه های ارنیت، پسفیت و پلیت بکار برده میشوند). بهمین ترتیب باید یاد آور شوم که سنگ گلی به گلی میگویند که سخت و جامد شده است و منرال هائی که آن را ساخته اند، هنوز دوباره کرسنال بندی نشده اند. مرز میان گِل و سنگ گلی تا اندازه ای نا معلوم است و تا حد زیاد به دیدگاه هر دانشمند بستگی دارد. برای تمیز این دو فرض میشود که گِل در نم و رطوبت توانایی بیشتر دارد تا تغییر شکل کند. اکنون بر گردیم به سنگ های ریگی و سنگ های گلی مس دار. این دسته را کان های استراته فورم که در رسوب ها جا دارند، تشکیل میدهند و ساحه های پهناور را میسازند. حتی در منطقه هائی که ضخامت (دبلی) لایه ها نسبتاً کم است، هزاران کیلومتر مربع را در بر می گیرند. منرال های مسدار کالکوزین، بورنیت و کالکوپیریت در این کان ها یا به شکل پاشیده شده و یا بگونه رگه های نا همگون پیدا میشوند. گاهگاه در آنها مس خالص، پیریت، اسفالریت و گالنیت نیز موجود است. سجه گی کان ها بالا است و از ۱٪ تا ۳٪ و حتی بیشتر از این مقدار مس تخمین میشود. افزون بر مس از این کان ها عناصر مانند سرب، جست، نقره، مولیبدنوم و کوبالت نیز بدست میآیند ۲/ و ۵/.

اشکال کیزی کانه های آتشفشانی - رسوبی دسته دیگری از کان ها است که در آن مس را میتوان جستجو نمود (کیزی اصلاً نام قدیمی پیریت بوده و از زبان آلمانی گرفته شده است. پسان ها این اصطلاح در مورد منرال های شبیه پیریت نیز بکار گرفته شد). این دسته را کان های رسوبی هیدروترمال تا کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی تشکیل میدهند و در چین خوردگی

های ایوجیوسینکلینال در سنگ های متمورفوزا شده و یا در کمان های جزیره نی جا دارند. اجسام منرالی در این دسته کان ها همگون اند و شکل های عدس مانند، لایه مانند و یا پاشیده شده را بخود میگیرند. در کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی میتوانند به شکل رگه ها و رگک ها نیز پیدا شوند. فراوان ترین منرال های این دسته سولفید های مس یعنی پیریت، پیرروتین و مرکزیت، استند، مگر منرال اصلی مس را در این کان ها کالکوپیریت تشکیل میدهد. در پهلوی منرال های مس در آن ها منرال های فلزی و غیر فلزی دیگر نیز یافت میشوند که بگونه مثال میتوان از اسفالریت، گالنیت، کوارتز، سرب، کلوریت، کلسیت و باریت نام برد. کرسنال های غنی توده نی از ۳٪ تا ۵٪ مس دارند، در حالی که اجسام رگه نی و لایه مانند فقیر تر اند و سچگی شان از ۱٪ تا ۳٪ تجاوز نمی کند. در اشکال پاشیده شده بیشتر از ۱٪ مس موجود نیست. از کان های پولی متالیک افزون بر مس عناصر دیگری مانند جست، سرب، سلنیوم، طلا و نقره نیز بدست میآیند ۲/ و ۵/.

مس در کان های لیکواسیو نیز استخراج میشود. در یکی از مباحث بالا در باره کان های لیکواسیوی نیکل یاد آور شدم که افزون بر نیکل در این کان ها عناصر دیگر نیز شامل می باشند که از آن جمله میتوان مس را نام برد. بنا بر این خواننده گرامی را در اینجا به خواندن بخش ۱-۲-۲-۲ دعوت میکنم.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی که در آنها مس استخراج میشود، به سه دسته تقسیم میشوند:

الف) کان های چند فلزی (پولی متالیک) مس - سرب - جست که گاهگاه در آن ها طلا و نقره نیز وجود دارند. اجسام منرالی در این کان ها اکثراً از رگه ها تشکیل یافته اند، مگر اشکال متاسوماتیت را هم میتوان در آن ها یافت نمود. در این کان ها کالکوپیریت، اسفالریت، گالنیت و منرال های گوناگون دیگر پیدا میشوند که در کامپلکس های قاره نی آتشفشان زاد جاگرفته و خواص اندزیت - دسیت - ریولیت را دارا می باشند،

ب) کان هائی که شکل کالکوپیریت - انرگیت - کالکوزین را دارند و رگه ها و رگک ها را تشکیل میدهند،

ج) کان های خالص مس که بگونه خسته ها در سرپوش ها یا کلاهمک های بازالت دیده شده اند ۲/.

در باره کان های اسکارن مس میتوان گفت که در نواحی منرال های پورفیری در ساحه تماس سنگ های کاربناتی با سنگ ها و منرال های آذرین مانند مونزونیت، گرانودیوریت و غیره پیدا میشوند. منرال اصلی آن ها را کالکوپیریت میسازد که عموماً با بورنیت، اسفالریت، مولیبدنیت، پیرروتین و مگنتیت همراه است.

مس را در کان های هیدروترمال پلوتونی نیز میتوان جستجو نمود. کان های پلوتونی بصورت عموم کان های درون زاد هستند و به سنگ های آذرینی بستگی دارند که در اعماق زمین جا گرفته اند. در کان های هیدروترمال این دسته مس پیدا میشود، با آنکه موجودیت کمیاب دارد. کان های هیدروترمال پلوتونی که از آن ها مس به دست میآید، اینها هستند:

الف) کان های دسته انرگیت (انرجیت) که به شکل رگه ها تا رگک ها در سنگ های آذرین وجود دارند،

ب) کان های چند فلزی سرب - جست - مس،

ج) کان های سیدریت - سولفیدی مس که رگه ها یا متاسوماتیت ها را میسازند و با کالکوپیریت و تترادریت همراهی میشوند. مقدار مس در این کان ها ۱٪ و حتی بیشتر است ۲/ و ۵/.

مس در انواع دیگر کان ها نیز موجود است. بگونه مثال میتوان از کاربناتیت های مس دار و یا کان های منگان - آهن که دارای مس هستند، نام برد ۲/.

همآمیزه ها در کان های مس

سود و یا زیان همآمیزه ها در کان های مس بستگی به طرز پیدایش آن ها دارد. مثلاً مولیبدنوم در کان های پورفیری سود مند است، در حالیکه پیریت، جست و سرب در اشکال کیزی و کوبالت، ونادیوم و اورانیوم در کان های رسوبی مس سود مند پنداشته میشوند. از عناصر سودمند دیگری که در کان های مس جذابیت دارند، میتوان طلا، سلنیوم، نقره، کدیمیوم، گرمانیوم (جرمانیوم) و ایندیوم را نام برد ۲/.

سپه گی اقتصادی کان های مس

در کان های مس که در اعماق زمین جا دارند و برای استخراج آن ها نیاز به کاربرد متود های عمقانی یا زیر زمینی است، در صورتیکه انبار های بزرگ را بسازند، ۵٪ تا ۱٪ مس کافیهست. اما اگر حجم کان کوچک باشد، کم از کم ۲٪ تا ۳٪ مس نیاز است تا مصارف استخراج را تأمین کند. در صورتیکه کان در روی زمین جا گرفته باشد و بتوانیم آن را با متود های روی زمینی استخراج نمائیم، سپه گی ۷٪ تا ۴٪، مس کافی شمرده میشود. در کان های چند فلزی که در آن ها مس بگونه عنصر فرعی وجود دارد، استخراج ۱٪، مس نیز اقتصادی است ۲/.

خواص مس

مس عنصریست با جلال فلزی و رنگ سرخ مخصوص که کثافت آن ۸،۹۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۱۰۸۳ درجه سانتی گراد تعیین شده است. حرارت و برق را خوب هدایت میکند. شکل پذیر است. میتوان آن را بصورت مایع استفاده نمود. قشر سبزی که روی آن در هوای آزاد بوجود می آید، مس را از موریانه حفظ میکند /۲/.

موارد کاربرد مس

از مس در تولید هادی های برق، تخته های فلزی، نل ها و غیره کار گرفته میشود. آلیاژ های مس، برنز و برنج شهرت جهانی دارند. ترکیب مس با عناصر دیگر بگونه رنگ در شیشه سازی و سرامیک بکار میرود. همچنان از ترکیبات مس با عناصر دیگر در تولید مواد ضد حشرات و در بالا بردن مقاومت چوب کار گرفته میشود /۲/.

۴-۱-۲-۲: کان های سرب و جست

کان های سرب و جست را میتوان از نگاه تکنولوژیکی به سولفید های سرب - جست (جمع یا منفی مس)، کان های گوسنی سرب و به کاربنات - سیلیکات های دست دوم جست تقسیم نمود. در این جا واژه گوسن یا سرپوش آهنی به معنی ساحه اکسیدی کان هائیت که در نتیجه از هم پاشیدگی منرال های دست اول در اثر هوا زدگی آن ها بوجود می آیند. گوسن ها عموماً دارای شمار زیاد خالیگاه ها و سوراخ هائی اند که در آن ها منرال های دست دوم جا می گیرند و تقریباً همیشه با لیمونیت تزئین می یابند.

منرال های سرب و جست با اهمیت اقتصادی

مهمترین منرال سرب را گالنیت تشکیل میدهد، در حالیکه در کان های جست منرال اسفالریت نقش اساسی را بازی میکند. در زیر این دو و همچنان چند منرال دیگر را که اهمیت اقتصادی دارند، معرفی میکنم.

گالنیت

Galenit: PbS; 86,6% Pb

گالنیت سولفید سرب است. تا ۸۶،۶٪ سرب دارد. علاوه بر سرب بعضی اوقات چندین درصد انتیمون و ۰،۰۱٪ تا ۰،۰۳٪ و حتی تا ۱٪ نقره را دارا است. موجودیت نقره در گالنیت نتیجه مخلوط شدن این منرال با منرال های دیگر مانند پروستیت، پولی بازیت،

تترادریت و غیره است که نقره را با خود به گالنیت می آورند. گالنیت گاهگاه مقدار کمی طلا نیز دارد. کرسنال های این منرال **جلادار** می باشند. **رنگ خاکهء** گالنیت سیاه خاکستری است. در تیزاب نیتروجن با آزاد نمودن سلفر منحل میشود. در طبیعت اکثراً با اسفالریت در **رگه های** هیدروترمال جا می گیرد. به ویژه در گرداگرد **پلوتون ها** که به نظر برخی دانشمندان اجسام عمقانی مگماتیک اند، پدید میآید. موجودیت گالنیت در **متاسوماتیت های تماسی، متامورفیت ها و پگماتیت ها** نیز کشف شده است. رگه های هیدروترمال و کان های متاسوماتیت این منرال مهمترین منابع سرب و نقره را تشکیل میدهند /۲ و /۵.

سروسیت

Cerussit: $PbCO_3$; 77,6% Pb

سروسیت از سلسلهء اراگونیت است. ساختار مشابه به اراگونیت دارد. کرسنال آن بی رنگ، سفید مایل به خاکستری، نضواری و یا حتی سیاه میباشند. دارای **جلای** الماسی بوده و شفاف است. **رنگ خاکهء** سفید مایل به خاکستری دارد. نسبتاً شکننده است. در هیدروکلوریک اسید و نیتریک اسید گاز کاربن دی اکسید را آزاد نموده و منحل میشود. اکثراً در ساحهء اکسیدی گالنیت موجود است. سروسیت اهمیت منطقه ئی دارد. /۲ و /۵.

انگلیزیت

Anglesit: $PbSO_4$; 68,3% Pb

انگلیزیت که کرسنال لوزی دارد، از سلسلهء باریت است. با باریت ساختار **هم نوع** را تشکیل می دهد. **رنگ** آن سفید خاکستری بوده و اکثراً تمایل به زردی، سبزی و یا به رنگ آبی دارد. در گالنیت ممکن است جا بگیرد، زیرا در اثر متامورفوزای آن بوجود می آید. انگلیزیت خود میتواند به سروسیت تبدیل شود. **جلای** الماسی تا روغنی دارد. در اسید نیتریک بسیار کم منحل میگردد، اما در هیدروکسید پتاشیم کاملاً منحل شدنی است. بعضی اوقات منرال مهم سرب است. مگر بیشتر اوقات اهمیت منطقه ئی دارد /۲ و /۵.

پیرومورفیت

Pyromorfit: $Pb_5Cl(PO_4)_3$; 76,4% Pb

این منرال افزون بر سرب اکثراً به اندازه ای ناچیز عناصر کلسیوم، آهن و ارسنیوم نیز در خود دارد. **رنگ** آن سبز، سبز زرد و یا نضواری است. گاهگاه با **رنگ** سرخ نارنجی و یا کاملاً **بی رنگ** نیز پیدا میشود. **رنگ خاکهء** آن سفید است. **جلای** روغنی تا الماسی دارد. شکننده است. پیرومورفیت منحیث یک منرال **گوسنی** در برآمدگی های گالنیت جا میگیرد. اهمیت صنعتی پیرومورفیت خیلی اندک است /۲ و /۵.

بولانگریٹ

Boulangerit: $Pb_5Sb_4S_{11}$; 55,4% Pb

بولانگریٹ در برخی جاها فراوان است. این منرال سولفید کامپلکس سرب و انتیمون بوده و به دسته جیمسونیت تعلق میگیرد. کرسنال های آن ندرتاً بگونه اشکال استوانه ئی با رنگ های خاکستری سربی یا آبی یافت میشوند. مگر بیشتر اوقات شکل توده ئی، میدانه یا تارتار را بخود میگیرند. بولانگریٹ جلائی فلزی دارد. از نگاه ماکروسکوپی به انتیمونیت شبیه است. شفاف نیست. رنگ خاکه سیاه دارد. بیشتر در رگه های هیدروترمال در کان های چند فلزی (پولی متالیک) موجود است ۲/ و ۵/.

بورنونیت

Bournonit: $PbCuSbS_3$; 42,4% Pb

بورنونیت سولفید کامپلکس سرب، مس و انتیمون است که به دسته سلیگمانیت تعلق میگیرد. دارای ۴۲،۴٪ (بر اساس برخی منابع ۴۲،۶٪) سرب و ۱۳٪ مس است. افزون بر این عناصر گاهگاه مقدار کمی آرسنیوم و آهن نیز دارد. کرسنال های آن بیشتر بگونه تخته ئی و هموار پیدا میشوند. بعضی اوقات به شکل توده ئی و دانه دار هم وجود دارد. رنگ بورنونیت سیاه تا سیاه خاکستری بوده و رنگ خاکه آن خاکستری است. از نگاه ماکروسکوپی به تترادریت شباهت دارد. منرال مهم سرب و مس است. در برخی رگه های سولفیدی چند فلزی (پولی متالیک) سرب و انتیمون نسبتاً فراوان پیدا میشود ۲/ و ۵/.

جیمسونیت

Jamesonit: $Pb_4FeSb_6S_{14}$; 50,8% Pb

جیمسونیت سولفید کامپلکس سرب، آهن دو ولانسه و انتیمون است که گاهگاه مقداری هم مس و نقره دارد. بر اساس برخی منابع دارای ۵۰،۸٪ و بر اساس برخی دیگر دارای ۴۰٪ سرب است. کرسنال های خاکستری سرب رنگ و ناشفاف آن جلائی ابریشمی دارند و به شکل های استوانه ئی، تارتار و خم خورده یافت می شوند. جیمسونیت شکننده است. انبار های کوچک آن در رگه های که در حرارت متوسط بوجود آمده اند، خیلی فراوان پیدا میشوند. مگر به مقداری که ارزش استخراج را داشته باشد، جیمسونیت کمیاب است ۲/ و ۵/.

اسفالریت

Sfalerit: ZnS ; 67,1% Zn

اسفالریت مهمترین منرال جست است. در پهلوی تقریباً ۶۷٪ جست، گاهگاه تا ۵٪، کدمیوم، ۲٪ سولفید منگان و به اندازه اندک نقره، تالیوم، ایندیوم، گالیوم، قلع و سرب دارد. **جلای** آن نیمه فلزی تا الماسی است. با **رنگ** های سیاه، نسواری سیاه و زرد سبز پیدا شده و ندرتاً میتواند بی رنگ نیز وجود داشته باشد. **رنگ خاکه** آن نسواری یا زرد است. اغلباً دانه دار، پارچه ئی، توده ئی و لایه دار بوده و سیمای گرده مانند دارد. همچنان به شکل تار تار نیز پیدا میشود. در **سنگ های پسنودومورفوزا شده** و سنگ هائی که **مواد فسیلی** را میسازند، فراوان است. تنها سنگ های آن ذوب میشود. در اسید نیتریک منحل شدنی است. عموماً با سولفید های دیگر مانند گالنیت یک جا است. در پیگماتیت ها و سنگ های آذرین عمقانی کمتر وجود دارد. بیشتر در **کان های چند فلزی (پولی متالیک)**، بویژه در رگه های هیدروترمال، پیدا میشود. تنوع اسفالریت را اورتزیت می نامند ۲/ و ۵/.

سمیتسونیت

Smithsonit: $ZnCO_3$; 52,1% Zn

سمیتسونیت کاربنات جست از سلسله کلسیت است. ۶۰٪ تا ۶۴٪ اکسید جست دارد. اغلباً در آن مقداری آهن دوولانسه، منگان، کلسیوم، مگنزیوم و گاهی هم تا ۳٪ کدمیوم موجود است. کرسنال های آن شفاف اند، مگر بیشتر اوقات غبارآلود به نظر میرسند. با **رنگ** های زرد، نسواری و خاکستری یافت میشود. سمیتسونیت **بی رنگ** نیز وجود دارد. در صورتیکه با مرکبات مس یکجا باشد، **رنگ** سبز یا نارنجی را بخود میگیرد. **جلای** آن سخت شیشه ئی است. بعضی اوقات **جلای** مرواریدی نیز دارد. بیشتر به شکل های دانه دار، اشعه مانند و حتی خاکی پیدا میشود. **پسنودومورفوزای** کلسیت است. به دشواری ذوب میگردد. در تیزاب های گرم به آسانی منحل میشود. گاهگاه منرال مهم جست است. اکثراً در ساحه اکسیدی کان های جست جا دارد. در درزها و خالیگاه های **سنگ های کاربناتی** در اثر ازم پاشیدن اسفالریت بوجود می آید. سمیتسونیت را کینیت نیز مینامند ۲/ و ۵/.

همیمورفیت

Hemimorfit: $Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$; 54,3% Zn

همیمورفیت سیلیکات فلیانی و آبدار جست است که ۶۷٪ اکسید جست دارد. کرسنال های کوچک آن **بی رنگ** اند، مگر با **رنگ** های سفید خاکستری، سبز روشن یا نسواری روشن نیز پیدا میشود. شکل پکه مانند، تار تار، کلوله یا گرده مانند دارد. بگونه مجموعه های

استلکتیتی هم موجود است. **جلای** شیشه ئی دارد. شفاف است. بارها **پسئودومورفوزای** کلسیت، فلوریت و دیگر منرال ها را تشکیل می دهد. ذوب نمی شود. در هیدروکلوریک اسید منحل شدنی است. یکجا با سمیتسونیت در ساحه اکسیدی کان های جست منرال مهم این عنصر را میسازد. بویژه در سنگ های آهک بگونه رگه ها دیده میشود. همیمورفیت را داویزیت نیز می گویند /۲ و /۵.

هیدروزینکیت

Hydrozinkit: $Zn_5(CO_3)_2(OH)_6$; 59,5% Zn

هیدروزینکیت کاربنات قلیائی است که به دسته ازوریت تعلق می بستگی می گیرد. کرسنال های سفید برف مانند تا زرد کمرنگ را میسازد. سیمای تباشیری دارد. به شکل های تخته ئی، توده ئی و خاکی یافت میشود. در بعضی جاها به اشکال استلکتیتی و گُل مانند نیز موجود است. در اصل ماده بی شکلی است که مقدار مختلف آب چنین و یا چنان شکل را برایش میدهد. در ساحه اکسیدی کان های جستار پیدا می شود و در اثر ازهم پاشیدگی سمیتسونیت و اسفالریت به وجود می آید. تنها در برخی موارد منرال مهم جست را تشکیل میدهد. هیدروزینکیت را گُل جست نیز می نامند. /۲ و /۵.

زینکیت

Zinkit: ZnO; 80,3% Zn

زینکیت اکسید جست از سلسله بروملیت است که بر اساس برخی منابع %۸۰،۳ و بر اساس منابع دیگر تا %۹۰ جست دارد. این تضاد احتمالاً نتیجه تعویض شدن جست توسط عناصری مانند منگان و آهن است که خواص کیمیائی مشابه دارند. زینکیت از نگاه ساختار **همنوع** اورتزیت است. اغلباً به شکل دانه دار پیدا میشود. شکننده است. **رنگ** سرخ تیز دارد و **رنگ خاکه** آن زرد سرخ است. ذوب نمیشود. در تیزاب ها منحل میگردد. اهمیت صنعتی محدود دارد. زینکیت را منرال سرخ جست نیز مینامند /۲ و /۵.

فرانکلینیت

Franklinit: $ZnFe_2O_4$; Zn<21%

فرانکلینیت اکسید آهن دوولانسه و جست است که به سلسله اسپینل ها تعلق می گیرد. کرسنال های سیاه، دانه ها و همچنان مجموعه های پارچه ئی یا دانه دار را میسازد. شکننده است و **رنگ خاکه** نسواری سیاه دارد. **جلای** آن فلزی و یا کم نور است. اندکی خواص مقناطیسی داشته و در اسید کلورید منحل میشود. از نگاه ماکروسکوپی به مگنتیت شباهت دارد. فرانکلینیت اهمیت صنعتی محدود دارد /۲ و /۵.

Willemitt: Zn_2SiO_4 ; 58,6% Zn

ویلیمیت سیلیکات جست است که به سلسله فناکیت تعلق می‌گیرد. **همنوع** فناکیت است. ۷۳٪ اکسید جست دارد. اغلباً کرسنال های کوچک و نارسائی را به شکل استوانه میسازد. در اشعه فرابنفش عملیه **فلورسنس** را در آن میتوان دید (**فوسفورسنس** و **فلورسنس** دو حالت **لومینیسنس** می باشند. **لومینیسنس** پدیده ای را مینامند که در نتیجه تأثیر نور بر برخی مواد اتم های مواد **تحریک** شده و هنگام بازگشت به حالت عادی نور را واپس منعکس می سازند و روشنائی تولید می کنند. انعکاس نور میتواند تنها هنگام تابش نور بر ماده صورت بگیرد و یا هم پس از دور شدن منبع تابش همچنان دوام کند. حالت **لومینیسنس** را که انعکاس نور پس از دور شدن منبع تابش از بین میرود، **فلورسنس** مینامند. حالتی که انعکاس نور پس از دور شدن منبع نیز دوام میکند، **فوسفورسنس** نامیده میشود). در ساحه اکسیدی برخی از کان های مس، بویژه در جاهائی که سمیتسونیت و همیمورفیت وجود دارند، پیدا میشود. اهمیت اقتصادی آن محدود است. نام این منرال از نام پادشاه هالند – ویلم اول - گرفته شده است / ۲ و ۵.

کان هائیکه در آن ها منرال های سرب و جست را میتوان سراغ نمود، به چند دسته زیر تقسیم میشوند:

- کان های استراته بوند،
- کان های رسوبی - آتشفشانی نوع کیز،
- کان های هیدروترمال پلوتونی،
- کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی،
- اسکارن ها،
- انواع دیگر.

کان های استراته بوند به مواقع سنگ های آهک که در کنار بحر ها جاگزین شده اند، بستگی دارند. انواع ناهمگون منرال ها خالیگاه ها را پر نموده و کان های رگدار یا جغلدار را میسازند. خیلی اوقات شکل های **هم مانند** و **استراته فورم** را نیز میتوان در آنها مشاهده نمود. منرال های اصلی این نوع کان ها را گالنیت و اسفالریت تشکیل میدهند. در برخی کان

ها کالکوپیریت، پیریت، مرکزیت (گاهگاه حتی بیشتر از ۵۰٪)، باریت و فلوریت هم پیدا میشوند. از منرال های غیر فلزی میتوان کوارتز و کلسیت را نام برد. **سپه گی** کان های اولیه زیاد است و به ۳٪ تا ۱۲٪ سرب - جست و حتی بالاتر از این مقدار می رسد. بر روی کان ها میتوانند منرال های دومی سرب دار سروسیت - انگلزیت بوجد بیابند و در سنگ های آهک مجاور میتوان منرال های فلتر شده جست دار سمیتسونیت - همیمورفیت را دید. بیشتر کان های استراته بوند به تکنونیک ها (شکستگی ها) وابسته است /۲/.

کان های رسوبی - آتشفشانی نوع کیز کان هائی اند که در شرایط زیربحری بگونه کان های رسوبی هیدروترمال یا کان های زیرآتشفشانی هیدروترمال همراه با اجزای تیزابی آتشفشان **ایوجیوسینکلینال** بوجد می آیند. منرال های مس - جست و مس - جست - سرب را می سازند. اجسام منزالی که اکثراً از سولفید ها ساخته شده اند، در این کان ها به شکل های **استراته فورم** یا هم عدس مانند موجود استند و در اثر **متمورفوزا** چین خوردگی ها و تاب خوردگی هائی در آن ها ظاهر میشوند. فراوان ترین منرال این دسته را پیریت تشکیل می دهد، مگر سودمندترین منرال ها اسفالریت و گالنیت است. گاهگاه کالکوپیریت نیز مهم پنداشته میشود. این منرال ها را کوارتز، باریت، سربسیت، کلوریت و کاربنات ها همراهی مینمایند. مقدار جست عموماً بیشتر از سرب است. **سپه گی** کان های بزرگ تا ۲۵٪ جست و سرب بوده و کان های **کامپلکس** این دسته تا ۴٪ مس دارد. در کان های فقیر ۲٪ تا ۵٪ جست و سرب پیدا میشود. کان هائی با ذخائر ^۴(۱۰) تن کان های کوچک و کان هائی که ^۵(۱۰) تن جست و سرب دارند، کان های فوق العاده بزرگ را تشکیل میدهند /۲/.

کان های هیدروترمال پلوتونی سرب - جست (گاهی هم مس) خیلی فراوان اند. اکثراً این دسته نواحی پهناور را میسازد. بیشتر به گونه رگه نی پیدا میشوند، مگر گاهگاه دارای شکل **متاسوماتیت** می باشند /۲/.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی بصورت منرال هائی شکل می گیرند که ترکیب مس - سرب - جست یا ترکیب سرب - جست را دارا اند. در هر دو نوع بعضی اوقات نقره و طلا پیدا میشود /۲/.

کان های اسکارن سرب - جست در رسوب های کاربناتی جا دارند. منرال های اصلی را در آن ها گالنیت و اسفالریت تشکیل میدهند. این دسته چندان فراوان نیست /۲/.

افزون بر کان های بالا، **انواع دیگری** نیز وجود دارند که دارای سرب و جست استند. مگر عناصر سرب و جست در آنها بگونه همآمیزه پیدا میشوند. بصورت عموم میتوان از این انواع نام برد /۲/:

الف - کان های **استراته فورم** مس،

ب - کان های پورفیری مس،

ج - کان های لیکواسیوی نیکل - مس.

همآمیزه ها در کان های سرب و جست

در کان های سرب و جست عناصر ارسنیوم، بیسموتیوم، قلع و مقدار زیاد انتیمون مضر تلقی میشوند. آهن نیز به مقدار زیاد در اسفالریت سودمند نیست. برعکس، عناصر نقره، ایندیوم، کدیمیوم، گرمانیوم (جرمانیوم)، گالیوم، سلنیوم و طلا در کان های سرب و جست مفید شمرده می شوند /۲/.

سپه گی اقتصادی کان های سرب و جست

سپه گی اقتصادی کان های سرب و جست وابسته به بزرگی ذخائر است. در انبار های بزرگ مقدار ۲٪ سرب و جست برای استخراج کافیت. در کان هایی با ذخائر میانه و کوچک باید کم از کم ۵٪ تا ۳٪ سرب و جست وجود داشته باشد تا بتوانیم متیقن شویم که استخراج کان اقتصادی خواهد بود. در صورتیکه در کان نقره و یا عناصر کمیاب دیگر به اندازه کافی موجود باشند، ذخائری را که سپه گی کمتر دارند نیز میتوان استخراج نمود /۲/.

خواص سرب و جست

سرب فلز خیلی نرم است. رنگ خاکستری دارد. کثافت آن ۱۱،۳۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۳۲۷،۳ درجه سانتی گراد تعیین شده است. خوب ریخته گری و جوش کاری میشود. زهرناک است.

جست فلزیست که رنگ سفید آبی دارد. کثافت آن ۷،۱۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۴۱۹ درجه سانتی گراد ثبت گردیده است. در حرارت خوب شکل پذیر است و میتواند ریخته گری شود. در برابر موربانه مقاومت دارد /۲/.

موارد کاربرد سرب و جست

سرب بگونه خالص (۹۹،۹۹٪) در تولید بطری ها استفاده میشود. برای تولید اجسام ضد اشعه رادیو اکتیف (رادیو اکتیو) و امثال آن نیز مهم است. خیلی زیاد از آن در تولید آلیاژ ها یکجا با مس و غیره عناصر کار گرفته میشود. مرکبات سرب (نترا اتیل سرب) در بنزین مقاومت آن را در برابر انفجار بالا می برد. همچنان از مرکبات این عنصر در تولید رنگ و در صنعت های شیشه سازی، سرامیک و لاستیک سازی استفاده می نمایند.

جست در گالوانیزه موادی که با خطر موریانه روبرو است، بکار می‌رود (گالوانیزه تکنولوژی را می‌گویند که ذریعه آن یک ماده توسط فلز پوشش می‌یابد). میتوان از آن در تولید آلیاژها و در زینکوگرافی استفاده کرد. از خاکهء جست بگونهء کتالیزر و عامل کاهنده آکسیجن کار گرفته میشود. مرکبات جست را میتوان در رنگ سازی (مثلاً سفیدهء جست که اکسید جست است)، در طبابت، در تولید لوازم آرایشی، در بالا بردن مقاومت چوب در برابر حرارت و در صنعت های سرامیک و لاستیک سازی بکار برد /۲/.

۵-۱-۲-۲: کان های انتیمون

انتیمون در افغانستان بنام **سنگ سرمه** مشهور است. منرال اصلی که از آن انتیمون بدست می‌آید، انتیمونیت نام دارد. سهم انتیمونیت در تولید انتیمون خیلی بالاست و از ۸۰٪ بیشتر تخمین میشود. برعکس، نمک های سولفیدی که منابع دیگر انتیمون را تشکیل میدهند، در تولید این عنصر سهم کوچک دارند. منرال های انتیمون میتوانند **یک فلزی یا چند فلزی** باشند.

منرال های انتیمون با اهمیت اقتصادی

منرال هائی که در تولید انتیمون سهم دارند، اینها اند:

انتیمونیت

Antimonit: Sb_2S_3 ; 71,4% Sb

همانگونه که در بالا گفته شد، انتیمونیت مهمترین منرال انتیمون است. کرسنال های آن با **رنگ های خاکستری تا خاکستری آبی** اکثراً به شکل های استوانه ئی باریک (سوزن مانند) در مجموعه هائی که به خاریشت شباهت دارند، پیدا میشوند. **جلای** انتیمونیت سخت فلزی است. **رنگ خاکهء** خاکستری تاریک شبیه سرب دارد. در صورتیکه آن را با حرارت دم دهیم، به آسانی تبخیر می گردد و لکهء سفید از آن تولید میشود. در تیزاب ها منحل شدنی است. انتیمونیت در کان های **اِپی ترمال** یکجا با کوارتز و منرال های سلفردار موجود است. کان های **اِپی ترمال** کان هائی اند که در حرارت های نسبتاً پائین (۵۰ تا ۲۰۰ درجهء سانتی گراد) زیر فشار های نسبتاً پائین (کمتر از ۱۵۰ اتموسفیر) در اعماق صفر تا ۱۳۰۰ متر شکل میگیرند /۲ و ۵/.

والنتینیت

Valentinit: Sb_2O_3 ; 83,5% Sb

این منرال از سلسله کلوئیت است و تقریباً ۸۳٪ انتیمون دارد. رنگ آن خاکستری یا سفید خاکستری است، مگر با رنگ های زرد خاکستری، سرخ گون و حتی بی رنگ نیز پیدا میشود. رنگ خاکه آن تقریباً سفید است. جلائی الماسی دارد. کرسنال های استوانه ئی، هموار، شفاف و نیمه شفاف را به شکل های انفرادی و یا مجموعه ئی می سازد. به گونه دانه دار، توده ئی و تار تار نیز موجود است. بارها بصورت پسنودومورفوزای انتیمون و هم انتیمونیت ظاهر می گردد. در اسید نیتریک منحل شدنی است. در اثر از هم پاشیدگی منرال های انتیمون، بویژه انتیمونیت، بوجود می آید و در ساحه اکسیدی این منرال شکل می گیرد. حتی در بعضی جاها بنام انتیمونیت استخراج میشود. والنتینیت اهمیت منطقه ئی دارد. نوع والنتیت را که ساختار کرسنالی مکعبی دارد، سنارمونتیت می گویند ۲/ و ۵/.

کرمزیت (قرمزیت)

Kermezeit: Sb_2S_2O ; 75% Sb

کرمزیت (قرمزیت) از انتیمون، سلفر و آکسیجن ساخته شده و با رنگ های سرخ آلبالویی (قرمز) یا بنفشه گون یافت میشود. شفاف است. جلائی سخت الماسی دارد. کرسنال های سوزن مانندی را تشکیل می دهد که مجموعه های اشعه مانند را میسازند. در اثر تغییر انتیمونیت بوجود می آید، ازینرو در ساحه اکسیدی این منرال پیدا میشود. کرمزیت (قرمزیت) از نگاه استخراج اهمیت منطقه ئی دارد. نام این منرال از واژه فارسی قرمز گرفته شده است ۲/ و ۵/.

استیبیوگونیت

Stibiokonit: $Sb_3O_6(OH)$; 76,4% Sb

استیبیوگونیت اکسید انتیمون است که مقداری آب دارد. دارای تقریباً ۷۶٪ انتیمون است. اکثراً پوش های خاک مانند و پودر مانند را به شکل گرده ئی به روی سنگ ها تشکیل میدهد. بعضی اوقات تولید نامتجانس انتیمونیت است. رنگ زرد خیره و جلائی مرورایدی دارد. شفاف است. واژه استیبیوگونیت از نام لاتینی عنصر اصلی این منرال یعنی استیبیوم گرفته شده است. استیبیانیت، ریوتیت، بارسینیت، هیدرورومیت، استیبیلیت و ولگریت نیز نامیده میشود. اهمیت اقتصادی استیبیوگونیت محدود است ۲/ و ۵/.

برتیریت

Berthierit: FeSb_2S_4 ; 57% Sb

برتیریت سولفید کامپلکس آهن دوولانسه و انتیمون است با رنگ های خاکستری فولادی و برنجی که کرسنال های استوانه‌ئی، تارتار، دانه دار و توده ئی را می سازد. **جلای** فلزی دارد. به آسانی نوب میگردد. در رگه های هیدروترمال یکجا با کوارتز و انتیمونیت پیدا میشود. نام این منرال از نام کیمیادان فرانسوی پ. برتیر گرفته شده است. از نگاه استخراج اهمیت ناچیز دارد ۲/ و ۵/.

گودموندیت

Gudmundit: FeSbS ; 57,8% Sb

گودموندیت سولفید کمیاب آهن دوولانسه و انتیمون از دسته‌ء ارزنوپیریت است که رنگ های سفید نقره ئی یا خاکستری فولادی دارد. **جلای** آن فلزی است. کرسنال های دراز استوانه ئی را میسازد. **رنگ خاکه‌ء** سیاه دارد. در رگه های هیدروترمال پیدا میشود. اهمیت اقتصادی ناچیز دارد. نام این منرال از گودموندستورف گرفته شده که نام منطقه ای در کشور سویدن است. برای نخستین بار گودموندیت در همین منطقه کشف گردیده است ۲/ و ۵/.

جیمسونیت

Jamesonit: $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$; 35,4% Sb

این منرال در بخش سرب و جست تشریح شده است.

بولانگریت

Boulangerit: $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$; 25,7% Sb

این منرال در بخش سرب و جست تشریح شده است.

تترادریت

Tetraedrit: $(\text{CuFe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$; 29,2% Sb

این منرال در بخش مس تشریح شده است.

Livingstonit: HgSb_4S_7 ; 51,6% Sb

لیوینگستونیت سولفید کامپلکس سیماب و انتیمون است. رنگ خاکستری دارد. کرسنال های استوانه ئی آن گاهگاه مجموعه های تارتار را میسازند. جلائی این منرال فلزی است. ناشفاف بوده و رنگ خاکه سیاه دارد. به آسانی ذوب میگردد. در تیزاب گرم نیتروجن منحل شدنی است. مانند سائر سولفید ها اهمیت استخراج ناچیز دارد ۲/ و ۵/.

منرال های انتیمون اکثراً در این نوع کان ها گرد هم می آیند:

- کان های استراته بوند،

- کان های هیدروترمال پلوتونی،

- کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی.

کان های استراته بوند انتیمون (گاه با سیماب و گاه بی سیماب) بیشتر در رسوبات کاربناتی در قسمت تماس آنها با سنگ های گلی و گاهی هم در بخش تماس آنها با سنگ های ریگی یا خاکی یافت میشوند. جسم منرالی در این گونه کان ها شکل عدس مانند تا لایه مانند دارد و بعضی اوقات یکجا با اجسام رگه ئی موجود است. کان های استراته بوند میتوانند یک منرالی باشند، درینصورت یگانه منرال را انتیمونیت تشکیل میدهد. کان های چند فلزی نیز وجود دارند، که در آن ها انتیمونیت با سیناباریت، پیریت و سولفید های دیگر همراهی میشود. مقدار انتیمون در کان های استراته بوند ۱٪ تا ۱۲٪ است، مگر اغلباً ۱،۵٪ تا ۳٪ انتیمون در این کان ها وجود دارد ۲/ و ۵/.

کان های هیدروترمال پلوتونی انتیمون تقریباً همیشه بصورت رگه ها وجود دارند و به دو نوع پیدا میشوند:

الف) نوع کوارتز - انتیمونیت که از رگه های کوارتز و انتیمونیت ساخته شده اند،

ب) نوع پولی متالیک (چند فلزی) که دارای انتیمونیت است و در آن منرال های سرب و جست را نیز میتوان سراغ نمود ۲/ و ۵/.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی انتیمون از نگاه استخراج اهمیت ناچیز دارند. بیشتر به صورت چند فلزی در همراهی با سنگ های آتشفشان نو پیدا میشوند. سنگ های آتشفشان نو به سنگ هائی گفته میشود که از نگاه زمین شناسی قدامت شان از دوره کرتاسه (گچ،

تباشیر) کمتر باشد. در کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی انتیمون اکثراً انتیمونیت، کاربنات ها، نوعی کوارتز، رئالگار، پیریت، فریبریت و طلا موجود است /۲ و /۵.

همامیزه ها در کان های انتیمون

در کان های انتیمون عناصر ارسنیوم، سرب، مس و آهن نامطلوب اند. برعکس، موجودیت طلا در این کان ها سودمند پنداشته میشود /۲.

سجه گی اقتصادی کان های انتیمون

هرگاه در کان بیشتر از ۵٪ انتیمون وجود داشته باشد، آن را کان غنی می نامند. در صورتیکه دارای کمتر از ۲٪ انتیمون باشد، کان فقیر نامیده میشود. در کان های مونومتالیک یا یک فلزی ۱،۵٪ تا ۲٪ انتیمون میتواند مصارف استخراج را تأمین نماید /۲.

خواص انتیمون

انتیمون به سه شکل در طبیعت پیدا میشود. ثابت ترین آن انتیمون کرستالی است که رنگ سفید دارد. سخت و شکننده است. کثافت آن ۶،۶۹ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۶۳۰،۵ درجه سانتی گراد می باشد. در حرارت عادی ثابت است، مگر در حرارت های بلند اکسید را میسازد /۲.

موارد کاربرد انتیمون

مقدار زیاد انتیمون در تولید آلیاژ های غیر آهنی استفاده میشود. انتیمون به فولاد شکنندگی میدهد، ازینرو در گلوله سازی نقش مهم دارد. این عنصر در صنعت های لاستیک سازی، نساجی، شیشه سازی و سرامیک نیز بکار میرود. همچنان میتواند در تولید پوش های ضد آتش مفید باشد /۲.

۶-۱-۲-۲: کان های ارسنیوم

از منرال های ارسنیوم بیشترین اهمیت را ارسنوپیریت دارا است. منرال های دیگر این عنصر اهمیت محدود و منطقه ئی دارند. مقدار زیاد ارسنیوم از مواد باطله ایکه در جریان فرآوری منرال های طلا، مس، سرب، جست و غیره بوجود می آید، حاصل میشود /۲.

منرال های آرسنیوم با اهمیت اقتصادی

آرسنوپیریت (آرزنوپیریت)

Arsenopyrit: FeAsS ; 40% As

آرسنوپیریت (آرزنوپیریت) سولفید آرسنیوم است که در طبیعت فراوان پیدا میشود. منرال اصلی آرسنیوم را تشکیل می دهد. افزون بر آنکه تا ۴۰٪ آرسنیوم دارد، دارای یک اندازه کوبالت، نیکل، طلا و نقره نیز می باشد. رنگ های سفید فلعی، سفید زرد یا خاکستری روشن را بخود می گیرد. در مقایسه با لولینگیت تاریکتر است. مجموعه های آن اشعه مانند، تارتار و هم دانه دار استند. گاهگاه شکل گرده ئی دارد. بارها با پیریت یکجا نمو میکند. جلائی آن فلزی و ناشفاف است. رنگ خاکهء سیاه دارد. هنگام تراشیدن جرقه تولید نموده و بوی آرسنیوم از آن به دماغ میرسد. ذوب شدنی است. هرگاه آرسنوپیریت را ذوب نمائیم، ساچمه گک های مقناطیسی از آن بدست می آیند. در اسید کلورید منحل میگردد. در بعضی جاها در رگه های هیدروترمال فراوان است. همچنان با منرال های دیگر مثلاً کاسینیریت نیز پیدا میشود ۲/ و ۵/.

لولینگیت

Lollingit: FeAs_2 ; 72,8% As

این منرال آرسنید آهن دوولانسه است که در آن اکثراً آرسنید های نیکل، کوبالت، بیسموتیوم، آنتیمون و طلا آمیخته میشوند. از نگاه ماکروسکوپی خیلی شبیه آرسنوپیریت است، مگر در مقایسه با آرسنوپیریت روشنتر به نظر می رسد. رنگ سفید نقره ئی مایل به خاکستری دارد. جلائی آن فلزی است. شکل های استوانه مانند یا سوزن مانند را میسازد و همچنان به شکل مجموعه های دانه دار پیدا میشود. شکننده است. به دشواری ذوب میگردد. بیشتر در سنگ های متاسوماتیت تماسی یا هیدروترمال وجود دارد. در بعضی پگماتیت ها نیز پیدا میشود. از نگاه استخراج اهمیت منطقه ئی دارد. لولینگیت را آرسنوکروکیت نیز می نامند ۲/ و ۵/.

رنالگار

Realgar: AsS ; 70,1% As

رنالگار سولفید آرسنیوم از سلسلهء پاترونیب است که تقریباً ۷۰٪ آرسنیوم دارد. با رنگ های سرخ روشن یا نارنجی پیدا میشود. جلائی آن الماسی است. رنگ خاکهء زرد نارنجی دارد. شفاف است. معمولاً به شکل لکه ها در سنگ ها ظاهر میشود، مگر به گونهء دانه دار و توده ئی نیز موجود است. به آسانی ذوب میگردد. در هیدروکسید پتاشیم منحل شدنی است. در روز روشن به آوری پیگمنت مبدل میشود. در برخی موارد در رگه ها جا دارد، اما در آن

نواحی معدن که آتش پدید می آید، نیز شکل میگیرد. از نگاه استخراج اهمیت ناچیز دارد. نام این منرال از اصطلاح عربی رهج الغار گرفته شده است ۲/ و ۵/.

آوری پیگمنت

Auripigment: As_2S_3 ; 60,9% As

آوری پیگمنت سولفید ارسنیوم است. رنگ آن زرد لیموئی، زرد طلائی و همچنان بعضی اوقات زرد نصورا رست. جلائی الماسی و یا روغنی دارد. شفاف است و دارای رنگ خاکه زرد روشن میباشد. میتوانیم آن را بپریم و یا قات کنیم. در هیدروکسید پتاشیم منحل میشود. معمولاً با منرال خویشاوند خود - رئالگار - در بعضی کان های رگه ئی که در اثر از هم پاشیدگی ارسنوپیریت بوجود می آید، یکجا پیدا میشود. از نگاه اقتصادی کم اهمیت است و تنها بعضی اوقات میتوان آن را استخراج نمود. نام اوری پیگمنت از لاتین گرفته شده است و نمایانگر رنگ آن است ۲/ و ۵/.

ارسنیوم خالص

Arsenium: 100% As

ارسنیوم خالص در کان های هیدروترمال پیدا میشود. از دیدگاه منرالوجی به دسته نیمه فلزات تعلق می گیرد. مانند قلع سفید است. مانند سرب رنگ خاکستری روشن نیز دارد، مگر زود تیره شده و سیاه میگردد. رنگ خاکه آن سیاه است. در نخستین مراحل موجودیتش جلائی فلزی دارد. شکننده است. شفاف نیست. در صورتیکه آن را با حرارت دم دهیم، تبخیر شده و با بوی سیرمانند لکه های نازک و سفید اکسید ارسنیوم را میسازد. به آتش رنگ آبی خاکستری میدهد. در حرارت ۸۰ درجه سانتی گراد بخار زرد رنگ از آن بلند میشود که به جدار های ظرف تراکم نموده و آئینه جلا دار ارسنیومی را تولید میکند. در طبیعت به مقدار خیلی ناچیز موجود است، ازینرو اهمیت اقتصادی کم دارد ۲/ و ۵/.

منرال های ارسنیوم دار که مورد استفاده صنعتی قرار میگیرند، اکثراً نوع هیدروترمال هستند، مانند ارسنوپیریت و یا هم لولینگیت که اکثراً در کان های طلا، کان های پیریت و کان های نوع بیسموتیوم - ارسنیوم پیدا میشود. منرال های ارسنیوم دار را در کان های چند فلزی (پولی متالیک) نیز میتوان جستجو نمود. این نوع را ارسنیدها و سولفوارسنیدهای نیکل - کوبالت، مس، آهن و غیره تشکیل میدهند. همچنان بخش کوچک منرال های ارسنیوم دار در کان های هیدروترمال زیر آتشفشان موجود است که بگونه مثال میتوان از رئالگار و اوری پیگمنت نام برد ۲/.

همآمیزه ها در کان های ارسنیوم

از اینکه ارسنیوم خود در کان ها به قسم همآمیزه پیدا میشود، از نام بردن همآمیزه ها در کان های ارسنیوم صرف نظر می گردد.

سپچه گی اقتصادی کان های ارسنیوم

ارسنیوم بگونهه تولید فرعی در جریان فرآوری کان های طلا، مس، سرب، جست و غیره بدست می آید. از اینرو **سپچه گی** اقتصادی ارسنیوم وابسته به اهمیت اقتصادی این کان ها است /۲/.

خواص ارسنیوم

ارسنیوم به شکل های مختلف پیدا میشود. نوع فلزی آن رنگ خاکستری دارد و **سختی** آن ۳ تا ۴ است (در منرالوجی **سختی** کمیتی را می گویند که مقاومت **سنگ** و یا منرال را در برابر نفوذ جسم بیگانه بیان می نماید. درجه بندی **مُوْهْس** که برای ارائه **سختی** کان ها بکار میرود، به ده بخش دسته بندی می گردد. پائینترین درجه مربوط به **سنگ ها** و منرال هائیسست که نرم ترین اند. **سنگ ها** و منرال هائی که **سخت تر** اند، درجهء بالاتر دارند: ۱- طلق یا **مَسْتِک**، ۲- سنگ نمک، ۳- کلسیت، ۴- فلوریت، ۵- آپاتیت، ۶- تیراهن یا الوار، ۷- کوارتز، ۸- **تُوپاز**، ۹- **کُورُوندوم** یا سنگ سنباده، ۱۰- الماس). کثافت ارسنیوم ۵،۷۲ گرم در سانتی متر مکعب و نقطهء ذوبان آن ۸۱۷ درجهء سانتی گراد تعیین شده است. محلول های ارسنیوم خیلی زهرناک اند /۲/ و /۵/.

موارد کاربرد ارسنیوم

ارسنیوم در تخنیک بسیار کم استفاده میشود. بصورت محدود در تولید آلیاژ های سرب، مس و قلع از آن کار میگیرند. بیشتر بگونهء مرکبات در تولید زهر برای حشرات، در تولید مواد برای مقاوم ساختن چوب، در دوا سازی، طب دندان، شیشه سازی و غیره بکار میرود. گالنیوم - ارسنیوم، ایندیوم - ارسنیوم بچیث کرسنال ها در لیزر استفاده میشوند /۲/.

۲-۲-۲: فلز های غیر آهنی سبک

منرال های المونیوم، بریلیوم، سیزیوم، لیتیوم، مگنزیوم و گاهی هم منرال های عناصر سویدیم، پتاشیم، کلسیم، سترونسیم، باریوم و سیلیسیوم را **کان های غیر آهنی سبک** مینامند.

۱-۲-۲: کان های المونیوم

در زمانه های پیش منرال مهم و اصلی المونیوم را کریولیت تشکیل میداد. مگر در عصر حاضر المونیوم بیشتر از باوکسیت بدست می آید. در آینده میتوانند نقش مهم را در تولید این عنصر منرال های کیانیت، اندلوزیت، سیلیمانیت، داسونیت و کاولینیت بازی نمایند.

منرال های المونیوم با اهمیت اقتصادی

دیاسپور

Diaspor: $\text{AlO}(\text{OH})$ alfa; 85% Al_2O_3

دیاسپور به نوع الفای هیدروکسید المونیوم می گویند. با رنگ های گلابی، سبز و غیره پیدا میشود. میتواند بی رنگ نیز باشد. شفاف است. جلائی شیشه ئی دارد. در بخش های تورق یا به سخن دیگر، در بخش هائی که ورق، ورق می گردد، جلائی مرواریدی دارد. در تخته سنگ های کرستالی و در نواحی تماس سنگ ها پیدا میشود. همچنان در اثر ازهم پاشیدگی کوروندوم وجود می آید. بگونهء میکروسکوپی میتواند جزء باوکسیت هم باشد. دیاسپور نامش را از زبان یونانی گرفته و به تناتاریت نیز مشهور است /۲ و /۵.

بواهمیت

Boehmit: $\text{AlO}(\text{OH})$ gama; 85% Al_2O_3

بواهمیت نوع گامای هیدروکسید المونیوم است که بیشتر در باوکسیت وجود دارد. از نگاه کیمیائی شبیه دیاسپور است، ازینرو شرح بیشتر این منرال لازم نیست.

گیبسیت

Gibbsit: $\text{Al}(\text{OH})_3$; 65,4% Al_2O_3

گیبسیت هیدروکسید المونیوم است که در طبیعت بگونهء بی رنگ و یا هم با رنگ سفید خاکستری پیدا میشود. معمولاً مجموعه های انگورمانند را می سازد. گاهگاه به شکلی که شبیه کالسُدون است، نمو میکند. جلائی شیشه ئی دارد، مگر در بخش های تورق جلائی آن مرواریدی است. به دشواری ذوب می گردد و همچنان به دشواری در تیزاب های داغ منحل میشود. اکثراً از کوروندوم به وجود می آید. جزء مهم لاتیریت ها و باوکسیت است. در تخته سنگ های طلق (مستیک) و همچنان در سیرپنتینیت نیز وجود دارد. گیبسیت با نام های هیدرارگیلیت، زیرلیت و بایریت مشهور است /۲ و /۵.

نفلین

Nefelin: $\text{KNa}_3(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_6$; 37% Al_2O_3

نفلین یکی از الوموسیلیکات های سودیم و پتاشیم است که در بعضی مناطق فراوان پیدا میشود. این منرال نماینده مهم فلدسپارها است که تقریباً ۳۷٪ اکسید المونیوم (Al_2O_3)، ۷،۵٪ اکسید پتاشیم (K_2O) و تا ۲٪ اکسید کلسیم (CaO) دارد. کرسنال نفلین روشن و بی رنگ است، مگر بیشتر با رنگ های سفید خاکستری، زرد، سرخ یا سبز آبی وجود دارد. روی کرسنال دارای جلائی شیشه ئی است. اگر بشکند، جلائی روغنی را بخود میگیرد. به آسانی ذوب میگردد و در اسید کلورید منحل شدنی است. در سنگ های قلیائی، بویژه در بازالت ها، فونولیت ها و سیئیت ها، میتوان آن را در زیر میکروسکوپ یکجا با لئوسیت مشاهده نمود. ندرتاً در خالیگاه های سنگ هائی که در اثنای آتشفشان پرتاب شده اند، نیز جا دارد. بعضی اوقات برای بدست آوردن المونیوم و پتاشیم استخراج میشود. ۲/ و ۵/.

لئوسیت

Leucit: $\text{K}(\text{AlSi}_2\text{O}_6)$; 23,5% Al_2O_3

لئوسیت الوموسیلیکات پتاشیم از دسته آنالسیم است که در آن بیشتر اوقات پتاشیم توسط سودیم و گاهگاه ذریعه روبیدیوم تعویض می گردد. در حرارت بالاتر از ۶۰۵ درجه سانتی گراد کرسنال آن شکل مکعبی پتا را بخود می گیرد، در حالیکه در شرایط عادی در طبیعت به نوع الفا پیدا میشود. شفاف است. رنگ سفیدگونه یا خاکستری دارد. جلائی آن شیشه ئی است. ذوب نمی شود. در تیزاب ها منحل می گردد. اکثراً دارای شیشه، مگنتیت، اوگیت یا آمفیبول است (شیشه در اثر جامد شدن سریع سنگ های آذرین در جریان آتشفشان بوجود می آید). در طبیعت از هم می پاشد و به آنالسیم یا پسیئودولئوسیت یعنی مخلوط نفلین، اورتوکلاس و آنالسیم مبدل می گردد. بیشتر در اثر کرسنال بندی مگما بوجود می آید، مگر ندرتاً نتیجه پنیوماتولیزا نیز میتواند باشد (پنیوماتولیزا در منرالوجی حالت گذار از فاز پگماتیت به فاز هیدرو ترمال را می گویند که در اثر کاهش حرارت رخ می دهد) ۲/ و ۵/.

کریولیت

Kryolit: Na_2AlF_6 ; 12%-13% Al

کریولیت فلورید سودیم و المونیوم است که در طبیعت کم پیدا میشود. ۱۲٪ - ۱۳٪ المونیوم و ۵۴٪ فلور دارد. دارای دو نوع است. نوع الفای آن در حرارت کمتر از ۵۵۰ درجه سانتی گراد و نوع بتای آن در حرارت بالاتر از ۵۵۰ درجه سانتی گراد بصورت ثابت وجود دارد. شفاف، سفید برف گون، خاکستری، نسواری، سرخ رنگ و یا سیاه بوده و جلائی آن

شیشه ئی می باشد. شکننده است. به آسانی ذوب میشود. در اسید کلورید نسبتاً و در تیزاب های متراکم کاملاً منحل می گردد. در پگماتیت ها و یا در کان های هیدروترمال وجود دارد. کریولیت مواد خام مهم برای تولید المونیوم الکترولیتیک را تشکیل می دهد ۲/ و ۵/.

باوکسیت

Bauxit: Diaspor+Boehmit+Gibbsit; 50% Al₂O₃

باوکسیت سنگ رسوبی است که جزء اساسی آن را اکسید های آبدار المونیوم، یا به سخن دیگر، هیدروکسید های المونیوم، یعنی منرال های دیاسپور، بواهمیت و گیبسیت می سازند. به آلیت ها تعلق می گیرد. مقدار اکسید المونیوم (Al₂O₃) در آن خیلی متغیر است، اکثراً به ۵۰٪ تقرب می کند. باوکسیت به توده سنگ های گلی شباهت دارد و یا هم دارای ساختار پیزولیتیک است (ساختار پیزولیتیک به ساختار سنگ هائی گفته میشود که در مواد اصلی آن پیزوئیدها یعنی اجسام کوچکی به اندازه ۲ تا ۱۰ ملی متر با شکل هندسی الیپسوئید جا دارند). رنگ باوکسیت گوناگون است و از سفید تا نضواری سرخ تغییر می کند. براساس نظریه ء امروزی، باوکسیت در اثر انتقال الیت ها به آب و رسوب نمودن بعدی آن ها در محیط آبدار بوجود آمده است ۲/ و ۵/.

بصورت عموم میتوان کان های المونیوم را که اهمیت صنعتی دارند، به سه دسته تقسیم نمود:

- باوکسیت لاتیرت،

- باوکسیت مدیترانه ئی،

- کان های دیگر المونیوم.

باوکسیت لاتیریت در پوش هوا خورده سنگ های الوموسیلیکاتی گوناگون شکل می گیرد. زمانیکه این الوموسیلیکات ها را هوا می زند، بخش بالا نهفتهء آن ها با گذشت زمان به باوکسیت مبدل می گردد. البته این قشر میتواند پسان ها در اثر روند های جیولوجیکی به جای دیگری منتقل شود. کان های جوانتر این دسته بیشتر از گیبسیت ساخته شده اند که با کهنه شدن شان آهسته، آهسته نخست به بواهمیت و سپس به دیاسپور تغییر می کنند. کان های بزرگ باوکسیت حتی ۳۰ متر ضخامت دارند و سچه گی شان به ۴۵٪ تا ۶۰٪ اکسید المونیوم (Al₂O₃) می رسد ۲/.

باوکسیت مدیترانه ئی در بخش زیر نهفتهء سنگ های آهک و دولومیت جا دارد. این دسته به باوکسیت کارست یا باوکسیت کلسیم نیز معروف است. اجسام عدسه ئی استراته فورم را

می سازد. برخی دانشمندان به این باور اند که **باوکسیت مدیترانه‌ئی** در اثر تجمع ترا روسه بوجود آمده است. ترا روسه خاک سرخ گلی است که در مدیترانه و در مناطقی که سنگ آهک کارست وجود دارد، پیدا میشود و در حقیقت خاکست که در اثر خوردگی کاربنات های گل دار به میان می آید. مگر برخی دانشمندان به این عقیده اند که **باوکسیت مدیترانه‌ئی** ذاتاً **باوکسیت لاتیریت** است که از یکجا بجای دیگر منتقل گردیده و دوباره در آن محل جا بجا شده است ۲/ و ۷/.

کان های های دیگر المونیوم را میتوان به پنج بخش تقسیم نمود ۲/:

(الف) کان های نفلین – این کان ها در نتیجهء تجمع سنگ های نفلین دار (مثلاً اورتیت ها که ۷۵٪ تا ۹۰٪ نفلین دارند)، سیننیت های نفلین دار و منرال های نفلین – آپاتیت بوجود می آیند،

(ب) کان های آلونیت – این کان ها از سنگ های آذرینی که از آتشفشان به بیرون جاری میشوند، در اثر **متاسوماتوزای هیدروترمالی** بوجود می آیند،

(ج) کان های دیستن، سیلیمانیت و آندالوزیت – این کان ها در اثر **متامورفوزای تماسی** یا **منطقه‌ئی** شکل می گیرند و تا کنون نقش بزرگی را در استخراج المونیوم بازی نمی کنند،

(د) کان های کاولین و گل های غنی به المونیوم – این کان ها اهمیت خیلی محدود دارند و در صورتی که اکسید المونیوم (Al_2O_3) در آن ها کمتر از ۳۰٪ باشد، استخراج آن ها احتمالاً غیر اقتصادی خواهد بود،

(ل) کان های داوسونیت.

همآمیزه ها درکان های المونیوم

در کان های المونیوم موجودیت سیلیکون دی اکسید (SiO_2) به اندازهء بیشتر از ۲٪ تا ۸٪ و موجودیت کاربنات ها، پیریت، اکسیدها، آهن و تیتانیوم سودمند نیست. آنچه در این کان ها سودمند پنداشته میشود، مقدار قابل استفاده ای گالیوم، اورانیوم، ونادیوم و کرومیوم است ۲/.

سجه گی اقتصادی کان های المونیوم

در متالورژی یا فلزکاری لازم است تا مقدار اکسید المونیوم (Al_2O_3) در کان بیشتر از ۴۰٪ یا ۴۵٪ باشد. در عین زمان نباید **مودول سیلیزیوم** (تناسب $Al_2O_3:SiO_2$) از ۲،۶ تجاوز کند. هرگاه از کان المونیوم در تولید مواد ضد آتش کار گرفته می شود، مقدار اکسید المونیوم (Al_2O_3) در کان نمیتواند از ۵۸٪ کمتر باشد. در ضمن لازم است تا معادله های زیر در نظر گرفته شوند ۲/:

$\text{SiO}_2 < 5\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 2\%$, $\text{TiO}_2 < 3\%$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} < 0,2\%$

برای استفاده در صنایع کیمیائی باید کان المونیوم دارای این مشخصات باشد /۲/:

$\text{Al}_2\text{O}_3 > 56,5\%$, $\text{SiO}_2 < 4\% - 9\%$, $\text{TiO}_2 < 3\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 1,5\% - 3\%$

خواص المونیوم

المونیوم فلزیست با جلای نقره ئی که کثافت آن ۲,۷ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۶۵۹ درجه سانتی گراد تعیین شده است. حرارت و برق را خوب هدایت می کند و همچنان مقاومت کیمیائی خوب دارد. میتوان آن را ماشین کاری نمود. توانائی شکل گیری و همچنان قابلیت ریختاندن را دارد /۲/.

موارد کاربرد المونیوم

المونیوم زیادتیر در الکتروتخنیک، ماشین سازی، صنایع ساختمانی و هواپیماسازی کار گرفته میشود. در تولید لوازم برای بسته بندی حمل و نقل و همچنان در تولید زورق و ظروف نیز بکار میرود /۲/.

۲-۲-۲-۲: کان های بریلیوم

کان های بریلیوم اکثراً چند فلزی یا پولی متالیک می باشند. در پگماتیت ها این عنصر با لیتیوم و تنتالیوم، در گرینسین ها و رگه های کوارتز با ولفرامیوم، مولیبدنوم و بیسموتیوم و در کان های برتراندیت - فناکیت عموماً با فلور، اورانیوم و غیره یکجاست.

منرال های بریلیوم با اهمیت اقتصادی

از منرال های بریلیوم بیشترین اهمیت را از نگاه استخراج بریل و برتراندیت دارند. منرال های دیگر این عنصر کمتر استخراج میگردند.

بریل

Beryl: $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$; 10%-14% BeO

بریل سیلیکات المونیوم و بریلیوم است که نسبتاً فراوان پیدا میشود. افزون بر المونیوم و بریلیوم بعضی اوقات مقدار کمی سودیم، لیتیوم، سزیوم و تا ۶٪ القلی نیز در آن وجود دارد. شفاف است و با رنگ های سبز، زرد، آبی، سفید و گلابی پیدا میشود. گاهگاه تخته های

ضخیم را میسازد، اما بیشتر شکل مجموعه های استوانه دار را بخود می گیرد. شکننده است. **جلای** شیشه ئی دارد. در صورتیکه دارای القلی باشد، کثافت آن زیادتر است. به دشواری ذوب می گردد. در تیزاب ها منحل نمیشود. برای بدست آوردن بریلیوم اهمیت زیاد دارد. نظر به رنگ و کمیابی به این دسته ها تقسیم میگردد:

الف) **بریل کمیاب** – زمرد سبز، اکوامرین سبز آبی، مورگانیت گلابی یا هلیودور زرد،

ب) **بریل عادی** – اکثراً به شکل کرسنال های بزرگ موجود است، مثل کرسنال هائی به وزن حتی ۲۰۰ تن.

بریل عموماً در گرانیته ها و در پگماتیت های گرانیته وجود دارد. ندرتاً در شپست ها نیز پیدا میشود، مگر مهمترین منبع آن عملاً پگماتیت ها اند. این منرال علاوه بر اینکه برای بدست آوردن بریلیوم استخراج میگردد (بریل عادی)، در ساختن جواهرات بگونه زمرد، اکوامرین، مورگانیت و هلیودور هم سهم دارد (بریل کمیاب). علت اینست که زمرد، اکوامرین، مورگانیت و هلیودور شفاف اند و رنگ های زیبا دارند ۲/ و ۵/.

برتراندیت

Bertrandit: $Be_4Si_2O_7(OH)_2$; 40%-42% BeO

برتراندیت سیلیکات قلیائی بریلیوم از دسته کارفولیت است. میتواند شفاف بی رنگ باشد و یا هم با رنگ زرد روشن در کرسنال های کوچک پیدا شود. **جلای** شیشه ئی یا مرواریدی دارد. در تیزاب ها منحل نمی گردد. برتراندیت به شکل هیدروترمال در اثر از هم پاشیدگی بریل در پگماتیت ها به وجود می آید. نام این منرال از نام م. برتراند گرفته شده که در باره موجودیت برتراندیت در فرانسه پژوهش هائی انجام داده است ۲/ و ۵/.

هلوین

Helvin: $Mn_4Be_3(SiO_4)_3S$; 11%-14% BeO

هلوین سیلیکات منگان و بریلیوم است که اکثراً آهن، جست و سلفر دارد. ساختار آن مانند ساختار سودالیت می باشد. با رنگ های زرد، نضواری گلابی، نضواری سرخ تاریک و سیاه پیدا میشود. **جلای** شیشه ئی تا روغنی دارد. اکثراً دانه دار بوده، مگر به شکل کروی نیز موجود است. در اسکارن ها، پگماتیت ها، سببیت های نفلین و در کان های تماسی وجود دارد. هلوین گاهگاه در تولید بریلیوم دارای اهمیت است. نام این منرال از واژه یونانی هلئوس یعنی آفتاب گرفته شده است ۲/ و ۵/.

فناکیت

Fenakit: BeSiO_4 ; 45,5% BeO

فناکیت سیلیکات بریلیوم است که بگونه شفاف بی رنگ و یا هم با رنگ های گلابی و زرد پیدا میشود. جلائی شیشه ئی دارد. کرسنال های آن استوانه ئی و عدس مانند بوده و همچنان شکل هموار را بخود می گیرند. این منرال ذوب نمیگردد. در تیزاب ها نیز منحل شدنی نیست. ریشه هیدروترمال و یا هم پئنوماتولیتیک دارد. کان پئنوماتولیتیک کان درون زادبست که در حرارت های بالا از اجزای گریزان گازی مگما هنگام سرد شدن آن بوجود می آید. فناکیت عموماً در پگماتیت ها پیدا میشود ۲/ و ۵/.

کریزوبریل

Chryzoberyl: Al_2BeO_4 ; 19,8% BeO

کریزوبریل اکسید کمیاب المونیوم و بریلیوم بوده و همئوع اولیوین است. مقداری از المونیوم در آن میتواند با آهن سه ولانسه یا کرومیوم تعویض گردد. کرسنال های زرد سبز، سبز و یا سبز زمردی را می سازد. شفاف تا ثاقب است. با جلائی شیشه ئی و شکل های استوانه ئی یا تخته ئی پیدا میشود. به شکل های دانه دار یا کروی نیز وجود دارد. ذوب نمیگردد و در تیزاب ها منحل شدنی نیست. صرف در القلی ها از هم می پاشد. برخی از انواع این منرال (بویژه الکساندریت) گوهر های قیمت بها اند. در پگماتیت ها، کان های تماسی و در سنگ های شیست پیدا میشود ۲/ و ۵/.

باریلیت

Barylit: $\text{BaBe}_2\text{Si}_2\text{O}_7$; 16% BeO

باریلیت سیلیکات خیلی کمیاب باریوم و بریلیوم است که به شکل تخته های بی رنگ نیمه شفاف با جلائی روغنی پیدا میشود. در تیزاب ها منحل نمیگردد ۲/ و ۵/.

گنتلوین (جنتلوین)

Genthelvin: $\text{Zn}_4\text{Be}_3(\text{SiO}_4)_3\text{S}$; 12%-14% BeO

گنتلوین سیلیکات جست و بریلیوم است و مقداری هم سلفر دارد. به سلسله هلوین تعلق می گیرد. کرسنال های آن تا ۱۷ ملی متر بزرگ است. با رنگ های نضواری گلابی تا نضواری سرخ تاریک پیدا میشود. شفاف است و ظاهراً توانائی تورق را ندارد. در تیزاب ها منحل

نمیگردد. گنتلین را میتوان در کان های تماسی با اسکارن ها جستجو نمود. این منرال بنام گنتلینیت نیز مشهور است ۲/ و ۵/.

لئوکوفان

Leukofan: CaNaBe(Si₂O₆)F; 10%-12% BeO

لئوکوفان سیلیکات کمیاب کلسیوم، سدیم و بریلیوم است که مقداری هم فلور در آن وجود دارد. به دسته مِلینوفان که از نگاه ساختار کرستالی به آن شبیه است، تعلق می گیرد. با رنگ سبز پیدا میشود. همچنان میتواند بی رنگ و روشن باشد. جلائی سخت شیشه ئی دارد. به آسانی ذوب گردیده و در هیدروفلوریک اسید منحل میگردد. نام این منرال از زبان یونانی گرفته شده و بیانگر رنگ آن است ۲/ و ۵/.

کان های صنعتی بریلیوم به انواع زیر دسته بندی می گردند ۲/:

- پگماتیت ها،

- هیدروترمال زیر آتشفشانی،

- متاسوماتیت های بریلیوم.

پگماتیت های بریلیوم و لیتیوم تا چند دهه پیش یگانه منبع بریلیوم محسوب می شدند. این پگماتیت ها بیشتر نوع گرانیتوئید اند، مگر در صد اندک آن را پگماتیت هائی می سازند که وابسته به سببیت های نفلین استند. شکل اجسام منرالی در این کان هادس مانند یا رگه ئی بوده و اغلباً ساختار زونی (حوزه ئی) دارد. دسته پگماتیت ها دسته ای است که در آن منرال های بریلیوم بگونه جزء سودمند در کنار موسگویت و منرال های لیتیوم، تننال، نیوبیوم، اورانیوم، توریوم، سزیوم و روبیدیوم وجود دارند. مقدار بریلیوم در پگماتیت ها از چند هزارم تا چند درصد تغییر نموده و برمبنای برخی پژوهش ها بیشتر از نیم ذخایر و تولیدات جهانی این عنصر را تشکیل می دهند.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی بریلیوم که اغلباً در آن ها سزیوم نیز وجود دارد، در **توف های رُیولیت** پیدا میشوند (**توف** سنگ آتشفشانی است و از پارچه ها، خاکستر و خاک آتشفشان که ذریعه باد و هوا به جانی منتقل و سپس مرسوب میشوند، تشکیل یافته است). منرال ها در این نوع کان ها شکل پاشیده شده (پاشان) و یا لکه مانند دارند. همچنان شکل رگه های باریک را نیز میتوانند بخود بگیرند. منرال بریلیوم را در این کانه برتراندیت میسازد که با آن منرال های کالسِدُون، اوپال، کلسییت، فلوریت و غیره نیز پیدا میشوند. مقدار

اکسید بریلیوم (BeO) در کانهای هیدروترمال زیر آتشفشانی ۰,۱٪ تا ۲٪ بوده، اما اکثراً از ۰,۵٪ تا ۰,۷٪ تجاوز نمیکند.

کان های متاسوماتیت بریلیوم که در چندین دهه اخیر اهمیت هرچه بیشتر کسب می نمایند، نظر به نوع متاسومتوزا به این دسته ها تقسیم می شوند:

(الف) آلبیتیت های بریلیوم – نوع فنیت ها یا البیتیت های بریلیوم دار استند که در اثر فعالیت های تکتونیکی در قسمت های کهنه زمین وجود آمده اند،

(ب) گریسن های بریلیوم – بیشتر با گریسن های قلع – ولفرامیوم – مولیبدنوم یکجا پیدا می شوند. منرال این دسته را بریل تشکیل میدهد که در رگه های کوارتز – سینوالدیت و یا توپاز – کوارتز در بخش های بیرون تماسی (اکزو کانتکت) بر گنبد های گرانیته جا بجا شده است،

(ج) اسکارن های بریلیوم – نسبتاً کمیاب اند و اجسام لانه ئی و عدس مانند را می سازند. سخن در اینجا از اسکارن های مگنتیت – اندرادیت فلوریتدار است که افزون بر منرالهای یاد شده منرال های شیلیت، هلون، دانالیت، برتراندیت و غیره را نیز دارا اند.

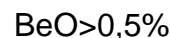
همآمیزه ها در کان های بریلیوم

چنانچه گفته شد، بریلیوم در کان های چند فلزی وجود دارد. از اینرو سودمندی و یا زیانمندی همآمیزه ها بستگی به این دارد که آیا این کان ها برای استخراج مفید استند یا نه. به سخن دیگر، آیا به مقدار کافی وجود دارند تا مصارف استخراج را تأمین نمایند؟ در صورتیکه به اندازه کافی موجود باشند، سودمند تلقی میشوند.

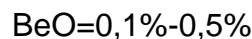
سپه گی اقتصادی کان های بریلیوم

سپه گی کان های بریلیوم از نگاه مقدار اکسید بریلیوم (BeO) ارزیابی می گردد. اغلباً مقدار اکسید بریلیوم در کان هائی که استخراج میشوند، از چند صد درصد بیشتر نیست. نظر به مقدار اکسید بریلیوم میتوان کان های بریلیوم را چنین دسته بندی نمود ۲/:

(الف) کان های غنی بریلیوم



(ب) کان های میانه غنی بریلیوم



ج) کان های فقیر بریلیوم

BeO=0,04%-0,1%

خواص بریلیوم

بریلیوم فلزیست با رنگ خاکستری که کثافت آن ۱,۸۵ گرم در سانتی متر و نقطه ذوبان ۱۲۷۸ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. سبک، شکننده و سخت می باشد. در هوای آزاد به اکسید مبدل میگردد /۲/.

موارد کاربرد بریلیوم

بریلیوم در تولید آلیاژها یکجا با المونیوم و مگنزیوم (مثلاً آلیاژ های سبک و محکم برای صنعت های موتر سازی، هواپیما سازی و راکت سازی)، یکجا با مس و کوبالت (مثلاً برنز برای تولید فنرها و غیره) و یکجا با نیکل (مثلاً آلیاژ های بی جرقه) به کار میرود. بخشی از بریلیوم در تولید فولاد جهت بالا بردن مقاومت آن در برابر آتش و همچنان برای ساختن پوش های ضد موریانه ئی استفاده میشود. مرکبات این عنصر در سرامیک، الکترونیک، در تولید شیشه های ویژه و بگونهه پودر در تولید مواد سوخت راکت ها نیز بکار می روند /۲/.

۳-۲-۲: کان های سزیوم

از کان های سزیوم تنها پگماتیت هائی با اهمیت استند که پُلوسیت و لیبِدولیت دارند. پگماتیت ها نزدیک به ۹۰٪ استخراج جهانی سزیوم را تشکیل می دهند /۲/.

منرال های سزیوم با اهمیت اقتصادی

منرال اصلی که از آن سزیوم به گونه صنعتی بدست می آید، پُلوسیت است. این منرال بخش زیاد سزیوم را تأمین میکند. بقیه از لیبِدولیت، اِسپُودُومِن، سِینوالِدیت یا نمک های پناشیم حاصل میشود.

پُلوسیت

Pollucit: $(Cs, Na)_2Al_2Si_4O_{12}.H_2O$; 22%-36% Cs_2O

پُلوسیت الوموسیلیکات آبدار از دسته آنالسیم است که با وی منرال **همنوع** را میسازد. مقدار اکسید سزیوم (Cs_2O) در آن متفاوت است و بنا بر برخی منابع ۲۲٪ تا ۳۶٪ و بنا بر منابع دیگر ۳۰٪ تا ۴۲٪ تخمین میشود. افزون بر آن میتواند مقداری هم روبیدیوم داشته باشد.

کرسنال های بی رنگ یا شیری آن خیلی کمیاب اند. معمولاً کلان دانه بوده و **جلانی** مانند کوارتز دارد. در پگماتیت های گرانیت پیدا میشود. پولوسیت منرال اصلی سزیوم را تشکیل میدهد ۲/ و ۵/.

اُووگادریت (اُووگادرویت)

Avogadrit (Avogadroït): (K, Cs)BF₄; cca 10% Cs₂O

اووگادریت در حقیقت فلورید بوریم دار پتاشیم است که گاهگاه در آن سزیوم نیز پیدا میشود. در طبیعت کمیاب است و به دسته فرُوسیت تعلق دارد. کرسنال های کوچک آن دارای شکل تخته ئی اند. **جلای** آن الماسی است. به آسانی ذوب می گردد. در آب حل میشود. مقدار اکسید سزیوم (Cs₂O) در اووگادریت نزدیک به ۱۰٪ تخمین گردیده و نام این منرال از نام فزیکدان ایتالیائی ا. اُووگادرو گرفته شده است ۲/ و ۵/.

از نگاه صنعتی میتوان کان های سزیوم را به دسته های زیر تقسیم نمود ۲/:

- پگماتیت های لیتیوم پولوسیت دار و لپیدولیت دار،

- کان های کرنالیت،

- انواع دیگر.

پگماتیت های لیتیوم پولوسیت دار و لپیدولیت دار بخش بزرگ منابع سزیوم را می سازند. این دسته متاسوماتیت هائی اند که بویژه بگونه پگماتیت های گرانیتوئیدی زون ها یا حوزه ها را تشکیل می دهند و از آن ها سزیوم یکجا با روبیدیوم استخراج میشود. اغلباً در اینگونه کان ها عناصر دیگر مانند لیتیوم، تننال، نیوبیوم، اورانیوم، توریوم و غیره نیز وجود دارند (چنانچه در ۱-۲-۲-۲-۲ گفته شد). سزیوم در آن ها به شکل پولوسیت و یا هم مثل **همآمیزه ۱** هم مانند - بویژه در لپیدولیت - موجود است، در حالیکه روبیدیوم تنها به شکل **همآمیزه ۲** هم مانند در این کان ها پیدا میشود و منرالی را نمی سازد. مقدار اکسید سزیوم (Cs₂O) در این کان ها ۰،۳٪ تا ۳٪ و مقدار اکسید روبیدیوم (Rb₂O) در آن ها ۰،۲٪ تا ۰،۵٪ تخمین می شود. از نگاه تناسب بین پولوسیت و لپیدولیت این پگماتیت ها را گاهگاه به پگماتیت های پولوسیت دار با مقدار کم لپیدولیت، پگماتیت های پولوسیت - لپیدولیت و به پگماتیت های پولوسیت دار با مقدار زیاد لپیدولیت تقسیم می کنند.

کان های کرنالیت روبیدیوم دار (و سزیوم دار) در انبار های جهانی سزیوم تقریباً ۱۹٪ و در انبار های جهانی روبیدیوم تقریباً ۲۵٪ سهم دارند. مقدار اکسید سزیوم (CS_2O) در آن ها یک چند صد هزارم و مقدار اکسید روبیدیوم (Rb_2O) در این کان ها تا ۰،۲٪ تخمین میشود.

انواع دیگر کان های سزیوم اهمیت عملی کمتر دارند. در اینجا میتوان از شوراب های زیر زمینی، متاسوماتیت های بیوتیت سزیوم دار، متاسوماتیت های لیتیوم، گریسن های سینوالدیت، جهیل های شور روی زمینی و از شیشه های اسید آتشفشانی نام برد.

همآمیزه ها در کان های سزیوم

عناصر سودمند در کان های سزیوم اینها اند: لیتیوم، روبیدیوم و تننتال /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های سزیوم

هرگاه پولوسیت کم از کم ۰،۵٪ تا ۰،۲٪ اکسید سزیوم (CS_2O) داشته باشد، میتوان استخراج آن را آغاز نمود. مقدار اکسید سزیوم در کان های پولوسیت اغلباً ۰،۲٪ تا ۱٪ بوده و کان های غنی بیشتر از ۳٪ اکسید سزیوم دارند. در مقایسه با پگماتیت ها مقدار اکسید سزیوم در متاسوماتیت ها کمتر است (۰،۵٪ تا ۰،۱٪). در شوراب ها و نمک های پتاشیم مقدار اکسید سزیوم عموماً از یک چند صد هزارم تجاوز نمی کند /۲/.

خواص سزیوم

سزیوم فلز خاکستری سبک و نرم است. آب را تجزیه می کند و از نگاه کیمیائی خیلی فعال است. کثافت آن ۱،۸۷ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۲۸،۵ درجه سانتی گراد تعیین شده است. سزیوم خواص فوتوالکتریک دارد /۲/.

موارد کاربرد سزیوم

سزیوم در تولید سلول های فوتوالکتریک و بطری های آفتابی، در الکترونیک، در تولید نورافکن های مادون قرمز و در تولید شیشه های ویژه به کار میرود. همچنان میتواند بگونه مواد سوخت در راکت ها و یا جهت بالا بردن کارائی جنراتورهای پلازما استفاده شود. از ایزوتوپ رادیواکتیو این عنصر بگونه منبع تابش (تثعشع) در طبابت کار می گیرند /۲/.

۲-۲-۲-۴: کان های لیتیوم

کان های لیتیوم بیشتر در پگماتیت ها و متاسوماتیت های هیدروترمال پیدا میشوند. در پگماتیت ها منرال های اسپودومن، پتالیت و لپیدولیت را میتوان یافت، در حالیکه در

متاسوماتیت ها سینوالدیت و لیتونیت های دیگر سهم دارند. معمولاً در پهلوی لیتیوم از این کان ها عناصر و مواد دیگر مانند بریلیوم، تنتال، قلع، سزیم، فلدسپار، مایکا (سنگ طلق) و غیره نیز بدست می آیند /۲/.

منرال های لیتیوم با اهمیت اقتصادی

منرال هائی که میتوان از آنها لیتیوم را بدست آورد، اینها اند:

اسپودومن

Spodumen: $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$; 6,0%-7,6% Li_2O

اسپودومن سیلیکات لیتیوم و المونیوم است که بعضی اوقات در آن یکمقدار سدیم نیز جا دارد. کرسنال های آن که به سمت عمودی شق دار اند، به شکل تخته ئی پیدا می شوند و بزرگی شان گاهگاه به چندین متر می رسد. بارها رنگ ابری یا خاکستری را به خود می گیرد. بی رنگ نیز میتواند باشد. انواع قیمتی آن که بگونه گهر خرید و فروش میشوند، رنگ گلابی (کونزیت) یا سبز زمردی (هیدینیت) دارند. نسبتاً به آسانی ذوب می گردد. در رگه های پگماتیت یکجا با لپیدولیت، پتالیت و تورمالین موجود است. افزون بر آن که ماده خام لیتیوم را میسازد، نوع شفاف و زیبای اسپودومن حیثیت سنگ قیمتی یا گهر را نیز دارد /۲ و ۵/.

پتالیت

Petalit: $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$; 3,5%-4,5% Li_2O

این الوموسیلیکات لیتیوم میتواند بی رنگ باشد و یا هم با رنگ های خاکستری یا سرخ پیدا شود. شفاف است و نور میتواند از آن عبور کند. جلائی شیشه ئی دارد. ندرتاً میتواند کرسنال های استوانه ئی و همچنان تخته ئی دبل داشته باشد، مگر بیشتر دانه دار است و در مجموعه های شبیه فلدسپار وجود دارد. ذوب میشود. تیزاب ها نمیتوانند بر آن اثر نمایند. بارها رنگ ابری به خود گرفته و به مجموعه های اسپودومن و کوارتز مبدل می گردد. در پگماتیت های گرانیته موجود است. پتالیت بعضی اوقات بگونه مواد خام لیتیوم استخراج می شود /۲ و ۵/.

لیپدولیت

Lepidolit: $\text{KLi}_2\text{AlSi}_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$; 3,0%-5,5% Li_2O

لیپدولیت الوموسیلیکات پتاشیم و لیتیوم است که مقداری فلور دارد. به سلسله بیوتیت که با آن هم‌نوع است، تعلق می‌گیرد. بارها دارای روبیدیوم، سزیوم و تالیوم نیز است. بعضی اوقات بجای فلور در آن رادیکال اکسیجن - هیدروجن (OH) وجود دارد. رنگ آن گلابی روشن بنفشه‌ئی، سرخ گلابی، سبز و یا خاکستری بوده و جلائی آن مرواریدی است. هنگام برش بی رنگ به نظر می‌رسد. به شکل تخته‌ئی کمیاب است، کرسنال‌های آن بیشتر پوسته، پوسته بوده و به موسگوویت شباهت دارد. به آسانی ذوب می‌گردد. تنها در هیدروفلوریک اسید منحل می‌شود. اکثراً در پگماتیت‌ها یکجا با رُوبیلیت، پتالیت و دیگر منرال‌ها موجود است. افزون بر اینکه بگونه مواد خام لیتیوم استخراج می‌گردد، گاهگاه از لیپدولیت سزیوم نیز بدست می‌آید. نام این منرال از زبان یونانی گرفته شده و در برخی منابع آن را لیتینونیت نیز درج نموده‌اند / ۲ و ۵/.

امبلیگونیت

Amblygonit: $\text{LiAlPO}_4(\text{F}, \text{OH})$; 6%-9% Li_2O

امبلیگونیت فسفات لیتیوم و المونیوم است که مقداری فلور دارد. فلور در آن بعضی اوقات با رادیکال اکسیجن - هیدروجن (OH) تعویض می‌گردد. همچنان بجای بخشی از لیتیوم در آن اکثراً سودیم جایگزین می‌شود. معمولاً توتته‌ئی یا دانه دار است و رنگ سفید خاکستری، آبی خیره، سبز خیره، زرد خیره و یا خاکستری دارد. بارها شبیه فلدسپار است. از کرسنال آن نور می‌تواند عبور کند. جلائی مرواریدی یا شیشه‌ئی دارد. بیشتر با آپاتیت، کاسیتزیت و منرال‌های لیتیوم‌دار در رگه‌های پگماتیت و پنوماتولیت گرانیته پیدا می‌شود / ۲ و ۵/.

ئوکریپتیت

Eukryptit: LiAlSiO_4 ; 7%-10% Li_2O

ئوکریپتیت الوموسیلیکات کمیاب لیتیوم از سلسله فناکیت است که در ۸۴۸ درجه سانتی‌گراد به نوع بلند حرارتی خود تبدیل می‌شود. کرسنال‌های سفید خاکستری آن بارها در اسپودومن از هم پاشیده شده، در مخلوط البیت وجود دارند. به آسانی ذوب می‌گردد. در هیدروکلوریک اسید منحل شدنی است. در پگماتیت‌هایی که دارای سزیوم و بریلیوم اند، پیدا می‌شود / ۲ و ۵/.

Cinvaldit: $\text{KLiAl}(\text{Mg, Fe})\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{F, OH})$; 3%-4% Li_2O

سینوالدیت سیلیکات پناشیم، لیتیوم، المونیوم و آهن سه ولانسه با فلور است که به سلسله بیوتیت تعلق می گیرد. در پهلوی لیتیوم، ۲٪ تا ۸٪ فلور نیز در آن وجود دارد. با رنگ های خاکستری نقره ئی یا زرد خیره پیدا میشود. ندرتاً سبز تاریک تا سیاه یا بنفشه ئی نیز میتواند باشد. جلای آن مرواریدی است. از تیزاب ها متأثر میشود. در گرانیب های کاسیتريت، در پگماتیت ها و در گریسن ها در اثر روندهای پنئوماتولیتیک شکل می گیرد ۲/ و ۵/.

از نگاه صنعتی میتوان کان های لیتیوم را به این بخش ها دسته بندی نمود ۲/:

- پگماتیت های لیتیوم،

- اوپوریت ها و شوراب ها،

- متاسوماتیت های لیتیوم،

- انواع دیگر.

پگماتیت های لیتیوم را پگماتیت های گرانیئوئیدی متاسوماتوزا شده با سختار حوزه ئی (زونی) تشکیل میدهند. این دسته در تولید لیتیوم سهم بزرگ دارد و بیش از ۴۰٪ انبار های جهانی این عنصر را میسازد. در کنار لیتیوم در این پگماتیت ها فلزات دیگر مانند برلیوم، سزیوم، روبیدیوم، تنتال، نیوبیوم، اورانیوم، توریوم و عناصر خاکی کمیاب نیز پیدا میشوند. شکل اجسام منرالی میتواند رگه ئی، عدسی، استوانه ئی و یا هم کاشانه ئی باشد. نظر به خواص شان پگماتیت های لیتیوم به میکرولین - آلبیتی، آلبیتی و آلبیت - اسپودومنی تقسیم می شوند. کان های میکرولین - البیتی را بیشتر لپیدولیت، پتالیت، امبلیگونیت، لیتئوفیلیت، تریفولیت همراه با بریل، پولوسیت، تنتالیت - کولومبیت و کاسیتريت می سازند. ۴،۰٪ تا ۱،۲٪ اکسید لیتیوم (Li_2O) در آنها وجود دارد. کان های البیتی بجای امبلیگونیت و پولوسیت دارای اسپودومن و گاهی هم دارای منرال های اورانیوم و توریوم هستند، در حالیکه در کان های البیت - اسپودومنی بویژه اسپودومن در همراهی با لپیدولیت و لیتئونیت های دیگر، کاسیتريت، بریل و منرال های تنتال - نیوبیوم یافت میشود.

اوپوریت های لیتیوم و شوراب ها بیشتر از ۴۳٪ انبار های لیتیوم و تقریباً ۴۹٪ تولیدات لیتیوم را در سطح جهانی تشکیل میدهند. این دسته در جهیل ها و شوراب ها در سراسر جهان - از امریکا گرفته تا قزاقستان و چین - پیدا میشود.

در باره متاسوماتیت های لیتیوم همین میتوان گفت که اهمیت صنعتی ناچیز دارند و سهم شان در ذخایر جهانی تقریباً ۳٪ و در استخراج لیتیوم در سطح جهانی ۱٪ تخمین می گردد. این دسته را در حقیقت گریسن های سینوالدیت دار و البیت های لیتیوم تشکیل میدهند. از گریسن های سینوالدیت دار عنصر لیتیوم بگونه فرعی در کنار عناصر اصلی مانند قلع، ونادیوم، مولیبدنوم، بیسموتیوم و غیره بدست می آید و مقدار اکسید لیتیوم در آنها ۰،۴٪ تا ۰،۸٪ تخمین میشود. البیت های لیتیوم از البیت های توپاز - لیتیونیت و البیت های کریولیت - لیتیونیت ساخته شده اند و از نگاه منابع لیتیوم در سطح جهانی تقریباً هیچ اهمیت صنعتی ندارند.

انواع دیگر کان ها که میتوانند منابع خوب لیتیوم را تشکیل دهند، کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی و آب های قلیائی کاربونیک دی اکسید می باشند. در کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی تا ۰،۵٪ اکسید لیتیوم (Li_2O) موجود است، در حالیکه در آب های قلیائی کاربونیک دی اکسید از قسمت آتشفشان های جوان و یا از خاستگاه های نفت و گاز مقدار اکسید لیتیوم به ده ها تا صد ها ده هزارم می رسد.

همآمیزه ها در کان های لیتیوم

در مواردیکه لیتیوم در صنایع سرامیک و شیشه سازی بکار میرود، موجودیت آهن در منرال های آن زیانمند شمرده میشود /۲/.

سپه گی اقتصادی کان های لیتیوم

سپه گی اقتصادی کان های لیتیوم نظر به مقدار اکسید لیتیوم (Li_2O) در آن ها ارزیابی میگردد. بصورت عموم میتوان چنین نوشت که در شوراب ها، اوپوریت ها و آب های معدنی بسنده است تا مقدار اکسید لیتیوم به چندین یک صد هزارم برسد. مگر در کان های درون زاد معادله های زیر صدق می کنند /۲/:

- کان غنی

$$Li_2O > 1,3\%$$

- کان میانه غنی

$$Li_2O = cca 1\%$$

- کان فقیر

$$Li_2O = 0,8\% - 0,4\%$$

خواص لیتیوم

لیتیوم سبکترین فلز است. کثافت آن ۰،۵۳۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۱۸۶ درجه سانتی گراد می باشد. خیلی نرم است. در هوای آزاد از همه فلز های قلیائی ثابت تر است. لیتیوم رنگ سفید نقره ئی دارد /۲/.

موارد کاربرد لیتیوم

لیتیوم از آغاز قرن بیستم میلادی در آتش بازی (پیروتکنیک) بکار برده میشود. در زمان حاضر لیتیوم در بخش های گوناگون موارد کاربرد دارد. در شیشه سازی و سرامیک نقش مایع کننده را بازی می نماید و در فلزسازی بگونهء مادهء افزودنی هنگام تولید اجسام المونیومی استفاده میشود. از لیتیوم هنگام تولید روغنیات برای بولبرینگ ها، در تولید بطری ها، در نیروگاه های هسته ئی و غیره کار میگیرند. این عنصر در آلیاژها با مگنزیوم، المونیوم و بریلیوم جهت کاهش وزن و بالا بردن استحکام آلیاژ نقش مؤثر دارد. مرکب لیتیوم با بریلیوم در تولید سیستم های تهویه و یخچال ها استفاده میشود. با گذشت زمان هرچه بیشتر در تولید مواد سوخت راکت ها، کتالیزرها، در دواسازی و در فناوری هسته ئی و لیزر بکار میرود /۲/.

۲-۲-۲-۵: کان های مگنزیوم

نزدیک به نیم تولیدات مگنزیوم در سطح جهانی از دولومیت حاصل میشود. نیم دیگر را تولید کنندگان از مگنزیت، اوپوریت ها، آب های بحر و از شوراب ها بدست می آورند /۲/.

منرال های مگنزیوم با اهمیت اقتصادی

دولومیت

Dolomit: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; 13,1% Mg

دولومیت کاربنات دوتائی کلسیوم و مگنزیوم است که در طبیعت فراوان پیدا میشود. گاهگاه در آن آهن، منگان یا کوبالت نیز وجود دارد. بی رنگ، سفید خاکستری یا با رنگ های گوناگون دیده شده است. شفاف است و اکثراً نور میتواند از آن تیر شود. جلائی شیشه ئی دارد. دانه دار، توده ئی یا استوانه ئیست. میتواند بگونهء پستودومورفوزا نیز پیدا شود. رنگ خاکهء آن سفید خاکستری است. ذوب نمیشود. تنها در تیزاب های گرم منحل می گردد. به

اندازه کم در رگه ها و در سرپنتین ها موجود است. به اندازه زیاد در اثر متاسوماتوزا از آهک بوجود می آید. دولومیت در صنعت ساختمانی و در فلز سازی بکار می رود /۲ و /۵.

مگنزیت

Magnezit: $MgCO_3$; 28,7% Mg

مگنزیت کاربنات مگنزیوم از سلسله کلسیت است که با سیدریت منرال هم مانند را می سازد. مگنزیوم در آن بارها با آهن دوولانسه، منگان یا کلسیوم تعویض می گردد. از نگاه ماکروسکوپی شبیه کلسیت یا دولومیت است. میتواند بی رنگ باشد و یا هم رنگ های سفید خاکستری، زرد و یا نسواری را بخود بگیرد. شفاف است و جلائی شیشه ئی دارد. ذوب نمی شود. پودر آن در تیزاب های گرم منحل می گردد. اکثراً جزء سنگ های متامورفوزا شده منطقه ئی بوده و در اثر متامورفوزای آهک ها و دولومیت ها بوجود می آید. همچنان در اثر از هم پاشیدگی سرپنتین ها و سنگ های مگنزیوم دار شکل می گیرد. از نگاه پیدایش به دو نوع تقسیم میشود: الف) نوع کرستالی، ب) نوع توده ئی /۲ و /۵.

کرنالیت

Carnallit: $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$; 8,7% Mg

کرنالیت کلورید آبدار پتاشیم و مگنزیوم است که در آن مقداری پتاشیم با سودیم تعویض میشود. به اندازه اندک عناصر بروم، روبیدیوم، سزیوم و تالیوم را داراست. بی رنگ، سفید رنگ، زرد یا سرخ است. در خالیگاه های نمک و آنهیدریت بگونهء پراکنده شده جا دارد. مگر بیشتر لایه های مستقل را می سازد. سخت قابلیت فسفرسانس یا تابندگی فسفری را دارد (یعنی در روشنی نور را ذخیره نموده و در تاریکی آن را منعکس می سازد، این پدیده را در ساعت های دستی نیز میتوان دید). به آسانی ذوب می گردد و به آسانی در آب حل میشود. منرال مهم برای تولید مگنزیوم، پتاشیم، بروم و مرکبات آنهاست. بیشتر در آبخانه های شور پیدا میشود. نام کرنالیت از نام انجنیر معدن آلمانی تبار ر. وُن کرنال گرفته شده است /۲ و /۵.

بیشوفیت

Bischoffit: $MgCl_2 \cdot 6H_2O$; 11,9% Mg

بیشوفیت کلورید آبدار مگنزیوم از دستهء هیدروهالیت است. بی رنگ یا سفید خاکستری بوده و کرسنال های استوانه ئی آن با جلائی شیشه ئی اکثراً پوش سنگ ها را می سازند. همچنان میتواند به شکل مجموعه های دانه دار یا ورقه ئی تبارز کند. بیشوفیت در اثر منحل شدن کرنالیت در کان های نمک بوجود می آید /۲ و /۵.

کان های مگنزیوم را میتوان از نگاه استخراج صنعتی به این دسته ها تقسیم نمود /۲:

- دولومیت،

- مگنزیت،

- مگنزیوم - اوپوریت،

- شوراب ها و آب بحر.

کان های دولومیت با احجام بزرگ شان تقریباً در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرند. این دسته بگونه رسوبی وجود دارد و یا هم در نتیجه دولومیت شدن آهک ها بوجود می آید.

کان های مگنزیت همانگونه که اشاره شد، دو نوع اند:

الف) نوع کرستالی - این نوع منشاء متامورفیک یا متاسوماتیت هیدروترمال دارد و از نگاه صنعتی با ارزشتر است،

ب) نوع توده ئی یا خاکی - این نوع در اثر هواخوردگی سرپنتین ها و اینفلتراسیون مگنزیوم آزاد شده و جاگزین شدن آن در درزها شکل گرفته می گیرد.

کان های مگنزیوم - اوپوریت در برخی از کان های هالیت موجود اند. منرال های مگنزیوم دار این دسته را کرنالیت و کابینیت و بعضی اوقات پولی هالیت، لنگبینیت و شونیت تشکیل میدهند.

مقدار زیاد مگنزیوم هنگام فراوری شوراب ها و آب بحر بدست می آید. در عصر حاضر میتوان مگنزیوم را با بی نمک ساختن آب از آبخانه ها و آب بحر نیز حاصل نمود /۲.

همآمیزه ها در کان های مگنزیوم

در کان های مگنزیوم اکسید کلسیوم و کوارتز زیان مند شمرده میشوند. مثلاً در مگنزیت لازم است تا اکسید کلسیوم کمتر از ۲،۵٪ و کوارتز کمتر از ۲٪ باشد /۲.

سجه گی اقتصادی کان های مگنزیوم

استخراج مگنزیوم در صورتی میتواند اقتصادی تمام شود که مقدار اکسید مگنزیوم بیشتر از ۴۳٪ کل کان را تشکیل دهد. در باره سجه گی اقتصادی کان های دیگر مگنزیوم آماری در دست نیست /۲/.

خواص مگنزیوم

مگنزیوم فلز سفید، جلا دار و خیلی سبک است. کثافت آن ۱،۷۴، گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۶۵۰ درجه سانتی گراد تعیین شده است. میتوان آن را ماشین کاری و ریخته گری نمود. همچنان میتوان به آن شکل داد. مگنزیوم در هوای آزاد ثابت نیست /۲/.

موارد کاربرد مگنزیوم

مگنزیوم در تولید آلیاژها و جهت شکل آلیاژی دادن به فلزات دیگر – بویژه به المونیوم – استفاده می شود. آلیاژ های مگنزیوم با المونیوم، جست و منگان از محکمی و سبکی زیاد برخوردار اند. آلیاژ مگنزیوم با سربوم یا سیلیزیوم در تولید پیستون ها بکار میرود. مگنزیوم بگونهء عامل کاهش آکسیجن در جریان تولید اورانیوم، تیتانیوم و زیرکونیوم مهم است /۲/.

۲-۲-۲-۶: کان های سودیم، پتاشیم، کلسیوم، استرونیوم، باریوم و سیلیسیوم

۲-۲-۲-۶-۱: سودیم

سودیم فلزیست سفید و بسیار سبک که کثافت آن ۰،۹۷، گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۹۷،۷ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. در هوای خشک در حرارت عادی نسبتاً ثابت بوده، اما در شرایط دیگر از نگاه کیمیائی خیلی فعال است. آب را میتواند تجزیه کند و شعله ور سازد. این عنصر بیشتر در مرکبات بکار میرود. در تولید نتراتیل سرب سهم دارد. جهت تولید برخی از فلزات بحیث عنصر کاهش دهنده آکسیجن استعمال شده و مادهء خشک کننده در روغنیات ترانسفارمرهاست. از سودیم در تولید آلیاژهای سودیم و پتاشیم و همچنان در تولید چراغ ها استفاده می گردد. مهمترین منرال سودیم که اهمیت صنعتی دارد، هالیت است /۲/.

هالیت

Halit: NaCl

هالیت یا نمک طعام منبع اصلی را برای بدست آوردن سودیم و همچنان کلور تشکیل می دهد. بی رنگ بوده، اما اکثراً در آن همآمیزه هائی وجود دارند که به آن رنگ های سرخ، زرد یا آبی میدهند. جلائی شیشه ئی دارد. در آب به آسانی حل میگردد. محلول مشبوع آن به مقدار ۳۵،۹۱٪ سودیم کلورید (NaCl) دارد. خیلی نم کش است. بگونه رسوبات در بحرها و آبخانه های شور یکجا با آنهیدریت، سنگ گچ و نمک های پتاشیم پیدا میشود. سه چهارم تمام نمک هائی را که در بحرها منحل اند، هالیت تشکیل میدهد ۲/ و ۵/.

۲-۲-۲-۲-۲: پتاشیم

پتاشیم عنصریست سفید نقره ئی که در هوای آزاد به اکسید مبدل میشود. خیلی نرم و سبک است. کثافت آن ۰،۸۶ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۶۳،۵ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. هادی بسیار خوب برق شمرده میشود. آب را تجزیه نموده و شعله ور می سازد. بگونه مرکبات در صنایع کیمیائی، شیشه سازی، در تولید مواد خوراکی، در تجهیزات نظامی و برقی و همچنان در تولید آلیاژها یکجا با سودیم بکار میرود. پتاشیم پس از سودیم دومین فلز مهم با خواص القلی است. پتاشیم را میتوان از نمک های پتاشیم و مگنزیوم که در برخی از کان های هالیت تراکم میکنند، بدست آورد. منرال های مهم پتاشیم کرنالیت (۱-۲-۲-۵-۲)، کاینیت، پولی هالیت و سبیلوین می باشند ۲/.

کاینیت

Kainit: MgSO₄.KCl.3H₂O

کاینیت سولفات و کلورید پتاشیم و مگنزیوم است که دارای ۱۴٪ تا ۱۸٪ پتاشیم بوده و گاهگاه مگنزیوم آن با پتاشیم و یا سودیم تعویض میگردد. کرسنال های سفید خاکستری، زرد، خاکستری یا سرخ شفاف دارد. با جلائی شیشه ئی مجموعه های بوره مانند، تارتار و یا توده ئی را تشکیل میدهد. ندرتاً میتواند تخته ئی باشد. نم کش نیست. بگونه منرال اصلی یا فرعی با کرنالیت، نمک طعام و یا نمک های دیگر یکجا نمو می کند. در آب به آسانی حل شده و محلولی را با مزه شور و تلخ بمیان می آورد. کاینیت منرال مهم پتاشیم است و زیاد استخراج میشود ۲/ و ۵/.

پولی هالیت



پولی هالیت سولفات آبدار پتاشیم، کلسیوم و مگنزیوم است که دارای ۱۵،۶۴٪ اکسید پتاشیم (K_2O) بوده و در طبیعت با رنگ های سرخ گوشتی یا خشتی، سفید خاکستری، خاکستری و زرد پیدا میشود. شفاف است. جلائی اندک روغنی دارد. صرف بعضی اوقات برای تولید کودهای پتاشیم استخراج میشود ۲/ و ۵/.

سیلویین

Sylvin: KCl

سیلویین منرال نسبتاً فراوان از سلسله نمک طعام است که با آن هم مانند و هم نوع می باشد. ۵۲٪ پتاشیم دارد. گاهگاه در آن مقداری نمک سودیم و مگنزیوم نیز موجود است. بیشتر به شکل دانه دار و توده ئی پیدا میشود. ندرتاً شکل تیغه ئی دارد. لایه های کامل را میسازد. بی رنگ، سفید خاکستری، زرد و یا سرخ است. شفاف بوده و جلائی شیشیه ئی دارد. در مقایسه با نمک طعام کمتر شکننده است. در حرارت ۷۹۰ درجه سانتی گراد ذوب می گردد. در آب حل شده و محلولی را با مزه شور و تلخ تشکیل می دهد. در کان های نمک پیدا میشود، میتواند در آنها سنگ مستقل را بنام سیلویینیت بسازد. به مقدار اندک در اثر سوبلیماسیون در همسایگی فوماروله ها نیز شکل می گیرد (سوبلیماسیون روندی را مینامند که در جریان آن ماده جامد بدون اینکه به مایع تبدیل شود، شکل گاز را اختیار می کند). نام این منرال از نام ف. سیلویا، پزشک هالندی که به کیمیا مهارت داشت، گرفته شده است. سیلویین را سیلوییت و لئوپولیت نیز می نامند ۲/ و ۵/.

۳-۶-۲-۲-۲: کلسیوم

کلسیوم فلز سفید، سبک و خیلی نرم است که به دسته الفلی ها تعلق می گیرد. کثافت آن ۱،۵۵ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۸۱۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. در هوای آزاد زود به اکسید میدل میشود. آب را تجزیه می کند. فلز کلسیوم جهت کاهش آکسیجن و جذب سلفر در فولادسازی، تولید نیکل، مس و آلیاژها مورد استفاده قرار می گیرد. بگونه ماده خشک کننده در تولیدات عضوی و در روغنیات ترانسفارمرها مفید است. همچنان برای افزایش مقاومت مگنزیوم در برابر آتش بکار می رود.

منرال هائی که از آنها کلسیوم بدست می آید، زیاد اند. بگونه مثال میتوان از کلسیت، دولومیت، فلوریت، سنگ گچ، آپاتیت و غیره نام برد ۲/.

کلسیت و کوآرتز دو منزالی هستند که در طبیعت از همه بیشتر پیدا میشوند. کلسیت عضو اصلی سلسله منرال های هم مانند را تشکیل میدهد که کاربنات ها از آن ساخته میشوند. بارها در آن هم آمیزه های هم مانند مثل مگنزیوم، آهن دوولانسه، جست، کوبالت، باریوم، سرب، استرونیوم و غیره جا می گیرد. با این منرال اکثراً هماتیت، لیمونیت، مواد کاربن دار و حتی ۸۵٪ ریگ پیدا می شود. تاکنون بیش از ۷۰۰ شکل کرسطالی کلسیت شناسائی گردیده است. در طبیعت اکثراً به شکل دانه دار، توده ئی و ندرتاً به شکل مجموعه های تاردار وجود دارد. شفاف است، مگر ناشفاف نیز میتواند باشد. رنگ خاکه سفید خاکستری دارد و با رنگ های گوناگون که نتیجه مخلوط شدن آن با هم آمیزه هاست، پیدا میشود. بیشتر رنگ های روشن را بخود گرفته و با رنگ های تاریک تا سیاه کمیاب است. شکننده و نسبتاً لشم است. بسیار به دشواری ذوب می گردد. در اسید هیدروکلوریک رقیق حتی به شکل سرد به آسانی حل میشود. هرگاه منگان داشته باشد، توانائی فوسفورسنس و فلورسنس را میتوان در آن دید (فوسفورسنس و فلورسنس دو حالت لومینیسنس اند. لومینیسنس پدیده ای را مینامند که در نتیجه تأثیر نور بر برخی مواد اتم های مواد تحریک شده و هنگام بازگشت به حالت عادی خود نور را واپس منعکس می سازند و روشنائی تولید می کنند. انعکاس نور میتواند تنها هنگام تابش نور بر ماده صورت بگیرد و یا هم پس از دور شدن منبع تابش همچنان دوام کند. حالتی را که انعکاس نور پس از دور نمودن منبع تابش از بین میرود، فلورسنس مینامند. حالتی که انعکاس نور پس از دور شدن منبع نیز دوام میکند، فوسفورسنس نامیده میشود). کلسیوم در طبیعت از محلول ها حتی در حرارت های کم - تا ۳۰ الی ۳۵ درجه سانتی گراد - بوجود می آید. کرسطال های آن در اکثر رگه های هیدروترمال، خالیگاه های سنگ های آذرین با بافت بادام گونه، در کان های تماسی، در متامورفیت ها و در رسوبات پیدا می شوند. به شکل دانه دار یا توده ئی شمار زیاد سنگ های یک منزالی (مونومنرالی)، رسوبی یا متامورفوزاشده ای را که اصل ارگانیک دارند، در تمام تشکیلات جیولوجیکی می سازد. در مناطق کارست شکل استلکتیت ها (چکیده ها) را بخود می گیرد. در آب های شیرین به کمک نباتات از آن تراورترین بوجود می آید. جعبه بسیاری حیوانات بحری از کلسیوم ساخته شده است. کلسیوم جزء مهم اسکلت حیوانات مهره دار (ستون فقرات دار) است. از برخی نباتات آبی نیز ترشح می کند /۵/.

Fluorit: CaF₂

فلوریت معمولاً شفاف است. هم بی رنگ پیدا می شود و هم رنگ های گوناگون از قبیل بنفشه ئی، آبی، سبز و ندرتاً گلآبی را بخود می گیرد. بیشتر کرسنال های کامل را می سازد و در مجموعه های دانه دار، توده ئی و یا تیغه ئی وجود دارد. شکننده است. توانائی خوب تورق را دارد و نور از آن میتواند تیر شود. جلای شیشه ئی دارد. هنگام تراشیدن بی رنگ است و یا مانند لکه ها رنگ گوناگون را بخود می گیرد. کرسنال های رنگین آن – بویژه پس از گرم شدن – توانائی فلورسنس را دارا اند. برق را هدایت نمی کند. به دشواری ذوب می گردد. بعضی اوقات رادیواکتیو است و هنگام تعامل با سولفوریک اسید، هیدروجن فلورید را آزاد می کند. فراوانترین مرکب طبیعی فلور است. بارها در صنایع استفاده میشود. بیشتر در کان های کاسیتریت، رگه های منرال های فلزات، در خالیگاه های پگماتیت ها و گرانیت ها، در رگه های کوارتز و همچنان بگونهء مشبوع در برخی رسوبات وجود دارد /۵/.

سنگ گچ

Gypsos (Gypsum): CaSO₄.2H₂O

سنگ گچ سولفات آبدار کلسیوم است که در آن کلسیوم بعضی اوقات با باریوم یا استرونیوم تعویض می گردد. **همنوع** بروشیت و فارمکولیت بوده و با ساختار لایه مانند، فراوان ترین سولفاتی است که در طبیعت کشف شده است. معمولاً **بی رنگ** یا سفید است، مگر در نتیجهء تأثیر همآمیزه ها میتواند **رنگ های** گوناگون را بخود بگیرد. شفاف است. نور از آن میتواند بگذرد. **جلای** شیشه ئی تا مرواریدی دارد. کرسنال های آن بیشتر تجمعات گل مانند را می سازند و بعضی اوقات خیلی بزرگ اند. هادی خوب حرارت نیست. در آب به اندازهء بسیار ناچیز و در تیزاب ها به بسیار دشواری حل می گردد. در محلول داغ نمک طعام به آنهیدریت تبدیل میشود. خود این منرال در حقیقت آنهیدریت آبدار است. در کان های نمک با آنهیدریت و نمک های پتاشیم همراهی می گردد. بگونهء گره ها در **سنگ های خاکی** و در **تخته سنگ های خاکی** در اثر از هم پاشیدگی پیریت بوجود می آید. در رگه های منرال های فلزی پیدا میشود و همچنان در بیابان ها بگونهء *گل های صحرائی* نیز وجود دارد. سنگ گچ در تولید سمنت، در کشاورزی (برای بهتر ساختن کیفیت زمین) و در تولید گچ بکار میرود. کان های آن نسبتاً فراوان استند و تقریباً در همه کشورها پیدا میشود /۵/.

آپاتیت

Apatit: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

آپاتیت فسفات کلسیم است که در آن مقداری فلور، کلور و یا رادیکال هیدروکسیل وجود دارد و از همین بابت با نام های فلورآپاتیت (دارای فلور)، کلورآپاتیت (دارای کلور) و هیدروکسیل آپاتیت (دارای رادیکال هیدروکسیل) در منابع علمی یاد میشود. در ضمن مقدار کم کلسیم در آن میتواند با منگان دوولانسه (آپاتیت منگاندار)، استرونیوم، مگنزیوم، آهن دوولانسه، سودیم، پتاشیم (دهرنیت، لویستونیت) یا توریوم تعویض گردد. در نتیجه این تعویض ها آپاتیت رنگ های گوناگون را بخود می گیرد. میتواند بی رنگ، سبز زرد، بنفش و یا سبز آبی (موروکسیت) باشد. زیر میکروسکوپ بی رنگ یا زرد خیره به نظر می رسد. هنگام تراشیدن بی رنگ بوده و یا هم رنگ های گوناگون ضعیف نامرتب را بخود می گیرد. رنگ خاکه آن سفید خیره است. شفاف است، مگر اکثراً سیمای ابری و جلائی روغنی دارد. خیلی شکننده است. در طبیعت نسبتاً فراوان پیدا میشود. بارها جزء اکسیسوریک سنگ های آذرین، متامورفیت ها یا سنگ های رسوبی است. در پگماتیت ها نیز وجود دارد. میتواند در روند متاسوماتوزا سنگ آهک را فشرده و کان مستقل را بسازد. کان های آپاتیت بیشتر از بابت داشتن فاسفور در کشاورزی، فلزسازی و غیره اهمیت دارند /۵/.

۴-۶-۲-۲: استرونیوم

استرونیوم فلز سفید و سبکی است که کثافت آن ۲،۵۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۸۰۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. با اکسیجن و آب زود تعامل می کند. بگونه فلز خالص تقریباً هیچ مورد استفاده قرار نمی گیرد. مگر از نمک های آن در آتش بازی (پیروتخنیک) و از سولفید آن در لوازم آرایش و در تولید لومینوفور کار گرفته می شود. رابطه نزدیک با باریوم و کلسیم دارد. در روندهای درون زاد جیولوجیکی در کاربناتیت ها و سیئیت ها تراکم می نماید. نقش بیشتر اقتصادی را تجمع این منرال در کان های سلفر و در لای سنگ های آهک و خاک های آهکدار بازی می کند. منرال های سیلستین و استرونیانیت کان های اصلی استرونیوم شمرده میشوند /۲/.

سیلستین

Celestin: SrSO_4 ; 56,4% SrO

سیلستین از سلسله باریت است که مقدار کمی کلسیم و یا باریوم دارد. **همنوع** باریت است. بی رنگ، سفید خاکستری، زرد، بعضی اوقات آبی و ندرتاً سبز یا سرخ پیدا می شود. تنها در سلفوریک اسید غلیظ منحل میگردد. به اندازه باریت در طبیعت فراوان نیست. در رگه های هیدروترمال، در درزهای سنگ آهک، بگونه گره ها در خاک های آهکدار و در سنگ گچ

جا دارد. سلسنتین منرال اصلی برای بدست آوردن استرونیوم است. برخلاف استرونیانیت، کان های سلسنتین نسبتاً زیاد اند و با حجم های بزرگ پیدا میشوند. کان های سلسنتین را میتوان به چهار شکل یافت نمود:

- بگونه ماده اضافی در رگه ها یکجا با گالینیت، اسفالریت، باریت و کلسیت،

- بگونه لایه های رسوبی با سنگ گچ، نمک طعام و غیره،

- بگونه پراکنده شده در سنگ های آهک یا بگونه ماده پراکنده در خالیگاه ها،

- یکجا با سلفر در مناطق آتشفشان خیز /۲/.

استرونیانیت

Stroncianit: SrCO_3 ; 70,3% SrO

استرونیانیت از سلسله آراگونیت است و **همنوع** آن محسوب میشود. از نگاه میکروسکوپی به آراگونیت شباهت دارد. معمولاً **بی رنگ** یا سفید خاکستری است، مگر با **رنگ های** زرد و سبز نیز پیدا میشود. شفاف است. **جلای** شیشه ئی دارد. کرسنال های استوانه ئی یا سوزن مانند را می سازد. تنها از اطراف خود ذوب می گردد. به شعله آتش رنگ سرخ میدهد. در تیزاب های گرم جوش خورده، منحل میشود. در برخی رگه های کان های فلزی بگونه منرال جوانتر شکل می گیرد. در رسوبات به شکل مستقل نیز پیدا میشود. در حرارت های پائینتر بوجود می آید. منرال مهم استرونیوم است و بعضی اوقات جهت استفاده در صنایع کیمیائی استخراج میشود /۲ و ۵/.

۵-۶-۲-۲: **باریوم**

باریوم فلز جلا دار و زرد رنگ است که در هوای آزاد رنگ خاکستری را بخود می گیرد. کثافت آن ۳,۵ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۸۵۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. در هوای آزاد به اکسید مبدل میشود. آب را تجزیه می نماید. مرکبات محلول شذنی آن زهرناک اند. بگونه فلز خالص موارد استفاده محدود دارد. بیشتر بگونه مرکبات در صنایع کیمیائی بکار میرود. از نگاه استخراج مهمترین منرال های باریوم را باریت و وایتربیت تشکیل میدهند /۲/.

باریت

Baryt: BaSO₄; 65,7% BaO

باریت در طبیعت خیلی فراوان است. گاهگاه در آن استرونیوم، کلسیوم یا سرب وجود دارد. کرسنال های شفاف یا ابری را می سازد. رنگ های گوناگون دارد. اکثراً روشن، زرد، سرخ، آبی و خاکستری است. ندرتاً دارای مواد کاربونی بوده و رنگ سیاه را بخود می گیرد. صرف می تواند در سلفوریک اسید متراکم حل شود. در بسیاری رگه های هیدروترمال وجود دارد. در رسوبات گره ها و سیمنت ها را میسازد (سیمنت جزء کیمیائی رسوبات کلاستیک است که پس از بمیان آمدن رسوب در بین دانه ها و در خالیگاه های آن جا می گیرد. از نگاه ترکیب منرالی و از نظر جای پیدایش به دسته های گوناگون تقسیم میشود). اکثراً کلسیت را فشرده و جایش را اشغال می نماید، در حالیکه خود میتواند ذریعه کوارتز فشرده شود و پسندومورفوزا های جالب را بسازد /۲ و /۵.

وایتريت

Witherit: BaCO₃; 77,7% BaO

وایتريت منرالی است از سلسله ارگونیت که در بعضی مناطق فراوان پیدا می شود. هم نوع ارگونیت است. بارها مجموعه های انگوری، گرده ئی، اشعه ئی و ورقه ئی را می سازد. بی رنگ، سفید خاکستری، خاکستری یا زرد است. شفاف بوده و جلائی شیشه ئی دارد. به آسانی ذوب می گردد. در کان های سرب یافت میشود. نام این منرال از نام منرال شناس و فزیکدان انگلیسی و. وایتزینگ گرفته شده است /۲ و /۵.

۶-۶-۲-۲-۲: سیلیسیوم

سیلیسیوم عنصر ناشفاف است و جلائی فلزی دارد. سبک است. کثافت آن ۲,۳۳ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۱۴۱۳ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. هادی بد حرارت بوده و خاصیت نیمه هادی برق را دارد. با بسیاری فلزات ریختانده میشود. بگونه پوش نگهدارنده بر روی فلزات آهنی بکار می رود. با آهن مرکبی را بنام فروسیلیسیوم می سازد و جهت دس اکسیداسیون آهن و فلزات دیگر استفاده میشود. مونوکرسنال های خالص آن بگونه نیمه هادی برق در الکتروتخنیک بکار می رود. از مرکبات سیلیسیوم جهت بلند بردن مقاومت تکه، کاغذ و سرامیک کار گرفته میشود. در تولید سیلیکون نیز حائز اهمیت است. این عنصر بیشتر از کوارتز بدست می آید /۲.

کوارتز (سیلیکا)

Silica: SiO₂

کوارتز در کنار فلدسپارها از فراوانترین منرال های روی زمین است. دو نوع دارد. نوع الفا و نوع بتا. نوع الفای آن فراوانتر است و در حرارت های پائینتر وجود دارد. زمانی که حرارت به بیشتر از ۵۷۳ درجه سانتی گراد بالا برود، نوع الفا به نوع بتا تبدیل میشود که در طبیعت کمیاب تر است و آن را **کوارتز بالاتر** می نامند.

کوارتز اکثراً **بی رنگ** یا سفید خاکستری است. با **رنگ های** گوناگون - نسواری، سیاه، بنفش، سرخ و غیره - نیز یافت میشود. زمانی که بر آن اشعه رادیواکتیو اثر نماید، نوع های رنگین کوارتز - مثلاً موریون و آمیتیست - به وجود می آیند. با **جلای** شیشه ئی اش توجه بیننده را بخود جلب می کند. میتواند شفاف یا ابری باشد. کرسنال های آن بارها کج و معوج شده و مقداری رُوتیل، کلوریت، مُوسکُوویت، آزبست و غیره را در خود جا می دهند. حتی در آن میتواند حباب یا گاز جا بگیرد. در حرارت ۱۶۵۰ درجه سانتی گراد ذوب می گردد. صرف در تیزاب هیدرو فلوریک حل میشود. به انواع رنگین و گوناگون - بلور، کوارتز شیری، موریون، امتیست، سیتیرین، کالسون، آگات (عقیق)، اونیکس (عقیق)، کارنئول، یشم (جاسپر) - وجود دارد. جزء عمده بسیاری از سنگ ها و رسوبات (ریگ و جعل) را تشکیل می دهد. رگه های مستقل را نیز می سازد. آن انواع کوارتز که سنگ های قیمتی و گرانبها را تشکیل میدهند، ساختار ماکروکرسنالی (بلور، امتیست، سیتیرین، موریون و غیره) یا کریستوکرسنالی (آگات، اونیکس، کارنئول، کالسون، جاسپر و غیره) دارند. بگونه سنگ زینتی، سنگ قیمتی (گرانبها)، در تولید تجهیزات نوری و در رادیوتخنیک بکار می رود. از نگاه صنعتی بیشترین اهمیت را در تجهیزات نوری و الکتروتخنیک دارد /۲ و /۵.

۲-۲-۳: فلز های غیر آهنی کمیاب

در این دسته منرال های غیر آهنی سنگینی قرار دارند که - اگر چه کان های مستقل را می سازند - **سچه گی** اقتصادی شان خیلی کم (از صفر اعشاریه صفر چند صدم تا صفر اعشاریه چند صدم) است. سیماب، بیسموتیوم، قلع، ولفرامیوم، مولیبدنوم، نیوبیوم - تننتال، زیرکونیوم - همه فلزاتی اند که به این دسته تعلق می گیرند /۲.

۱-۳-۲-۲: کان های سیماب

منرال هائی که میتوان از آنها سیماب را بدست آورد، این ها اند: سیناباریت، متاسیناباریت، سیماب خالص، شواتزیت، لیوینگستونیت، کوردرویت، کالومل. کان های یک فلزی (مونومتالیک) یا چند فلزی (پولی متالیک) که دارای سیناباریت یا متاسیناباریت استند و با سیماب خالص همراهی میشوند، مهمترین کان های سیماب را تشکیل میدهند. از انواع دیگری که با اهمیت اند، میتوان کان های چند فلزی را نام برد که در آنها شواتزیت وجود دارد /۲/.

سیناباریت

Cinabarit: HgS; 86,2% Hg

سیناباریت از زمره آن منرال هائیست که انسان ها خیلی زود با آنها آشنا شدند. در سال ۳۱۵ پیش از میلاد تنو فراسات از آن سخن گفته است. این منرال مهم سیماب اکثراً مجموعه های دانه دار را می سازد، مگر بصورت پوش منرال های دیگر و یا به شکل خاکی نیز پیدا میشود. رنگ سرخ درخشانی دارد که گاهگاه تا خاکستری تغییر می کند. رنگ خاکه آن قرمزی است. هرگاه حرارت داده شود، سیماب فلزی و سلفر از آن بدست می آیند. در طبیعت اغلباً منرال اولیه ای را تشکیل میدهد که در نتیجه کرسنال بندی محلول ها و سولفید ها بوجود آمده است. بیشتر بگونه رگه ها در سنگ های ریگی، خاک های آهکدار و یا در سنگ های آهک پیدا میشود /۲/ و /۵/.

متاسیناباریت

Metacinabarit: HgS; 86,2% Hg

متاسیناباریت منرال مکعبی کمیاب است که از سیناباریت با ساختار کرسنالی خود تمیز میشود. به سلسله اسفالریت تعلق می گیرد. رنگ سیاه دارد. ناشفاف است. جلای فلزی دارد. در ساحه اکسیدی برخی از منرال های سیماب پیدا شده و با گذشت زمان به سیناباریت که ثابت تر است، مبدل می گردد. معمولاً با سیناباریت مخلوط است /۲/.

شواتزیت

Schwartzit: (CuFe)₁₂Sb₄S₁₃; Hg<17%

شواتزیت نوعی از تترادریت است که تا ۱۷٪ سیماب دارد. تترادریت در بخش مس تشریح شده است.

Livingstonit: HgSb_4S_8 ; 22% Hg

لیوینگستونیت در بخش انتیمون تشریح شده است. در اینجا تنها میتوان افزود که لیوینگستونیت تقریباً ۲۲٪ سیماب دارد /۲/.

کوردرویت

Corderoit: $\text{Hg}_3\text{S}_2\text{Cl}_2$; 82% Hg

کوردرویت منرال کمیاب است که نزدیک به ۸۲٪ سیماب دارد. رنگ آن از نسواری گرفته تا سیاه تغییر میکند. ندرتاً رنگ های گلابی یا زرد را نیز بخود می گیرد. میتوان به گونه دانه دار به تنهایی پیدا شود و یا یکجا با سیناباریت شکل بگیرد. این منرال برای نخستین بار در سال ۱۹۷۴ میلادی در ایالت نوادا در امریکا شناسائی شد. در آنجا در سنگ های رسوبی دوره میوسین بالائی در ناحیه های با ضخامت ۵ تا ۷ متر قرار داشت. نام کوردرویت نیز از نام معدن قدیمی این منطقه که کوردرُو خوانده میشد، گرفته شده است /۲/ و /۸/.

کالومل

Kalomel (Calomel): Hg_2Cl_2 ; 85% Hg

کالومل کلورید کمیاب سیماب است که به دو نوع الفا و بتا دسته بندی میشود. نوع الفای آن در حرارت ۱۲۶ درجه سانتی گراد به نوع زرد بتا مبدل می گردد. رنگ های خاکستری، زرد و یا زرد خاکستری دارد. جلای آن الماسی است. در تیزاب سلطانی حل میشود. خیزگاه های کالومل را باید در جاهائی جستجو نمود که سیماب موجود باشد /۲/ و /۵/.

از نگاه صنعتی میتوان کان های سیماب دار را به این دسته ها تقسیم نمود:

- کان های تله ترمال استراتی دپندنت،
- کان های هیدروترمال زیراتشفشانی (سُوب وُلکانیک)،
- کان های هیدروترمال پلوتونیک،
- کان های باقیمانده (رزیدوال).

کان های تله ترمال استراتی دپندنت سیماب در کمربندهای جیوسینکلینال و در پلت فورم ها یا بسترهای فعال وجود دارند. بگونه ایکه کان ها در سنگ های ریگی، سنگ های گلی، کوارسیت ها، سنگ های آهک و در سنگ های رسوبی دیگر جاگزین شده اند و بیشتر با سنگ های همراه کونفورم (همگون، هم شکل) بوده و شکل عدسی بخود می گیرند. به اندازه اندک میتوانند ناکونفورم (ناهمگون، ناهم شکل) نیز باشند و شکل های رگه ئی را اختیار نمایند. منرال اصلی این دسته را سیناباریت که گاهگاه کم و بیش با انتیمونیت همراهی میشود، تشکیل میدهد. از منرال های فرعی دسته میتوان رئالگار، اوری پیگمنت و سولفیدهای آهن، سرب، جست و مس را نام برد. افزون بر فلزات، منرالهای غیر فلزی مانند کوارتز، کلسیت، دیکیت و فلوریت نیز در این دسته کان ها منرال های سیماب را همراهی می کنند. بر اساس ساختار منرالی، کان های تله ترمال استراتی دپندنت سیماب به این بخش ها تقسیم میشوند:

الف) کان های کوارتز - دیکیت - سیماب،

ب) کان های کوارتز - فلوریت - انتیمون - سیماب،

ج) کان های کاربنات - سیماب،

د) کان های مگنزیم - کاربنات - سیماب،

ل) کان های باریت - سیماب.

پیدایش و طرز شکل گیری فلزات در این کان ها تا کنون درست آشکار نیست. چنین پنداشته میشود که الف، ب) و ج) انواع غیرمگماتیک بوده و به احتمال قوی در اثر فعالیت های هیدروترمالی زمین شکل گرفته اند، در حالیکه دو نوع اخیر (د، ل) در کامپلکس های آتشفشان - رسوبی وجود دارند و احتمالاً در اثر تغییر سنگ های آتشفشان - رسوبی ساخته شده اند /۲/.

کان های هیدروترمال زیرآتشفشانی (سُوب وُلکانیک) سیماب در نُو وُلکانیت های نوع اندزیت - ریولیت پیدا میشوند (نُو وُلکانیت ها سنگ های آذرینی استند که پس از دوره تباشیر بوجود آمده اند). اجسام منرالی این کان ها شکل های رگه ئی، استوانه ئی، کاشانه ئی، عدس مانند و حتی پهناور را می سازند. جاگزین شدن اجسام منرالی به چگونگی ساختار آتشفشانزاد کامپلکس های سنگ های همراه بستگی دارد. ترکیب منرالی این کان ها گوناگون است. در پهلو منرال اصلی که سیناباریت به همراهی مَناسیناباریت و سیماب خالص یافت می شود، منرال های مانند رئالگار، اوری پیگمنت، آنتیمونیت، مرکزیت، پیریت، آرگنیت (ارجنتیت)، پیرارگریت، اسفالریت، کالکوپیریت، طلای خالص، اوپال، آلونیت، کاولینیت، سلفر، سنگ گچ، باریت و غیره در آن ها وجود دارند /۲/ و /۵/.

در کان های هیدروترمال پلوتونیک سیماب طرز پیدایش فلزات چندان آشکار نیست. از اینرو نمیتوان آنها را به صنفی نسبت داد. در چین خوردگی هائی که با مگماتیزم عمیق ارتباط دارند، پیدا می شوند. افزون بر این، میتوانند کان های هیدروترمال متامورفیک را بسازند. منرال های اصلی این دسته را سیناباریت و شواتزیت تشکیل میدهند، بگونه ای که کان ها اکثراً چند فلزی اند و در آن ها مس، آهن، جست، نقره، طلا، ونادیوم، ارسنیوم و غیره نیز وجود دارند. رگه های سیمابدار این کان ها را کوارتز، کاربنات ها، باریت و گاهی هم باریت می سازد. رگه ها به شکل زون های عمودی قرار دارند، سیماب در آن ها بیشتر در بخش های بالائی جاگزین میشود و با افزایش عمق، مقدار سیماب کاهش می یابد /۲/.

کان های باقیمانده (رزیدوال) سیماب خیلی کمیاب اند. سیناباریت که منرال اصلی این دسته است، از نگاه کیمیائی مقاوم بوده و در اثر هواخوردگی میتواند تنها در شرایط خیلی مناسب در پوش های هواخورده کاربنات ها که یکجا با گل های باقیمانده (رزیدوال) و هیدروکسیدهای آهن و منگان شکل می گیرند، پیدا شود /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های سیماب

سجه گی اقتصادی منرال های سیمابدار بگونه اوسط نزدیک به ۰،۱٪ است. کان هائی را که از ۱٪ سیماب بیشتر دارند، کان های غنی و کان هائی را که کمتر از ۰،۲٪ سیماب داشته باشند، کان های فقیر می نامند /۲/.

خواص سیماب

سیماب فلز جلا دار با رنگ سفید نقره ئی بوده و دارای کثافت ۱۳،۵۵ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۳۸،۸۷- درجه سانتی گراد می باشد. با فلزات دیگر آمالگام ها را میسازد. هادی خوب برق است و در حرارت قابلیت خوب انبساط را دارد. بخار سیماب زهرناک است /۲/.

موارد کاربرد سیماب

سیماب بیشتر برای تولید حرارت سنج ها (ترمامترها) و فشارسنج ها (بارومترها)، در صنعت الکتروتخنیک، در طبابت، در تولید آمالگام ها، در فرآوری منرال های فلزی گرانبها، در تولید گیرانه ها (وسائل محرک انفجار)، در پولی گرافی و غیره موارد بکار میرود /۲/.

۲-۳-۲: کان های بیسموتیوم

بیسموتیوم را میتوان بیشتر در کان های **چند فلزی** جستجو نمود. معمولاً در این نوع کان ها منرال های بیسموتیوم دار و حتی بیسموتیوم خالص پیدا میشود. بیسموتیوم را میتوان از این منابع بدست آورد:

بیسموتین (بیسموتینیت)

Bismutin (Bismutinit): Bi_2S_3 ; 81,3% Bi

بیسموتین یا بیسموتینیت منرالیست که در طبیعت نسبتاً کمتر دیده میشود. به سلسله انتیمونیت تعلق می گیرد و شبیه و هم‌نوع انتیمونیت است. کرسنال های آن به شکل های استوانه ئی، سوزن مانند، ورقه ئی یا مجموعه های دانه دار پیدا میشوند. **جلای** سخت فلزی دارد. رنگ آن سفید قلعی، خاکستری سرب مانند و یا زردگونه است. به بسیار آسانی ذوب میشود (حتی در حرارت شمع میتوان آن را ذوب نمود). در نیتزیک اسید داغ منحل می گردد /۲ و /۵.

ویتخیخت

Wittichenit: Cu_3BiS_3 ; 42,2% Bi

ویتخیخت سولفید کامپلکس مس و بیسموتیوم است که بیشتر بگونه مجموعه های دانه دار یا توده ئی و با رنگ خاکستری تاریک فلزی پیدا میشود. رنگ **خاکه** سیاه و **جلای** فلزی دارد. ناشفاف است. کرسنال های استوانه ئی یا سوزن مانند را میتواند بسازد. کرسنال های تخته شکل آن کمیاب اند. از نگاه ماکروسکوپی به بُورنونیت شباهت دارد. به آسانی ذوب میشود. در هیدروکلوریک اسید منحل گشته و سلفر را آزاد می کند. در کان های مس اکثراً با کولین یکجا است. نام این منرال از ویتخیخت گرفته شده است. ویتخیخت نام منطقه ایست که در آلمان قرار دارد /۲ و /۵.

تترادیمیت

Tetradymit: $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$; 59,3% Bi

تترادیمیت سولفید و تلوئید بیسموتیوم است که در پهلوی تقریباً ۵۹٪ بیسموتیوم، ۳۳٪ تا ۳۵٪ تلوئور نیز دارد. کرسنال های خاکستری سرب مانند روشن، سفید قلعی، زردگونه تا تاریک را میسازد. رنگ **خاکه** آن خاکستری خیره است. **جلای** فلزی دارد. به آسانی ذوب میشود. معمولاً در خاستگاه های طلا یکجا با تلوئید موجود است /۲ و /۵.

گالَنو بیسموتیت

Galenobismutit: $PbBi_2S_4$; 55,5% Bi

گالَنو بیسموتیت سولفید کامپلکس سرب و بیسموتیوم است که با رنگ های خاکستری سرب مانند تا سفید فلعی و با جَلائی فلزی پیدا میشود. بیشتر شکل استوانه ئی و سوزن مانند را بخود می گیرد. کرسنال های شعاع مانند یا توده ئی را می سازد. ندرتاً میتواند پهناور و تخته مانند نیز باشد. در رگه های هیدروترمال در نقاط مختلف جهان موجود است /۲ و /۵.

کوسالیت

Cosalit: $Pb_2Bi_2S_5$; 42,1% Bi

کوسالیت سولفید کامپلکس سرب و بیسموتیوم از سلسله گالَنو بیسموتیت بوده و بیشتر به شکل شعاع مانند یا توده ئی مشهور است. همچنان کرسنال های خراشیده شده و استوانه ئی را با رنگ خاکستری سرب مانند و جَلائی فلزی میسازد. رنگ خاکهء سیاه دارد. به آسانی ذوب میشود. شکننده است. در هیدروکلوریک اسید منحل می گردد /۲ و /۵.

آیکینیت

Aikinit: $PbCuBiS_3$; 36,3% Bi

آیکینیت سولفید کامپلکس سرب، مس و بیسموتیوم است و منرال اصلی سلسله آیکینیت را تشکیل می دهد. مجموعه های توده ئی یا کرسنال های سوزن مانند، استوانه ئی و خراشیده شده آن رنگ خاکستری سرب مانند تاریک دارند که مائل به رنگ مسی یا زرد است. جَلائی فلزی دارد. ناشفاف است. به آسانی ذوب میشود. در نیتریک اسید منحل می گردد. این منرال را بنام پاترینیت نیز یاد می کنند /۲ و /۵.

بیسمیت

Bismit: Be_2O_3 ; 89,6% Bi

بیسمیت منرالیت که به اکسیدها تعلق می گیرد. با رنگ های زرد کهربائی، خاکستری سفید و خاکستری در طبیعت پیدا میشود. رنگ خاکهء آن زرد خاکستری تا زرد روشن است. جَلائی الماسی دارد. شفاف یا نیمه کدر است. مقناطیسی نیست /۲ و /۸.

بیسموتیت

Bismutit: $\text{Bi}_2(\text{CO}_3)_2\text{O}_2$; 80,0% Bi

بیسموتیت اکسید - کاربنات بیسموتیوم است و به سلسله فوسگنیت (یا فوسجنیت) تعلق می گیرد. معمولاً مجموعه های خاکی یا انگوری را می سازد. رنگ زرد یا سبزگونه دارد و در کان های از هم پاشیده بیسموتیومدار خیلی فراوان پیدا میشود. بارها در اثر پسئودومورفوزای بیسموتینیت بوجود می آید /۲ و /۵.

بیسموتیوم خالص

Bismut: Bi; 100% Bi

بیسموتیوم خالص به سلسله آرسینیوم تعلق دارد. ندرتاً کرسنال های سفید نقره ئی را می سازد که تمایل به رنگ زرد یا گلابی دارند. مگر بیشتر مجموعه های بافت خورده، تودار و دندرتیک را تشکیل میدهد. جلائی آن فلزی است. به آسانی می شکند. رنگ خاکه آن خاکستری سرب مانند است. در حرارت ۲۸۰ درجه سانتی گراد ذوب میشود و به زغال هنگام حرارت دادن رنگ لیموئی می دهد. در نیتریک اسید منحل می گردد. در رگه های هیدروترمال کوبالتونیکل یکجا با نقره فراوان است. از بیسموتیوم خالص در تولید آلیاژهای فلزی که به آسانی ریختانده می شوند، کار میگیرند /۲ و /۵.

بصورت عموم میتوان گفت که بیسموتیوم بگونه صنعتی در این نوع کان ها استخراج میشود /۲:

- کان هایی که بیسموتیوم در آن ها همآمیزه را تشکیل میدهد،

- کان های هیدروترمال بیسموتیوم.

کان هایی که بیسموتیوم در آن ها همآمیزه را تشکیل میدهد، از نگاه طرز پیدایش رنگارنگ اند. از کان های پلوتونیک و زیرآتشفشانی (سوب ولکانیک) گرفته تا اسکارن ها، گریسن ها و کان های پورفیری، همه و همه در این دسته شامل اند. بیسموتیوم در آن ها معمولاً به شکل همآمیزه بیسموتین و بیسموتیوم خالص موجود است. بر بنیاد برخی تخمین ها از این نوع کان ها نزدیک به ۸۵٪ تا ۹۰٪ تولیدات جهانی بیسموتیوم تأمین میشود. بصورت فشرده میتوانیم بگوئیم که بیسموتیوم در کان های زیر همآمیزه ها را می سازد:

الف) کان های چند فلزی (پولی متالیک) سرب - جست (جمع یا منفی مس) - مهمترین منبع بیسموتیوم را تشکیل میدهند، نزدیک به ۳۵٪ تا ۴۰٪ تولیدات جهانی بیسموتیوم از همین منبع تأمین میشود، مقدار بیسموتیوم در این نوع کان ها ۰،۰۰۰۲٪ تا ۰،۰۴٪ است،

ب) کان های پورفیری مس یا کان های نوع کیز - مقدار بیسموتیوم در آن ها ۰،۰۰۱٪ تا ۰،۰۵٪ است، تقریباً ۲۵٪ تولیدات جهانی بیسموتیوم از این منبع بدست می آید،

ج) کان های طلا (جمع نقره) با همآمیزه بیسموتیوم - ازنگاه تولید بیسموتیوم اهمیت کم دارند، مقدار بیسموتیوم در آن ها ۰،۰۰۱٪ تا ۰،۱٪ است، نزدیک به ۱۰٪ تولیدات جهانی بیسموتیوم را تأمین می کنند،

د) کان های نوع اسکارن و گریسن و لفرامیت و شیلیت - ازنگاه تولید بیسموتیوم اهمیت کم دارند، مقدار بیسموتیوم در آنها ۰،۰۰۱٪ تا ۰،۱٪ است، ۱۰٪ تا ۱۵٪ تولیدات جهانی بیسموتیوم از آن ها بدست می آید،

ل) کان های قلع (جمع یا منفی و لفرامیوم) - ازنگاه تولید بیسموتیوم اهمیت ناچیز دارند،

م) کان های چند فلزی (پولی متالیک) پنج عنصری (نقره - اورانیوم - نیکل - کوبالت - بیسموتیوم) - بیشتر از ۰،۲٪ بیسموتیوم دارند، در تولیدات جهانی بیسموتیوم سهم شان خیلی ناچیز است (شاید ۱٪).

کان های هیدروترمال بیسموتیوم را کان های رگه ئی و یا متاسوماتیت تشکیل می دهند که معمولاً در آنها منرال های بیسموتیوم یکجا با پیرهوتین و ارسنوپیریت یافت میشوند. مقدار بیسموتیوم در این نوع کان ها بیشتر از ۲،۰٪ است. منرال های بیسموتیوم را در آنها بیسموتین، بیسموتیوم خالص و گاهگاه کُوسالیت و کوبلیت تشکیل میدهند /۲/.

سپچه گی اقتصادی کان های بیسموتیوم

مقدار زیاد بیسموتیوم (تقریباً ۸۰٪ تولیدات جهانی) بگونه فرعی در اثنای فراوری کان های چند فلزی (پولی متالیک) که دارای بیسموتیوم هستند، بدست می آید. طوریکه کان های سرب ۳۵٪ تا ۴۰٪، کان های مس ۲۵٪، کان های طلا ۱۰٪ و کان های و لفرامیوم نیز ۱۰٪ منابع بیسموتیوم را میسازند. سپچه گی اقتصادی کان های یک فلزی (مونومتالیک) ۰،۳٪ تا ۰،۲٪ است. در صورتیکه بیشتر از ۱٪ بیسموتیوم در کان موجود باشد، کان غنی شمرده میشود. کان فقیر کمتر از ۰،۲٪ بیسموتیوم دارد. در کان های چند فلزی (پولی متالیک) با همآمیزه بیسموتیوم سپچه گی اقتصادی از ۰،۱٪ تا ۰،۰۰۱٪ ارائه می شود /۲/.

خواص بیسموتیوم

بیسموتیوم فلز شکننده سفید مائل به سرخی با جلائی فلزی می باشد که کثافت آن ۹،۷۸ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۲۷۱ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. برق و حرارت را خوب هدایت نمی کند /۲/.

موارد کاربرد بیسموتیوم

بیسموتیوم برای تولید آلیاژهایی که به آسانی ذوب میشوند (مثلاً در تولید فیوس ها)، مناسب است. از مرکبات بیسموتیوم میتوان در طبابت، تولید لوازم آرایش و در رنگ نمودن شیشه و ظروف سرامیک کار گرفت /۲/.

۳-۲-۲-۲: کان های قلع

کان های قلع اکثراً چند فلزی (پولی متالیک) استند که بطور معمول مقدار زیاد هم‌آمیزه ها در آن ها وجود دارد. از کان های پگماتیت افزون بر قلع، عناصری مانند تنتال، نیوبیوم، اسکاندیوم و گاهگاه ونادیوم و بیسموتیوم را میتوان بدست آورد. بهمین ترتیب در گریسن ها در کنار قلع، ونادیوم و بعضی اوقات لیتیوم، تنتال، نیوبیوم، مولیبدنوم و بریلیوم، در اسکارن ها ونادیوم، مس، سرب و جست، در کان های هیدروترمال مس، جست، سرب و در برخی موارد نقره، بیسموتیوم و لفرامیوم موجود است. مهمترین منرال قلع را کاسیتريت تشکیل میدهد. قلع را از منرال های دیگر نیز می توان حاصل نمود. در زیر شرح برخی از آنها آورده شده است /۲/:

کاسیتريت

Kasiterit (Kassiterit): SnO_2 ; 78,6% Sn

کاسیتريت از جمله اکسید هاست و به سلسله روتیل تعلق می گیرد. با روتیل هم‌نوع است. در پهلوی ۷۸,۶٪ قلع، مقدار زیاد اکسیدهای آهن، منگان، سیلیسیوم، تنتال و نیوبیوم نیز در آن وجود دارد. در حرارت بالاتر از ۱۳۵۰ درجه سانتی گراد با روتیل سلسله هم مانند را میسازد. رنگ نسواری سیاه، خاکستری تیره تا خاکستری دارد. استثنأ میتواند بی رنگ باشد. جلای آن سخت فلزی تا الماسی است. مجموعه های دانه دار، تارتار یا کاسه مانند را میسازد. در آلوویوم ها دانه های آن به تنهایی نیز موجود استند. ندرتاً در اثر متامورفوزا از کرسنال های اورتوکلاس بوجود می آید. رنگ خاکه آن زرد یا سفید است. قسمت برش شده آن نسواری سرخ یا بی رنگ به نظر می رسد. ذوب نمیگردد و در تیزاب ها منحل شدنی نیست. این منرال مهم قلع هم از کان های اولیه و هم از الوویوم ها استخراج میشود. کاسیتريت در بعضی گرانیت ها، پگماتیت های گرانیتی، رگه های هیدروترمال، سنگ های متامورفوزاشده و در تابه گاه ها موجود بوده و منابع اصلی آن را رگه های پنیوماتولیت، پگماتیت ها و الوویوم ها تشکیل می دهند /۲/ و /۵/.

Stanin: Cu_2FeSnS_4 ; 27,7% Sn

استانین سولفید کمیاب مس، آهن دوولانسه و قلع از دسته لوزونیت است که هم‌آمیزه های جست، ایندیوم، نقره و انتیمون را باخود دارد. با کالکوپیریت هم مانند بوده و کرسنال های خاکستری زیتونی تا فولادی را می سازد که مایل به نسواری و یا آبی استند. جلائی فلزی دارد. رنگ خاکه آن سیاه است. به شکل هم جهت با اسفالریت، تترادریت و کالکوپیریت نمو می کند. به دشواری میتوان آن را ذوب نمود. در اسید نیتریک منحل گردیده و سلفر و اکسید قلع را آزاد می سازد. در برخی از کان های کاسیتريت یا اسفالریت وجود دارد. گاهگاه منبع مهم مس و نقره است، مگر تنها از بابت دربر داشتن قلع استخراج نمی گردد. استانین را کیز قلع نیز می نامند ۲/ و ۵/.

تئالیت

Teallit: $PbSnS_2$; 30,4% Sn

تئالیت سولفید سرب و قلع است و به سلسله هرزن برگیت تعلق دارد. کرسنال های کمیاب تخته ئی را با رنگ خاکستری سیاه و با جلائی فلزی می سازد. رنگ خاکه آن سیاه است. بیشتر برگه هائی را به بزرگی حتی یک سانتی متر تشکیل می دهد و بعضی اوقات به گرافیت شباهت دارد. تا اندازه ای قابلیت شکل پذیری را داراست. در اسید نیتریک و تیزاب نمک به آسانی تجزیه می گردد. در اثر تجزیه آن در طبیعت کاسیتريت پودری بدست می آید. نام این منرال از نام رئیس انجمن جیولوجی بریتانیا، ج. ج. ه. تئالا، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

فرانکیت

Franckeit: $Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$; 17% Sn

فرانکیت سولفید کمیاب سرب، قلع و انتیمون است که احتمالاً به سلسله هرزن برگیت تعلق می گیرد. تقریباً ۱٪ گرمانیوم (جرمانیوم) دارد. کرسنال های سیاه تا خاکستری زیتونی تیره آن ناشفاف بوده و جلائی فلزی را دارا می باشند. شکل تخته ئی را بخود می گیرد، مگر بیشتر مجموعه های شعاع مانند را می سازد و یا هم به شکل مهره گک هائی که از برگه ها تشکیل یافته اند، پیدا میشود. در رگه های نقره و قلع موجود است. فرانکیت بر مبنای نام انجنیران معدن در کشور بولیویا، ث. و. ا. فرانک، نامگذاری شده است ۲/ و ۵/.

Kylindrit (Cylindrit): $Pb_3Sn_4FeSb_2S_{14}$; 26% Sn

کیلیندریت (سیلیندریت) سولفید سرب، آهن، قلع و انتیمون است و در آن افزون بر ۲۶٪ قلع، ۳۵٪ سرب نیز وجود دارد. کرسنال های خاکستری فولادی تیره آن شکل استوانه‌ئی را بخود می‌گیرند. بارها مجموعه های کلوله شکل را نیز می‌سازد. ناشفاف است. جلائی سخت فلزی دارد. رنگ خاکه‌ء آن سیاه است. به آسانی ذوب می‌گردد. در هیدروکلوریک اسید داغ منحل شده و سلفر را آزاد می‌کند. نام این منرال از زبان یونانی گرفته شده است. کیلیندروس در یونانی تیوب یا لوله را می‌گویند ۲/ و ۵/.

از نگاه استخراج صنعتی میتوان کان های قلع را به این دسته ها تقسیم نمود ۲/:

- تابه گاه ها،

- کان های هیدروترمال زیرآتشفشانی (سوب ولکانیک)،

- کان های هیدروترمال پلوتونی،

- گریسن ها،

- کان های آتشفشانی - رسوبی نوع کیز با همآمیزه قلع،

- اسکارن ها،

- پگماتیت ها.

استخراج قلع در تابه گاه ها ۶۵٪ تا ۷۵٪ تولیدات جهانی این عنصر را تأمین میکند. بگونه ایکه اهمیت بیشتر را تابه گاه هائی دارند که در کنار بحر ها جا گرفته اند. منرال قلع را در تابه گاه ها کاسیتريت تشکیل می دهد که اکثراً با منرال های سنگین دیگر مانند کولومبیت، تننالییت و ایلمنیت همراه است. در سنگ های الوویال این کان ها میتواند ولفرامیت و بعضی اوقات شیلیت نیز موجود باشد (سنگ های الوویال سنگ هائی را گویند که هوا خورده و در جای پیدایش شان جاگزین شده اند). مقدار کاسیتريت در تابه گاه ها از چندین صدم یک کیلوگرام تا چندین کیلوگرام در یک متر مکعب سنگ های موجود تخمین میشود.

کان های هیدروترمال زیرآتشفشانی (سوب ولکانیک) اکثراً رگه ئی بوده، اما به اندازه اندک میتوانند شکل پاشان مشبوع را نیز بخود بگیرند. این دسته بیشتر یکجا با کامپلکس های

آتشفشانی نوع اندسیت - ریولیت ویا با سنگ های آذرین نوع پورفیریت در حوزه های کیمبری و آلپینی پیدا میشود. در برخی از منابع کان های هیدروترمال زیرآتشفشانی قلع را بدو بخش تقسیم می کنند:

الف) نوع بولیویائی - به کان های **چند فلزی (پولی متالیک)** کشور بولیویا در امریکای لاتین و کان های دیگری که در جهان شبیه آنهایند، گفته میشود، این کان ها از اجسام منرالی با عناصر قلع - نقره - ولفرامیوم - بیسموتیوم و یا با ترکیبات دیگر این عناصر ساخته شده اند،

ب) نوع فومارول - بنام **کاسیتريت چوبی** نیز مشهور است، در این نوع کانها در بخشی که منرال بوجود آمده، سنگ ها **کاولینیزا** شده اند (**کاولینیزا** روندی را مینامند که در اثر آن سیلیکات ها، بویژه فلدسپارها، به منرال گلی کاولینیت مبدل می گردند).

کان های هیدروترمال پلوتونی قلع (جمع یا منفی ولفرامیوم) نسبتاً فراوان استند. یکجا با **دیاپیرونیید های هیپاپیسال** و یا هم با **گرانیتونید ها** پیدا میشوند (**سنگ های هیپاپیسال** سنگ های مگماتیکی اند که حالت گذار را میان سنگ های آذرین در اعماق زمین و سنگ های آذرینی که بیرون سرایت کرده اند، تشکیل میدهند. روندی را که در جریان آن لایه های زیرین قشر زمین به لایه های بالائی نوع انتیکلینال فشار وارد نموده و آنها را پاره مینمایند، **دیاپیر** مینامند). این کان ها اجسام منرالی را به شکل رگه ها و یا رگک ها می سازند. منرال های مهم آنها اینهایند: کاسیتريت، پیرهوتین، کوارتز، تورمالین و کلوریت. به اندازه اندک در آنها منرال های ولفرامیت، ارسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالنیت و استاین نیز وجود دارند. ترکیب منرالی رگه ها گوناگون است. رگه ها میتوانند این اشکال را بخود بگیرند /۲/:

- رگه های کوارتز - تورمالینی دارای کاسیتريت،

- رگه های کوارتز - تورمالینی دارای کاسیتريت و ولفرامیت،

- رگه های کوارتز - تورمالینی دارای کاسیتريت (جمع یا منفی ولفرامیت) و سولفیدها،

- رگه های کوارتز - کلوریتی دارای کاسیتريت،

- رگه های کلوریتی دارای کاسیتريت و سولفیدها.

گریسن های قلع دار و ولفرامیوم دار به گرانیت های نوع آلاسکیت بستگی دارند. آلاسکیت سنگ الفلی عمقانی است که اجزای تاریک آن کمتر از ۵٪ بوده و در آن فلدسپار، آلپیت، کوارتز، بیوتیت، آمفیبول و اکسیسوری وجود دارد.

گریسن های قلع دار و ولفرامیوم دار در بخش های بالائی **توده سنگ ها (مسیف ها)** و یا در اگزوکانتکت آنها (در بخش تماسی آن ها با سنگ های دیگر) جاگزین گردیده و روند منرال سازی با **گریسنیزا** یا به گریسن تبدیل نمودن سنگ های گردوپیش همراه است. اجسام منرالی را رگه ها و یا رگک ها میسازند. در برخی از موارد میتوانند بگونه متاسوماتیت هائی بروز نمایند که در آنها منرال ها پاشیده شده اند. طوریکه اجسام منرالی لانه ها، زون ها، گنبدها و یا حاشیه ها را تشکیل میدهند. گریسن های قلع دار را میتوان به گریسن های کوارتز - توپاز، کوارتز - فلدسپار و به رگه های کوارتز دسته بندی نمود. منرال ها را کاسیتريت، ولفرامیت، سینوالدیت و کوارتز با همآمیزه های لولنگیت، مولیبدنیت، شلیت، بیسموتین، توپاز، فلوریت و غیره تشکیل میدهند. مقدار قلع و ولفرامیوم در آنها جمعاً ۰،۲٪ تا ۰،۵٪ بوده و اما در کان های رگه ئی میتواند این مقدار از ۱٪ هم تجاوز کند /۲/.

کان های آتشفشانی - رسوبی نوع کیز با همآمیزه قلع در برخی از سنگ های دوره پالئوزوئیک قدیم تا دوره پرکامبرین تجمع نموده اند. بگونه ایکه در کان های **چند فلزی (پولی متالیک)** مثلاً گالنیت، اسفالریت، پیرهوتین و پیریت در پهلوی منرال های کالکوپیریت، مگنتیت و غیره، منرال های قلع دار کاسیتريت و استانین و یاهم تترادريت قلع دار وجود دارشته و دارای تقریباً ۰،۰۶٪ قلع می باشند. همچنان کان های **استراته فورمی** را میتوان نام برد که در سنگ های دوره پروتروزوئیک تا پرکامبرین قدیم دارای منرال های پیرهوتین، کاسیتريت (جمع یا منفی کالکوپیریت، مگنتیت، تورمالین)، فلوریت و کلوریت بوده و حتی ۵٪ قلع دارند /۲/.

در **اسکارن های قلع دار** اجسام منرالی شکل های عدسی، ورقه ئی، استوانه ئی و گاهی هم شکل رگه ئی را بخود میگیرند. این دسته کان ها **چند فلزی (پولی متالیک)** بوده و دارای ترکیبات قلع - ولفرامیوم، قلع - مس، قلع - سرب - جست و غیره می باشد. منرال ها را کاسیتريت، شلیت، کالکوپیریت، گالنیت، کوارتز، کاربنات ها و سیلیکات ها تشکیل می دهند. اسکارن های قلع دار در طبیعت چندان فراوان نیستند /۲/.

پگماتیت های قلع دار در پلت فورم های پرکامبرین و به اندازه کمتر در بخش های جیوسینکلینال جاگزین شده اند. بگونه ایکه هم در خود مسیف های گرانیتوئیدی و هم در سنگ های نزدیک به آنها جا دارند. اجسام منرالی شکل های رگه ئی، عدسی و گنبدی را بخود میگیرند. اهمیت پگماتیت ها در استخراج قلع ناچیز است. مقدار قلع در آنها اکثراً از ۰،۴٪ تجاوز نمی کند /۲/.

سچه گی اقتصادی کان های قلع

در کان هائی با بزرگی میانه (در کان های میانه بزرگ) ۰،۲٪ قلع برای استخراج بسنده است. در کان هائیکه ظرفیت استخراج بیشتر دارند، **سچه گی** ۰،۱٪ نیز میتواند اقتصادی

باشد. معمولاً کانی که بیشتر از ۱٪ قلع دارد، غنی قلمداد میشود. کان فقیر دارای ۰،۴٪ تا ۰،۰۱٪ قلع است. در تابه گاه ها باید کم از کم ۱۰۰ گرم تا ۲۰۰ گرم قلع در یک متر مکعب الوویوم ها یا رسوبات موجود باشد تا استخراج را اقتصادی بنامیم. تابه گاه های غنی ۲ کیلوگرم تا ۳ کیلوگرم قلع در یک متر مکعب الوویوم دارند /۲/.

خواص قلع

قلع فلز سفید نقره ئی است که در برابر آکسیجن، آب و تیزاب ها از خود مقاومت و ثبات نشان می دهد. کثافت آن ۷،۲۸ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۲۳۲ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. خیلی شکل پذیر بوده و به خوبی ریختانده میشود. قلع به سه شکل در طبیعت پیدا میشود. مهمترین آن نوع مربعی یا بتا است که در حرارت ۱۳،۲ تا ۱۶۱ درجه سانتی گراد ثابت می باشد. هرگاه حرارت از ۱۶۱ درجه بالاتر برود، به نوع لوزی تبدیل شده و به آسانی می شکند. طوریکه میتوان آن را به خاکه مبدل نمود. در صورتیکه حرارت از ۱۳،۲ درجه کمتر شود، نوع مربعی (بتا) به نوع مکعبی تغییر می کند و شکل پودری و غیرفلزی را بخود می گیرد. این در حقیقت به معنی از هم پاشیدن اجسام قلع است /۲/.

موارد کاربرد قلع

مقدار بیشتر قلع (تقریباً ۴۰٪ تا ۵۰٪) در قلع کاری تخته های فلزی برای صنعت کنسروسازی، در تولید هادی برق و ظروف آشپزی و در تولید ورقه های نازک قلع که استانیول نامیده میشوند، بکار می رود. نزدیک به ۲۰٪ آن در تولید آلیاژها با مس (تولید برنز)، با مس، سرب و آنتیمون و یا هم با سرب و آنتیمون استفاده می شود. از مرکبات قلع میتوان در صنایع کیمیائی، شیشه سازی، نساجی، داروسازی و غیره نیز کار گرفت /۲/.

۴-۳-۲: کان های ولفرامیوم

منابع اصلی ولفرامیوم را ولفرامیت، هینیریت و شیلیت تشکیل میدهند. سهم ولفرامیت و هینیریت در تولیدات جهانی ولفرامیوم تقریباً ۷۵٪ است و سهم شیلیت به ۲۵٪ نزدیک میشود. طبعاً منرال های دیگری نیز وجود دارند که در آنها ولفرامیوم موجود است. در زیر شرح هر یکی از آنها آورده شده است. بصورت عموم میتوان گفت که کان های ولفرامیوم بیشتر **چند فلزی (پولی متالیک)** اند و در آن مقدار زیاد همآمیزه ها جا دارد. کان های گریسن ولفرامیوم معمولاً دارای قلع و بعضی اوقات دارای مولیبدنوم، لیتیوم، بیسموتیوم، تنتال، نیوبیوم، اسکاندیوم و غیره عناصر استند، در حالیکه در اسکارن ها که بیشتر شیلیت در آنها جاگزین میشود، میتوان در پهلوی ولفرامیوم عناصری را مانند مولیبدنوم، قلع، مس، سرب، جست،

بیسموتیوم، طلا و نقره یافت نمود. در کان های هیدروترمال و لفرامیوم که بیشتر از و لفرامیت یا هیبنریت ساخته شده اند، افزون بر و لفرامیوم، عناصر قلع، مولیبدنوم، بیسموتیوم و گاهگاه مس، سرب، جست، انتیمون، نقره و سیماب نیز پیدا میشوند. در تابه گاه ها نیز میتوان منرال های و لفرامیوم را جستجو نمود. طوریکه کان را اکثراً مرکب کاسیتريت – و لفرامیت و یا و لفرامیت به تنهایی تشکیل میدهد. هیبنریت یا شیلیت در تابه گاه ها کمتر موجود است /۲/.

و لفرامیت

Wolframit: (Mn, Fe)WO₄; 60,5% W

و لفرامیت نسبتاً فراوان پیدا میشود و افزون بر منگان، آهن دوولانسه و اکسید و لفرامیوم، مقدار اندکی هم نیوبیوم، تنتال، عناصر خاکی کمیاب و اکسید کلسیوم دارد. در حقیقت از دو منرال هم مانند، هیبنریت و فربریت، تشکیل یافته است. بیشتر کرسنال های تخته ئی ضخیم و یا هم استوانه ئی و سوزن مانند را می سازد. خط دار (درز دار) است. به شکل مجموعه های دانه دار، کاسه ئی و شعاع مانند نیز پیدا میشود. گاهگاه در اثر پستودومورفوزای شیلیت بوجود می آید. شکننده بوده و رنگ نصولاری تاریک تا سیاه دارد. جلائی آن فلزی یا روغنی و رنگ خاکهء آن نصولاری تا سیاه است. به اندازه اندک مقناطیسی بوده و به دشواری ذوب می شود. این منبع مهم و لفرامیوم اکثراً در رگه ها، در پگماتیت ها و در کان های پننوماتولیتیک کاسیتريت وجود دارد /۲ و ۵/.

فربریت

Ferberit: FeWO₄

فربریت جزء کمیاب و لفرامیت است که در کنار و لفرامیوم بیش از ۲۰٪ اکسید آهن دارد. کرسنال های سیاه سوزن مانند، تخته ئی ویا دانه دار را می سازند. رنگ خاکهء آن نصولاری سیاه است. نام آن از نام منرال شناس سویدنی، پروفیسور ج. ج. فربر، گرفته شده است. فربریت را فرولو و لفرامیت نیز می نامند /۲ و ۵/.

هیبنریت

Hubnerit: MnWO₄

هیبنریت جزء کمیاب و لفرامیت است. کرسنال های خراشیده شده، تخته ئی ویا مجموعه های کاه شکل آن رنگ سیاه نصولاری تا سیاه دارند. از توتته های نازک آن میتواند نور تیر شود. جلائی روغنی دارد و رنگ خاکهء آن نصولاری زرد است. در بخش های تراشیده شده رنگ آن سرخ انعکاس می کند. نام آن از نام کارشناس ذوب فلزات، ا. هیبنر، گرفته شده است /۲ و ۵/.

Scheelit: CaWO_4 ; 63,9% W

شیلیت در بعضی مناطق فراوان است. عنصر کلسیم آن بارها با مس تعویض میشود. از اینرو میتواند تقریباً ۱۹٪ اکسید مس داشته باشد. گاهگاه با پاولیت مرکب هم مانند را میسازد. سفید خاکستری، زرد، رنگارنگ و یا ندرتاً بی رنگ است. شفاف بوده و جلای روغنی تا الماسی دارد. خراشیده شده، دانه دار و یا توده ئی است. میتواند پستودومورفوزای و لفرامیت را بسازد. شکننده بوده و به دشواری ذوب می گردد. در هیدروکلوریک اسید اکسید زرد و لفرامیوم را آزاد می کند. بگونهء تولید پنئوماتولیزا در پگماتیت ها و اکثراً در کان های کاسیتريت و لفرامیت پیدا میشود. میتواند تولید متاسوماتوزای تماسی و یا روندهای هیدروترمال نیز باشد. پس از و لفرامیت مهمترین منبع و لفرامیوم است. نام این منرال از نام کیمیادان سویدنی، ک. و. شیله، گرفته شده است /۲ و /۵.

کان های و لفرامیوم را از نگاه صنعتی میتوان به دسته های زیر تقسیم نمود /۲:

- کان های مگماتوفیل،

- کان های هیدروترمال پلوتونی،

- کان های استراته فورم،

- کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی یا سوب ولکانیک،

- گریسن ها (در جای دیگر کتاب تشریح شده اند)،

- تابه گاه ها.

کان های مگماتوفیل نوع اسکارن و لفرامیوم استند که بنام متاسوماتیت های تماسی و یا پیروسوماتیت ها نیز یاد میشوند و در بخش تماسی کاربنات ها با گرانودیوریت ها، اداملیت ها و موزونیت ها تشکیل می یابند. بگونه ایکه در اکزوکانتکت ها بیشتر جا دارند و در ایندوکانتکت ها کمتر پیدا میشوند. اجسام منرالی در آنها شکل های نامنظم، رگه ئی، استوانه ئی، عدسی تا هموار داشته و اکثراً از اسکارن های گرانات (نارسنگ) – پیروکسن بدون مگنتیت و یا با کمی مگنتیت ساخته شده اند. منرال اصلی آنها را شیلیت تشکیل می دهد. طوریکه با آن بعضی اوقات کاسیتريت و ندرتاً و لفرامیت یکجاست. از منرال های فرعی میتوان پیریت، پیرهوتین، ارسنوپیریت، مولیبدنیت، بیسموتین، کالکوپیریت، اسفالریت، گالنیت

و طلای خالص را نام برد که می‌توانند در این دسته کان‌ها حضور داشته باشند. منرال‌ها در متاسوماتیت‌های اسکارن به شکل پاشان و یا هم بگونه‌های رگک‌های کوچک وجود دارند. مقدار اکسید و لفرامیوم (WO_3) در آنها بصورت اوسط ۰،۳٪ تا ۱٪ بوده و گاهگاه از ۱٪ هم بیشتر است. اکثر کان‌های این دسته را میتوان میانه و یا کوچک نامید /۲/.

کان‌های هیدروترمال پلوتونی بیشتر به شکل رگه‌ها و کمتر بگونه‌های رگک‌ها در مسیف‌های پیدا می‌شوند که از نفوذ گرانیتوئیدها بوجود آمده‌اند (قبه‌های گرانیتی یا گنبد‌های هیپابیسال پورفیرهای گرانیتی). در این کان‌ها رگه‌های کوارتز یکجا با مولیبدنیت (اغلباً نیز با هیبنریت) موجود‌اند که بیشتر با مقدار زیاد کاسیتیریت و گاهی هم با مولیبدنیت، بیسموتین و شیلیت همراهی می‌گردند. پیرروتین، کالکوپیریت، اسفالریت، گالنیت از هم‌آمیزه‌های آنها به شمار می‌رود. افزون بر کوارتز میتواند در رگه‌ها توپاز، فلوریت، تورمالین، فلدسپار اپاتیت، بریل و غیره موجود باشد. مقدار اکسید و لفرامیوم (WO_3) در این دسته کان‌ها ۰،۵٪ تا ۱،۵٪ تخمین می‌شود. از نگاه تجمع منرال‌ها میتوان کان‌های هیدروترمال پلوتونی را به انواع زیر تقسیم نمود:

الف) کان‌های کوارتز – کاسیتیریت – و لفرامیت،

ب) کان‌های کوارتز – شیلیت،

ج) کان‌های کوارتز – و لفرامیت (هیبنریت)،

د) کان‌های سولفیدی و لفرامیوم – کوارتز.

به نظر می‌رسد که سه نوع اول به شکل گیری مسیف گرانیت در اعماق بیشتر زمین بستگی دارند. بارها باهم یکجا و در عین مناطق (اکثراً با گریسن‌ها) پیدا میشوند. نوع د) احتمالاً به تشکیل اجسام دیاپیروئید هیپابیسال در اعماق کمتر زمین وابسته بوده و مشابه کان‌های پورفیری است /۲/.

کان‌های استراته فورم و لفرامیوم در کامپلکس‌های سنگ‌های متامورفوزا شده منطقه‌ئی در لایه‌های آتشفشان – رسوبی و تریچنی (برآمده از خشکه) اجسام منزالی پهناور را می‌سازند. منرال‌ها در سنگ‌های گوناگون، اسکارن‌ها، کوارتزیت‌ها، تخته‌سنگ‌ها، امفیبولیت‌ها، دولومیت‌ها و غیره جاگزین شده‌اند. در طرز پیدایش این کان‌ها اختلاف وجود دارد و برخی آنها را نوع **متاسوماتیت** و برخی هم نوع **آتشفشانی – رسوبی** می‌خوانند. بعضی از آنها میتوانند نوع **رسوبی** باشند که در اثر **متامورفوزای منطقه‌ئی** با شیلیت غنی شده‌اند. به هر صورت، میتوان گفت که کان‌ها با کامپلکس‌های دوره پروتروزوئیکوم تا پالئوزوئیکوم ربط داشته و به دو دسته تقسیم میشوند:

الف) اسکارن های شیلیت دار،

ب) تخته سنگ های کرسالی شیلیت دار /۲/.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی یا سوب ولکانیک و لفرامیوم چهار نوع اند:

الف) نوع بولیویایی (در جای دیگر کتاب تشریح شده است)،

ب) کان های سیماب - انتیمون - ونادیوم که از منرال های فربریت، شیلیت، انتیمونیت و گاهی هم سیناباریت با هم آمیزه های ارسنوپیریت، مرکزیت، همتایت، رگه هائی مرکب از کوارتز و کالسدون و سولفیدهای مس، سرب و جست تشکیل یافته اند،

ج) کان های نقره - طلا - شیلیت،

د) کان های ونادیوم - پسیلوملان که در آنها لیمونیت و تونگوملان جا دارد /۲/.

تابه گاه های و لفرامیوم از تراکم و لفرامیت و شیلیت در نزدیکی کان های ریشه ئی (اصلی) و لفرامیوم بوجود می آیند، زیرا و لفرامیت و شیلیت قادر نیستند تا فاصله های زیادی را طی کنند. در این کان ها منرال اصلی را اکثراً و لفرامیت (هیبنریت) و کمتر وقت شیلیت می سازد. بگونه ای که و لفرامیت و شیلیت با کاسیتیریت همراهی میگردند. تراکم منرال های و لفرامیوم و قلع در تابه گاه ها ۰،۳ تا ۲۰ کیلوگرام در یک متر مکعب ریگ تخمین میشود /۲/.

سچه گی اقتصادی کان های و لفرامیوم

برای اینکه استخراج اقتصادی تمام شود، لازم است تا کان و لفرامیوم شرایط زیر را برآورده بسازد /۲/.

- در کان های بزرگ شیلیت:

$$WO_3 = 0,1\% - 0,2\%$$

- در کان های نیمه بزرگ شیلیت:

$$WO_3 = 0,3\% - 0,5\%$$

- در کان های و لفرامیت:

$$WO_3 = 0,3\% - 0,8\%$$

- در تابه گاه ها:

$$WO_3 = 0,02\% - 0,08\%$$

بصورت عموم میتوان گفت که در کان های ریشه ئی (کان های غیر تابه گاهی) برای ارزیابی غنی بودن و یا غنی نبودن آن ها رابطه های زیر صدق میکنند:

- کان غنی:

$$WO_3 > 1\%$$

- کان فقیر:

$$WO_3 = 0,1\% - 0,3\%$$

خواص و لفرامیوم

ولفرامیوم فلز سنگین، بسیار سخت و در هوای آزاد ثابت است. کثافت آن ۱۹،۳ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۳۳۷۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. از نقطه ذوب بلند آن برمی آید که به بسیار دشواری ذوب می شود /۲/.

موارد کاربرد و لفرامیوم

در اواخر سده نهم میلادی استفاده و لفرامیوم در فولادسازی آغاز گردید و از آن در تولید افزار تیزبر (افزاری که به تیزی برش میکنند) کار گرفته شد. این فلز در تولید فایبرها یا الیاف های داغ تابان، چراغ ها و بصورت عموم در اجسام الکترونیک بکار میرود. مرکب های و لفرامیوم در تولید رنگ ها استفاده میشوند /۲/.

۲-۲-۳-۵: کان های مولیبدنوم

کان های مولیبدنوم که ارزش استخراج را دارند، تقریباً همه از مولیبدنیت تشکیل یافته اند. منرال های دیگر و لفرامیوم از نگاه صنعتی اهمیت چندانی ندارند. تنها در برخی از اسکارن ها منرال مولیبدوشلیت نیز میتواند در تولید مولیبدنوم نقش بازی کند. در باره همآمیزه ها در کان های مولیبدنوم میتوان گفت که عنصر رنیوم سودمند پنداشته میشود /۲/.

مولیبدنیت

Molybdenit: MoS_2 ; 59,9% Mo

مولیبدنیت سولفید مولیبدنوم است که در طبیعت خیلی زیاد پیدا میشود، مگر تنها در بعضی جاها فراوان است. افزون بر مولیبدنوم، میتواند مقداری طلا و نقره نیز داشته باشد. ساختار کرسطالی چند طبقه ئی دارد. با رنگ خاکستری آبی گاهگاه مشابه گرافیت است. ناشفاف بوده و جلائی فلزی دارد. رنگ خاکهء آن خاکستری تاریک است. ذوب نمیشود. منرال مهم مولیبدنوم را تشکیل میدهد. اصل پنئوماتولیتیک دارد و در گرانیتهای، پگماتیتها و هم در رگه های کوارتز پیدا میشود. به اندازه کم میتواند در اثر روندهای هیدروترمال نیز بوجود بیاید و یا در متاسوماتیت های تماسی شکل بگیرد /۲ و /۵.

مولیبدوشیلیت

Molybdoscheelit: $\text{Ca}(\text{WO}_4, \text{MoO}_4)$; 0,50%-15% Mo

مولیبدوشیلیت منرالیت است که چندان مشهور نیست. در حقیقت مخلوط کرسطال های سلسلهء پاولیت - شیلیت بوده و گاهگاه آن را سیگریت نیز می نامند /۲ و /۵.

پاولیت

Powellit: CaMoO_4 ; 48% Mo

پاولیت منرال نسبتاً کمیاب است که به سلسلهء شیلیت تعلق می گیرد. در کنار مولیبدنوم بعضی اوقات مقدار کم و لفرامیوم نیز در آن موجود است. بیشتر با شیلیت مخلوط هم مانند را می سازد و کرسطال های هر می آن از نگاه شکل مشابه این منرال می باشند. جلائی شیشه ئی تا کم نور دارد. رنگ آن سبز، خاکستری یا زرد مایل به سبز است. در تیزاب ها منحل می گردد. بحیث منرالی که در اثر از هم پاشیدگی مولیبدنیت بوجود می آید، در ساحه های اکسیدی این منرال پیدا میشود. نام پاولیت از نام رئیس انجمن جیولوجی ایالات متحدهء امریکا، ج. و. پاول، گرفته شده است /۲ و /۵.

فری مولیبدیت

Ferimolybdit: $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; 60% Mo

فری مولیبدیت مولیبدیت آبدار آهن سه ولانسه است که کرسطال های سفیدرنگ، زرد و یا زرد خاکستری آن در طبیعت چندان زیاد پیدا نمیشوند. جلائی ابریشمی دارد و بیشتر مجموعه های

ذرات پراکنده و یا شعاع مانند را می سازد. در بخش برش شده خود رنگ های گوناگون را انعکاس می دهد. اکثراً در ساحه اکسیدی کانه های فلزی وجود دارد ۲/ و ۵/.

وولفینیت

Wulfenit: $PbMoO_4$; 46% Mo

وولفینیت از سلسله شیلیت است که افزون بر مولیبدنوم ۴،۵۶٪ سرب دارد. همچنان میتواند دارای کرومیوم، ونادیوم و اکسید کلسیوم باشد. از نگاه ساختار شبیه شیلیت است. کرسنال های هر می، استوانه ئی کوتاه و یا تخته ئی نازک دارد، مگر میتواند به شکل پوست یا پوش منرال دیگری نیز پیدا شود. گاهگاه در اثر پسئودومورفوزای گالنیت بوجود می آید. رنگ آن خاکستری و زرد عسل مانند و لیموماند است و ندرتاً میتواند رنگ نارنجی و یا سرخ را بخود بگیرد. بعضی اوقات میتواند حتی بی رنگ باشد. شکننده و شفاف است. جلائی قیرگون تاریک تا الماسی دارد. در تیزاب ها منحل می گردد. با تیزاب گوگرد (سلفوریک اسید) محلولی را با رنگ آبی می سازد. بگونه منرال دومی در ساحه های اکسیدی گالنیت شکل می گیرد و در نتیجه اکثراً کلسیت را زیر فشار می آورد. در برخی جاها میتواند بگونه منبع مولیبدنوم استخراج شود. نام این منرال از نام منرال شناس اتریشی، ف. اکس. وولفن، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

از نگاه صنعتی میتوان کان های مولیبدنوم را به دسته های زیر تقسیم نمود:

- کان های پورفیری مولیبدنوم،
- کان های پورفیری مس - مولیبدنوم (توجه شود به تشریح این کان ها در بحث های بالا)،
- کان های هیدروترمال رگه پی،
- اسکارن ها،
- گریسن ها،
- انواع دیگر کان های درون زاد،
- کان های بیرون زاد.

کان های پورفیری مولیبدنوم به اشکال پورفیری گنبد های دیابیروئید بستگی دارند که از دیوریت کوارتزی، مونزونیت کوارتزی و گرانودیوریت تا گرانیت ساخته شده اند. منرال

های این دسته را کوارتز، مولیبدنیت، پیریت و گاهی هم مگنتیت و مقداری ناچیز سولفیدهای مس، سرب، جست و ارسنیوم تشکیل می‌دهند. بگونه ایکه شکل گیری منرالها با متاسوماتوزای سریع همراه است و در نتیجه، متاسوماتوزای پتاشیمی، سریسیت شدن و کوارتز شدن سنگ های همجوار صورت می‌گیرد. زون های متاسوماتیت مشابه کان های پورفیری مس - مولیبدنوم استند، با این تفاوت که در کان های مولیبدنوم رگگ ها بیشتر بروز می نمایند، در حالیکه منرال ها در کان های پورفیری مس شکل پاشان یا پاشیده شده ای را بخود می گیرند که بعضی اوقات میتوانند حتی به رگه ها تبدیل شوند. مقدار مولیبدنوم در این دسته کان ها چندین صدم تا چندین دهم فیصد تخمین میشود. کان های پورفیری مولیبدنوم در مقایسه با کان های پورفیری مس - مولیبدنوم در طبیعت کمتر وجود دارند/۲.

کان های هیدروترمال رگه نی منبع دیگری را برای استخراج مولیبدنوم تشکیل می‌دهند. بصورت عموم میتوان آنها را به انواع زیر دسته بندی نمود /۲:

الف) کان های هیدروترمال رگه نی نوع کوارتز - مولیبدنوم - در مسیف های گرانیته ها (بعضی اوقات یکجا با گریسن های قلع - ونادیوم) و یاهم در گنبد های پورفیری جا دارند، میتوانند یکجا با کان های پورفیری مولیبدنوم نیز پیدا شوند،

ب) کان های هیدروترمال اورانیوم - مولیبدنوم - در بخش کان های اورانیوم و توریوم تشریح خواهند شد.

اسکارن های مولیبدنوم به تماس ها یا کانتکت های سنگ های کاربناتی با گرانیتوئید هایی که خاصیت اسیدی شان بیشتر است، بستگی دارند. بگونه ایکه اجسام منرالی با شکل های نامنظم، رگه نی، عدسی، تخته نی، به قسم رگگ ها و یاهم به قسم ترکیب این همه اشکال هم در زون های اکروکانتکت و هم در بخش های ایندوکانتکت ساخته شده اند. منرال اصلی آن ها را مولیبدنیت تشکیل می دهد که با پیریت و گاهی هم با شیلیت، مولیبدوشیلیت، کالکوپیریت، مگنتیت، مقدار ناچیز گالنیت، اسفالریت، تترادریت و همآمیزه های بیسموتیوم، نقره و طلا همراه است. منرال های سولفیدی در آنها جوانتر اند و رگگ ها، لانه ها و اجسام پاشان و حتی اشکال توده نی را میسازند. مقدار مولیبدنوم در آنها از بابت گوناگون بودن بافت منرال ها خیلی متحول است. اسکارن های مولیبدنوم چندان فراوان نیستند /۲.

گریسن های مولیبدنوم (ولفرامیوم) به مسیف های گرانیته های لئوکوکراتیک (سنگ های لئوکوکراتیک سنگ های آذرینی را می نامند که مقدار اجزای تاریک آن کمتر و یا بیشتر از حد معمول باشد) - بویژه به بخش بالایی قبه های آنها - وابسته اند (رجوع شود به بخش گریسن های قلع دار و ولفرامیوم دار). میتوانند هم در ایندوکانت ها ساخته شوند و هم در فاصله های خیلی دور از مبداء نفوذ شان در اکروکانتکت ها شکل بگیرند. بگونه ایکه بزرگترین کان ها در نزدیکی قسمت آپیکال یا بالائی قبه جاگزین می گردند. اجسام منرالی

رگه ها، گنبد های رگک دار و یا زون های گریسن را تشکیل می دهند. منرال های اصلی آنها مولیبدنیت و ولفرامیت استند که معمولاً با کاسیتزیت، بیسموتین، پیریت و گاهی هم با مگنتیت و سولفید های مس، سرب، جست و غیره همراهی می شوند /۲/.

انواع دیگر کان های درون زاد مولیبدنوم از نگاه صنعتی اهمیت محدود دارند. در اینجا میتوان از تراکم منرال مولیبدنیت در بعضی پگماتیت ها، کاربناتیت ها، آلبیتیت ها، فنیت ها و کان های نوع کیز سخن گفت. در همه این کان ها مولیبدنوم بگونه هم آمیزه فرعی، هنگام استخراج منرال های اصلی کان بدست می آید /۲/.

کان های بیرون زاد مولیبدنوم کان های اینفیلتراسیونی (کان هائی که در اثر تراکم منرال ها از محلول های روی زمینی بوجود می آیند) و یا رسوبی استند که مولیبدنوم در آنها به قسم هم آمیزه وجود دارد. میتوان از این کان ها نام برد /۲/:

الف) تراکم مولیبدنوم در **سنگ های خاکی بیتومینوز** (در بر دارنده مقدار کم و یا زیاد بیتومین) که مس در بر دارند و تقریباً %۰،۰۱۳ مولیبدنوم در آنها موجود است،

ب) تراکم اینفیلتراسیونی مولیبدنوم یکجا با اورانیوم و مس در **سنگ های ریگی**،

ج) تراکم وولفنتیت در بخش پایینی زون های اکسیدی برخی از سولفید های سرب – جست که به آنجا مولیبدنوم (معمولاً همراه با ونادیوم به شکل ونادینیت) توسط آب های زیرزمینی آورده شده و جاگزین گردیده است.

سجه گی اقتصادی کان های مولیبدنوم

در کان هائی که بگونه صنعتی استخراج میشوند، کم از کم %۰،۱ تا %۰،۰۷ مولیبدنوم وجود دارد. در کان های پورفیری مس – مولیبدنوم مقدار مولیبدنوم از چند یک هزارم در صد بیشتر نیست. بصورت عموم میتوان گفت که کان های مولیبدنوم بدو دسته غنی و فقیر بدین گونه تقسیم می شوند /۲/:

الف) کان غنی – بیشتر از %۰،۵ مولیبدنوم،

ب) کان فقیر – %۰،۲ تا %۰،۰۷ مولیبدنوم.

خواص مولیبدنوم

مولیبدنوم فلز سفید نقره ئی است که قابلیت شکل پذیری را دارد. کثافت آن ۱۰،۲ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۲۶۳۰ درجه سانتی گراد تعیین شده است. در هوای آزاد ثابت بوده و در برابر تیزاب ها از خود مقاومت نشان میدهد /۲/.

موارد کاربرد مولیبدنوم

بخش بیشتر مولیبدنوم (تقریباً ۸۰٪) در فلزسازی برای تولید فولاد و در الکترونیک استفاده می شود. مولیبدنوم به فولاد محکمی میدهد و همچنان مقاومت آن را در برابر حرارت و تیزاب بالا می برد. در الکترونیک برای تولید آلیاژ هائی که به بسیار دشواری ذوب میشوند، بکار می رود. مثلاً در تولید آلیاژ مولیبدنوم با ولفرامیوم، ونادیوم، کرومیوم و کوبالت که به بسیار سختی میتوان آن را ذوب نمود. از مرکبات مولیبدنوم در تولید روغنیات صنعتی که در برابر حرارت مقاومت دارند، در تولید رنگ، در طبابت، در کشاورزی و غیره استفاده میشود /۲/.

۶-۳-۲: کان های نیوبیوم و تننتال

کان های نیوبیوم و تننتال بصورت عموم چند فلزی (پولی متالیک) بوده و از چندین اجزاء تشکیل یافته اند. میتوان آن ها را در سنگ های مگماتیک، پگماتیت ها، گریسن ها، آلبیتیت های اپوگرانیته، آلبیتیت های نفلینی، کاربناتیت ها و در تابه گاه ها یافت نمود. کان های مگماتیک دارای اجزای نیوبیوم (تننتال)، عناصر خاکی کمیاب و تیتانیوم، کان های پگماتیتی دارای نیوبیوم، تننتال، لیتیوم (سزیوم، روبیدیوم) و غیره، گریسن ها و آلبیتیت های اپوگرانیته دارای تننتال، نیوبیوم، قلع، ولفرامیوم و لیتیوم، آلبیتیت های نفلینی دارای نیوبیوم، زیرکونیوم و عناصر خاکی کمیاب، کاربناتیت ها دارای نیوبیوم (تننتال)، عناصر خاکی کمیاب (زیرکونیوم)، اپاتیت، مگنتیت و غیره و تابه گاه ها دارای اجزای کولومبیت - تننتالیت، فرگسونیت، لوپاریت و منرال های تیتانیوم، زیرکونیوم، قلع و غیره می باشند. بگونه عناصر فرعی نیوبیوم و تننتال در اثنای فرآوری کانسنترات های کاسیتریت و ولفرامیت نیز بدست می آیند /۲/. در زیر منرال های مهم نیوبیوم و تننتال شرح داده شده اند:

کولومبیت



کولومبیت از نیوبیت و تننتالیت هم مانند ترکیب یافته است. گاهگاه آن را نیوبیت نیز می شمارند. دارای تقریباً ۱۰٪ تننتال پنت اکسید (Ta_2O_5) بوده و کرسنال های نضواری سیاه را می سازد. همیشه مات و غیر شفاف است. جلائی شیشه ئی تا نیمه فلزی دارد. توته های کوچک آن سیاه تاریک جلا می دهند. شکننده است. ذوب نگریده و در تیزاب ها منحل نمیشود. ندرتاً در پگماتیت ها وجود دارد. بصورت عموم در فلدسپارها و یا در سنگ های الویال موجود است /۲ و ۵/.

تنتالیت

Tantalit: (Fe, Mn)(Ta, Nb)₂O₆; N₂O₅<20%, 86% Ta₂O₅

تنتالیت آخرین عضو سلسله کولومبیت است. کرسنال های نصولاری سیاه ویا سرخ رنگ خراشیده شده دارد. ناشفاف است. جلائی نیمه فلزی تا تاریک داشته و بسیار شکننده است. در نزدیکی شعله آتش ذوب نمی گردد. در تیزاب ها منحل شدنی نیست. بیشتر در پگماتیت های گرانیتی و در سنگ های الویال وجود دارد ۲/ و ۵/.

پیروکلور

Pyrochlor: (Na, Ca)₂(Nb, Ta)₂O₆(OH, F, O); Nb₂O₅<71%,
5,5% Ta₂O₅

پیروکلور منرال کمیاب است که دارای عناصر نیوبیوم، تننال، کلسیوم، فلور، آکسیجن و هایدروجن می باشد. گاهگاه تا ۱۲٪ کلسیوم آن با اورانیوم تعویض می گردد. تقریباً ۶۳٪ نیوبیوم پنت اکسید (Nb₂O₅) دارد و اکثراً مقدار نیوبیوم در آن بیشتر از تننال است. کرسنال های سیاه تا خاکستری سیاه دارد و بنام های میکروولیت، کالکولامپریت، اندیولیت و کولومبومیکروولیت نیز یاد میشود ۲/ و ۵/.

میکروولیت

Mikrolit: (Ca, Na)₂(Ta, Nb)₂O₆(OH, F, O); Nb₂O₅<9%, 80% Ta₂O₅

میکروولیت منرال کمیاب از سلسله پیروکلور است. کرسنال های زرد، نصولاری و سرخ را می سازد و ندرتاً میتواند بی رنگ نیز باشد. رنگ خاکه آن سفید است. جلائی تاریک دارد. شفاف و شکننده است. ذوب نگردیده و در تیزاب منحل نمیشود. در پگماتیت ها جا دارد ۲/ و ۵/.

ائوکسنیت

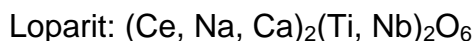
Euxenit: (Y, Ca, Ce, U, Th)(Nb, Ta, Ti)₂O₆; Nb₂O₅<34%,

21% Ta₂O₅

ائوکسنیت اکسید ایتریوم، کلسیوم، سریوم، اورانیوم، توریوم، نیوبیوم، تننال و تیتان است که مقداری هم آهن دارد. رنگ آن سیاه قیرگون ویا نصولاری زیتونی است. در قسمت تراشیده شده خود نصولاری به نظر می رسد. جلائی نیمه فلزی و رنگ خاکه نصولاری سرخ دارد.

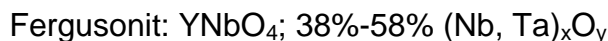
کرسنال های آن شبیه کرسنال های کولومبیت هستند. در رگه های پگماتیت های گرانیتی پیدا میشود ۲/ و ۵/.

لوپاریت



لوپاریت اکسید کمیاب عناصر سریوم، سودیوم، کلسیوم، تیتانیوم و نیوبیوم است که تا ۳۴٪ اکسید های سریوم و ۱۰٪ نیوبیوم دارد. کرسنال هائی را با رنگ سیاه و به بزرگی تا ۵ ملی متر می سازد. جلائی نیمه فلزی و رنگ خاکهء نصولاری سرخ دارد. در قسمت برش شده رنگ سرخ نصولاری را بخود می گیرد. ذوب نمی گردد. صرف در هیدروفلوریک اسید منحل میشود. لوپاریت در کاربناتیت ها و در سیئینیت های نفلینی وجود دارد. نام این منرال از لوپار گرفته شده است. لوپارها مردمانی اند که در منطقهء کولا در سرزمین اتحاد شوروی پیشین زندگی می کنند ۲/ و ۵/.

فرگسونیت



فرگسونیت در ذخایر کوچک نسبتاً فراوان است. ۳۸٪ تا ۵۸٪ اکسیدهای مجموعی نیوبیوم و تتنال دارد. افزون بر این در آن ایتربیوم، اربیوم، سریوم و غیره عناصر پیدا میشود. کرسنال های شفاف تا ناشفاف را ساخته و رنگ های نصولاری، سیاه، زرد و یا خاکستری را بخود می گیرد. رنگ خاکهء آن نصولاری روشن است. جلائی روغنی یا نیمه فلزی دارد. فرگسونیت در برخی از پگماتیت های گرانیتی پیدا میشود. نام این منرال از نام فزیکدان اسکاتلندی، ر. فرگسون، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

ودجینیت



ودجینیت اکسید تتنال، نیوبیوم، قلع، آهن و منگان است. کرسنال های کوچک آن تا یک ملی متر بزرگی دارند و رنگ های سیاه، نصولاری سیاه و یا نصولاری سرخ را بخود می گیرند. پارچه های آن میتوانند زرد یا نصولاری سرخ جلا دهند. بیشتر در پگماتیت ها پیدا میشود. جایگاه اصلی آن در منطقهء ودجینا در استرالیا بود، مگر پسانها در جاهای دیگر نیز کشف گردید ۲/ و ۵/.

از نگاه صنعتی میتوان کان های نیوبیوم – تنتال را به این بخش ها دسته بندی نمود /۲:

- تابه گاه ها،

- پگماتیت ها،

- کاربناتیت ها،

- متاسوماتیت های مگمازاد آلیبیت،

- متاسوماتیت های متامورفوزازاد میکرولین – آلیبیت،

- کان های پروتومگماتیک.

تابه گاه های نیوبیوم – تنتال در اثر تجمع منرال های مقاوم نیوبیوم و تنتال در پوش هواخورده زمین بالای کان های اولیه، در خرده سنگ های دامنه های کوه و در رسوبات دریاها و ساحل ها بوجود می آیند. کان های ریشه ئی (آلوویال و الوویال) این دسته اهمیت بیشتر دارند، در حالیکه اهمیت تابه گاه های ساحلی از نگاه استخراج صنعتی کمتر است. تقریباً ۷۵٪ تا ۸۰٪ تولیدات نیوبیوم و ۶۵٪ تا ۷۰٪ تولیدات تنتال از تابه گاه ها تأمین می شود. منرال ها همه **چند فلزی (پولی متالیک)** هستند. ترکیب منرالی کان بستگی به خواص کان اولیه و به مسافه ای دارد که منرال ها از کان اولیه تا تابه گاه طی میکنند. مثلاً شکننده بودن تنتال باعث می شود تا تابه گاه این منرال صرف در نزدیکی کان اولیه موجود باشد. در پگماتیت های آلیبیت و آلیبیت – اسپودومن ویا در گرانیت های آلیبیت شده و گریسن شده تابه گاه ها دارای کولومبیت، تنتالیت، ودگینیت، پیروکلور و همآمیزه کاسیتزیت هستند. در تابه گاه های نوع الوویال این مناطق کاسیتزیت بیشتر از تنتالیت وجود دارد. میتوانند منرال های سنگین دیگر مانند میکروولیت، ایلمنیت، مونازیت، زیرکون و غیره نیز تمرکز نمایند. تناسب بین تنتال و نیوبیوم در تابه گاه های نوع پگماتیت ۱:۳ (تنتال ۳ قسمت، نیوبیوم ۱ قسمت) تا ۱:۱ و نوع گرانیتوئید ۱:۱ تا ۱۰:۱ (تنتال ۱ قسمت، نیوبیوم ۱۰ قسمت) تخمین می گردد. در مناطقی که تابه گاه ها از کاربناتیت ها، سنگ های آذرین قلیائی ویا از متاسوماتیت های متامورفوزازاد میکرولین – آلیبیت ساخته شده باشند، در پوش هواخورده زمین پیروکلور، اپاتیت و به مقدار کمتر مونازیت و مگنتیت تجمع نموده، در حالیکه در تابه گاه های نوع الوویال منرال های اصلی را پیروکلور و زیرکون و منرال های فرعی را مونازیت، زیرکلیت، بادلیت، اپاتیت، مگنتیت و غیره تشکیل میدهند. تناسب بین تنتال و نیوبیوم در این انواع ۱:۵۰ (تنتال ۱ قسمت، نیوبیوم ۵۰ قسمت) تا ۱:۱۰۰ (تنتال ۱ قسمت، نیوبیوم ۱۰۰ قسمت) تخمین می شود /۲.

در پگماتیت ها تتنال و نیوبیوم بصورت تولیدات فرعی هنگام فرآوری کان های لیتیم، بریلیوم و گاهی هم سزیم بدست می آیند. این نوع کان ها را پگماتیت های میکروکلین - آلپینی، آلپینی و آلپیت - اسپودومنی تشکیل میدهند. مهمترین آنها پگماتیت های بریل - تتنالت و پگماتیت های لپیدولیت - تتنالت استند که اجزای اصلی آنها را بریل، تتنالت، ودگینیت، میکروکلین، پولوسیت، لپیدولیت و همآمیزه های آنها را کاسیتیریت، پتالیت، اسپودومن، امبلیگونیت و غیره می سازند. مقدار تتنال پنت اکسید (Ta_2O_5) در آنها ۰،۰۱۵٪ تا ۰،۰۴۰٪ و گاهی هم بیشتر بوده و تناسب بین تتنال و نیوبیوم ۱:۱ تا ۱:۶ (تتنال ۶ قسمت، نیوبیوم ۱ قسمت) تخمین میشود/۲.

کاربناتیت های نیوبیوم - تتنال اجسام عمودی دودکش مانند را تشکیل می دهند که از سنگ های آذرین قلیائی و قلیائی اولترامافیک ساخته شده اند. بگونه ای که کاربناتیت ها بحیث آخرین تولید تفکیک یا شکل گیری مگما هسته درونی کامپلکس های سنگی ویا هم مغز رگه ها و زون ها را می سازند. این نوع کان ها در حاشیه های فعال قطعات تکتونیکی و در ریفت ها یا چاک های قاره ئی پیدا میشود. کان های کاربناتیت نیوبیوم - تتنال را میتوان به دسته های زیر تقسیم نمود:

الف) کان های هاتچتولیت Hatchettolit (اورانیوم - پیروکلور) ویا پیروکلور در کاربناتیت های کلسیتی که افزون بر اورانیوم - پیروکلور و پیروکلور در آنها اپاتیت، مگنتیت، پیرهوتین، زیرکلین، بادلینت و گاهگاه زیرکون، فرگسونیت، و کولومبیت وجود دارند. در کان های نیوبیوم - تتنال نوع اورانیوم - پیروکلور ۰،۰۱۲٪ تا ۰،۰۴۰٪ تتنال پنت اکسید (Ta_2O_5) موجود است و تناسب بین تتنال و نیوبیوم در آنها ۱:۵،۱ (۱ قسمت تتنال، ۵،۱ قسمت نیوبیوم) تا ۱:۱۰ (۱ قسمت تتنال، ۱۰ قسمت نیوبیوم) می رسد. مقدار نیوبیوم پنت اکسید (Nb_2O_5) در کان های پیروکلور نیوبیوم دار بگونه اوسط ۰،۲٪ تا ۰،۳٪ تخمین می شود، در حالیکه در **بونازره ها** (رگه های بزرگ) این مقدار به ۱٪ تا ۲،۵٪ افزایش می یابد. تناسب بین تتنال و نیوبیوم در آنها ۱:۵۰ (تتنال ۱ قسمت، نیوبیوم ۵۰ قسمت) تا ۱:۱۰۰ (تتنال ۱ قسمت، نیوبیوم ۱۰۰ قسمت) تعیین گردیده است،

ب) کان های اپاتیت - مگنتیت که دارای هاتچتولیت (اورانیوم - پیروکلور) و همآمیزه های پیروکلور، زیرکلین و بادلینت استند - مقدار تتنال پنت اکسید (Ta_2O_5) در آنها ۰،۰۱۰٪ تا ۰،۰۱۵٪ و تناسب بین تتنال و نیوبیوم ۱:۳ (تتنال ۱ قسمت، نیوبیوم ۳ قسمت) تا ۱:۸ (تتنال ۱ قسمت، نیوبیوم ۸ قسمت) تخمین می گردد،

ج) کان های فنیت که در آنها هاتچتولیت (اورانیوم - پیروکلور) موجود است - در اثر متاسوماتوزای تماسی تخته سنگ های کرستالی در چاردوبر کاربناتیت ها بوجود می آیند و اجسام منرالی (رگگ های کلسیت - آگیرین با اپاتیت، اورانیوم - پیروکلور و پیریت) در آنها شکل رگگ هائی را بخود می گیرند که گوئی در سنگ ها نفوذ کرده باشند (در بخش های

دیگر کتاب برای این عبارت اصطلاح **رنگ های نفوذی** را بکار خواهم برد. مقدار تتنال پنت اکسید (Ta_2O_5) در آنها ۰،۰۱۵٪ تا ۰،۰۲۵٪ و تناسب بین تتنال و نیوبیوم ۲:۱ (تتنال ۱ قسمت، نیوبیوم ۲ قسمت) تا ۵:۱ (تتنال ۱ قسمت، نیوبیوم ۵ قسمت) تخمین می گردد. این نوع کان به کان های متاسوماتیت های هیدروترمال مگما زاد تعلق می گیرد /۲/.

متاسوماتیت های مگما زاد آلبیتیت از نگاه استخراج صنعتی اهمیت محدودتری دارند. مگر براساس بعضی ارقام تقریباً ۱۵٪ انبار های جهانی نیوبیوم و بیشتر از ۲۸٪ ذخایر جهانی تتنال در همین کان ها جاگزین شده است. اجسام منرالی در بخش بالائی قبه هائی قرار دارند که در مسیف های گرانیت ها و گرانیتوئید های زیرقلیائی تا قلیائی و همچنان در مسیف های آلبیت شده بوجود آمده اند. بگونه ایکه شکل خط، عدس، لانه و یا زون را بخود می گیرند. بنا بر ترکیب منرالی، این کان ها به بخش های زیر دسته بندی می شوند:

الف) آلبیتیت های توپاز - لیتونیت - در این دسته ذخایر تتنال - نیوبیوم در قبه های گرانیت موجود بوده و از منرال های کولومبیت - تتنالیت، پیروکلور - میکروولیت، استرووریت، کاسیتریت و از مایکای لیتیوم ساخته شده اند. بگونه ایکه تراکم بیشتر تتنال (تا ۰،۰۳٪ تتنال پنت اکسید) در نزدیکی نقطه تماس قبه با سنگ هائی که بالای آن قرار دارند، صورت می گیرد و با افزایش مسافه از این نقطه مقدار تتنال در کان بزودی کاهش می یابد. تناسب بین تتنال و نیوبیوم ۱:۱ است،

ب) آلبیتیت های کریولیت - لیتونیت - بنام آلبیتیت های ریکیت نیز یاد می شوند و با گرانیتوئید های زیر قلیائی (سوب قلیائی) پیوند دارند. منرال های اصلی آنها را پیروکلور و کولومبیت و منرال های فرعی شان را فرگسونیت، زیرکون، گاگارینیت، مایکاهای لیتیوم و بعضی اوقات هم پریوریت، سامرسکیت و غیره تشکیل می دهند. مقدار تتنال پنت اکسید ۰،۰۲٪، مقدار نیوبیوم پنت اکسید ۰،۳٪ و تناسب بین تتنال و نیوبیوم در آنها ۱:۱۰ یعنی ۱ قسمت تتنال و ۱۰ قسمت نیوبیوم است. افزون بر اینکه منابع مهم نیوبیوم را می سازند، از نگاه مقدار عناصر خاکی کمیاب و به اندازه کمتر اورانیوم، توریوم، زیرکونیوم، لیتیوم و منرال کریولیت این دسته اهمیت زیاد دارد،

ج) سینتیت های نوع میاسکیت نفلینی آلبیت شده - در ایندوکانتکت ها و اکزوکانتکت ها این کانه با کامپلکس های سنگ های رسوبی ویا متامورفوزاشده جا دارند. روند آلبیت شدن سنگ ها با کاربنات شدن آنها نیز همراه است. اجسام منرالی را پیروکلور و زیرکون تشکیل می دهند. گاهگاه در متاسوماتیت ها منرال بریلیت نیز جاگزین میشود. تناسب بین تتنال و نیوبیوم ۱:۵۰ تا ۱:۱۰۰ تخمین گردیده است /۲/.

متاسومیت های متامورفوزاد میکروولین - آلبیت که در پهلوی نیوبیوم عناصر خاکی کمیاب و زیرکونیوم نیز دارند، در فوندمنت ها یا اساسات تکنیکی فعال کراتون پیدا

میشوند. بگونه ای که منرال ها در زون های میکرولین شده، آلبیت شده و کوارتز شده تخته سنگ های کرسنتالی جا گرفته اند و متاسوماتیت ها در امتداد درزهای تکتونیک قرار دارند، بدون آنکه با سنگ های آذرین درونی در ارتباط باشند. این کانه دارای ۵٪ تا ۱۰٪ کریولیت و همچنان دارای فلوریت، فلوسریت (تایسنیت)، گاگارینیت، زیرکون (ملکون)، سریوپیروکلور (ماریگ ناسیت)، پلومبوپیرکلور و به اندازه کمتر دارای کولومبیت، فرگسونیت، ایلمنیت و توریت استند. منرال های اصلی را سریوپیروکلور و پلومبوپیروکلور تشکیل میدهند. مقدار نیوبیوم پنت اکسید در آنها ۰،۱۵٪ تا ۰،۶۰٪ تخمین شده و تنتال در آنها ده تا سیزده مرتبه کمتر از نیوبیوم است. مقدار زیرکونیوم در این کانه ها ۱٪ تا ۲٪ تخمین می گردد /۲/.

کان های پروتومگماتیک براساس سینتیت های نفلینی اگپایتیک از مسیف لوفوزروفسکی اتحاد شوروی پیشین تعریف شده اند. پیدایش این مسیف به فعالیت تکتونیک – مگماتیک قله های بالت ربط دارد. مسیف بگونه ریتیک یا موزون لا خورده و مساحت ۳۰۰ کیلومتر مربع را در بر گرفته است. اجسام منرالی را شکل های افقی می سازند. منرال اصلی در آنها لوپاریت است /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های نیوبیوم و تنتال

برای تصمیم گیری در مورد اقتصادی بودن استخراج در کان های نیوبیوم و تنتال مقدار اکسیدها و یا دقیقتر بنویسم، مقدار پنت اکسیدهای این دو عنصر مهم است. مقدار اقتصادی نیوبیوم پنت اکسید کم از کم ۰،۱۵٪ تا ۰،۱۰٪ و مقدار تنتال پنت اکسید کم از کم ۰،۰۱۵٪ تا ۰،۰۱۲٪ تخمین میشود. کان غنی بیشتر از ۰،۴٪ نیوبیوم پنت اکسید و یا بیشتر از ۰،۰۲۵٪ تنتال پنت اکسید دارد. در تابه گاه ها برای استخراج اقتصادی لازم است تا کولومبیت و یا تنتالیت کم از کم ۰،۱ کیلوگرام در متر مکعب باشد /۲/.

خواص نیوبیوم و تنتال

نیوبیوم فلز خاکستری سخت است. کثافت آن ۸،۶ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۲۴۶۸ درجه سانتی گراد تعیین شده است. تنتال نیز با رنگ خاکستری جلدار خیلی سخت بوده، مگر خوب قابلیت کش شدن را دارد. کثافت آن ۱۶،۶ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۳۰۰۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است /۲/.

موارد کاربرد نیوبیوم و تنتال

نیوبیوم در تولید فولادی که در برابر آتش و تیزاب ها مقاومت دارد (مثلاً برای صنعت راکت سازی و هواپیما سازی)، بکار میرود. آلیاژ های نیوبیوم – قلع – تیتانیوم هادی های عالی برق اند و در تولید مقناطیس های ویژه، در تولید تجهیزات هسته ئی و غیره استفاده می شوند.

تنتال موارد کاربرد در تکنولوژی اتمی و الکترو - هوائی، الکترونیک سفینه های فضایی، ماهواره ها و کمپیوترها دارد. به کمک تنتال آلیاژهایی با نقطه ذوبان حتی ۴۴۰۰ درجه سانتی گراد ساخته میشوند. کاربرد تنتال از نگاه سختی به الماس نزدیک است. از بابت مقاومت زیاد در برابر موریانه تنتال در بعضی موارد بجای پلاتین که گرانتر است، بکار میرود /۲/.

۷-۳-۲-۲: کان های زیرکونیوم

کان هائی که از آنها زیرکونیوم بدست می آید، همه **چند فلزی (پولی متالیک)** استند و دارای تیتانیوم، نیوبیوم - تنتال و عناصر خاکی کمیاب می باشند. زیرکونیوم از آن ها بگونه عنصر فرعی استخراج می گردد. منرال های مهم زیرکونیوم را در تابه گاه ها زیرکون و بادلیت تشکیل میدهند، در حالیکه در کاربناتیت ها تنها بادلیت موجود است. منرال دیگر زیرکونیوم، ائودیالیت، ویژه مگماتیت هاست /۲/.

زیرکون

Zirkon: $ZrSiO_4$; 50% Zr

زیرکون منرال است که در طبیعت خیلی فراوان پیدا میشود. در پهلوی زیرکونیوم، سیلیسیوم و آکسیجن مقداری هم هفنیوم با توریوم و اورانیوم دارد (۴٪ تا ۲۴٪) که قسماً زیرکونیوم را در آن تعویض می نمایند. بعضی اوقات میتواند فاسفور، ایتریوم و عناصر خاکی کمیاب نیز داشته باشد. بیشتر به شکل دانه دار و یا به شکل دانه های مستقل و جغله پیدا می شود. بی رنگ است، مگر میتواند **رنگ های** نضواری، نضواری سرخ و کمتر وقت رنگ های زرد، سبز یا نضواری را نیز بخود بگیرد. **جلای** الماسی تا روغنی دارد. انواع آن که سنگ های قیمتی (گرانها) را تشکیل می دهند، شفاف اند. معمولاً در اثر موجودیت اورانیوم سیمای ابری را بخود می گیرد. ذوب نمیشود. در تیزاب ها منحل نمی گردد. اکثراً سخت رادیواکتیو است و همچنان علت رادیواکتیو بودن بسیاری سنگ هائست که در آنها جاگزین می شود. جزء اکسیسوریک برخی از سنگ های آذرین مانند گرانیت ها، تراکیت ها، پگماتیت های نفلینی سیننیت ها و غیره و همچنان تخته سنگ های کرستالی، سنگ های ریگی و دیگر رسوب های کلاستیک است. منبع مهم زیرکونیوم و گاهی هم منرال مهم اورانیوم را تشکیل میدهد. انواع شفاف آن مانند هیاسینت، جارگون و غیره بگونه سنگ های قیمتی بکار می روند. نام زیرکون احتمالاً از واژه پارسی زرگون گرفته شده است /۲/ و /۵/.

بادلیت

Baddeleyit: ZrO_2 ; Zr<73,9%

بادلیت منرال کمیاب از سلسله اورانیت است. کرسنال های آن با بزرگی حتی پنج ملی متر رنگ های زرد، نسواری ویا سیاه را بخود میگیرند. ندرتاً بی رنگ نیز میتواند باشد. در قسمت تراشیده شده خود بی رنگ ویا نسواری به نظر می رسد. به دشواری ذوب می گردد. در تیزاب ها منحل نمیشود. در سنگ های آذرین قلیائی جا دارد، مگر بیشتر در تابه گاه ها موجود است. نام این منرال از نام ج. بادلی که برای نخستین بار نمونه آن را از سیلون به جهان معرفی نمود، گرفته شده است / ۲ و ۵/.

اِئودیالیت

Eudialyt: $Na_4(Ca, Ce, Fe)_2ZrSi_6O_{17}(OH, Cl)$; Zr<14,5%

اِئودیالیت سیلیکات قلیائی سودیم، کلسیوم، زیرکونیوم و آهن دوولانسه با کلور از سلسله کتابلیت است که در آن گاهگاه سریوم و منگان نیز آمیخته می شود. کرسنال های نسبتاً بزرگ آن شفاف بوده و دارای جلائی شیشه ئی استند. رنگ های نسواری سرخ، سرخ شفتالوئی، گلابی ویا نسواری را بخود می گیرد. اکثراً مجموعه های دانه دار یا توده ئی را تشکیل میدهد. در تیزاب ها منحل می گردد. در سینیت های اِئولییتیک و دیگر سنگ های اولترابازیک موجود است / ۲ و ۵/.

در کان های زیرکونیوم عنصر هفنیوم همآمیزهء سودمند شمرده میشود. کان های زیرکونیوم (+ هفنیوم) را به میتوان از نگاه صنعتی به این دسته ها تقسیم نمود / ۲/:

- تابه گاه های رسوبی،

- تابه گاه ها در پوش هوا خوردهء زمین،

- انواع دیگر.

تابه گاه های رسوبی تقریباً ۹۵٪ تولیدات جهانی زیرکونیوم (+ هفنیوم) را می سازند. بیشترین ارزش را تابه گاه های باقیماندهء ساحلی دارا اند، در حالیکه تابه گاه های رسوبی نوع الویال اهمیت کمتر دارند. تابه گاه ها چند فلزی (پولی متالیک) بوده و عناصر زیرکونیوم، نیوبیوم – تانتال، تیتانیوم، عناصر خاکی کمیاب و غیره را میتوان در آنها جستجو نمود. از جمله منرال های زیرکونیوم بیشتر در آنها زیرکون یکجا با بادلیت و به اندازه

اندک با زیرکلیت پیدا میشود. منرال های سودمند دیگری که در آنها وجود دارند، عبارتند از ایلمنیت، روتیل، کولومبیت – تتنالییت و موناژیت /۲/.

تابه گاه ها در پوش هوا خورده زمین در مناطقی پیدا میشوند که منابع ریشه ئی وجود دارند. بویژه در مسیف های سینتیت های نفلینی آلبیت شده و همچنان در آلبیت های کریولیت – لیتونییتی ویا آلبیت های خطی منرال زیرکون بیشتر تمرکز می نماید. در کاربناتیت ها زیرکون کمتر وجود دارد، اما به مقدار بیشتر بادلیت موجود است و همچنان زیرکلیت را میتوان در آنها سراغ کرد /۲/.

انواع دیگر کان ها درحقیقت منابع پس انداز شده زیرکونیوم را تشکیل میدهند و تا کنون در تولیدات جهانی این عنصر سهم بزرگی ندارند. این دسته در کاربناتیت هائی که میتوانند دارای بادلیت، زیرکون و زیرکلیت باشند، در آلبیت های خطی که دارای زیرکون – ملاکون هستند، در آلبیت های کریولیت – لیتونییتی، سینتیت های نفلینی آلبیت شده و در لوپاریت های ائودیالیتدار جا گرفته اند /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های زیرکونیوم

در کان های ریشه دار میتوان استخراج ۰،۴٪ تا ۰،۲٪ زیرکونیوم را اقتصادی شمرد. در تابه گاه ها ۳٪ تا ۴٪ منرال های سنگین مفید (برعلاوه ایلمنیت، روتیل، موناژیت و غیره) را با اهمیت خواند /۲/.

خواص زیرکونیوم

زیرکونیوم فلز جلا دار با رنگ سفید خاکستری است که توانائی شکل گرفتن را دارد. کثافت آن ۶،۵۲ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۱۸۵۵ درجه سانتی گرید است /۲/.

موارد کاربرد زیرکونیوم

بخش زیاد زیرکونیوم فلزی در نیروگاه های برق هسته ئی (بگونه قالب های اورانیوم – توریوم – زیرکونیوم و به قسم آلیاژ های زیرکونیوم با قلع، آهن، کرومیوم و نیکل) استفاده میشود. به اندازه کمتر در آلیاژهای فلزات سبک ویا فولاد بکار میرود که در نتیجه قابلیت ارتجاعی فلز ویا فولاد را بیشتر میسازد. زیرکونیوم در تولید ریگ های ریخته گری، در تولید مواد ضد حرارت، در ساختن دیوار کوره ها و بحیث ماده تراننده یا ساینده مورد استفاده قرار می گیرد /۲/.

۲-۳: فلزات کمیاب ردیابی شونده

در این دسته فلزاتی قرار دارند که مرکبات آنها بصورت منرال یا هیچ ساخته نمیشوند و یا ساخته میشوند ولیکن کان مستقل را تشکیل نمی دهند. صرف بگونه مخلوط ها در منرال هائی که خواص جیوکیمیائی یکسان دارند، موجود اند. ازینرو تولید این فلزات وابسته به تولید فلزهای دیگر است. عناصریکه به این شکل در طبیعت پیدا میشوند، عبارتند از: کدیمیوم، گالیوم، گرمانیوم (جرمانیوم)، هفنیوم، ایندیوم، روبیدیوم، رنیوم، اسکاندیوم، سلنیوم، تلوریوم و تالیوم /۲/.

۲-۳-۱: کان های کدیمیوم

کدیمیوم را میتوان در منرال های جست (بویژه در سولفید های آن) یافت نمود. مقدار کدیمیوم در اسفالریت از ۰،۰۱٪ تا ۵٪ تحول میکند، اما بگونه اوسط میتواند ۰،۱٪ تا ۰،۶٪ کدیمیوم در اسفالریت وجود داشته باشد. در ورتزیت میتوان از یک تا ده ها در صد کدیمیوم پیدا نمود. در منرال های فلزات دیگر مقدار کدیمیوم ناچیز است. باید گفت که منبع مهم کدیمیوم را زباله بطری هائی که از نیکل - کدیمیوم ساخته شده اند، تشکیل میدهد /۲/.

ورتزیت

Wurtzit: ZnS

ورتزیت نوعی از اسفالریت است که در ۱-۴-۱-۲-۲ تشریح شد. در اینجا تنها میتوان گفت که تا ۳،۶۶٪ جست در آن توسط کدیمیوم تعویض میشود. در حرارت بیشتر از ۱۰۲۰ درجه سانتی گراد می تواند ثابت باشد. رنگ نصولاری روشن تا نصولاری تاریک دارد. جلالی آن سخت قیر مانند و رنگ خاکه آن نصولاری روشن است. در رگه های هیدروترمال در حرارت ۱۰۲۰ درجه سانتی گراد از اسفالریت بوجود می آید. در طبیعت معمولاً در حرارت های پائین شکل می گیرد، مگر به آسانی به اسفالریت مبدل میگردد. نام این منرال از نام کیمیدان فرانسوی، ا. ورتز، گرفته شده است /۲/.

گرینوکیت

Greenockit: CdS

گرینوکیت - سولفید کدیمیوم - در تنوع بتا از سلسله ورتزیت بوده و با آن منرال هم نوع را می سازد. بیشتر بگونه لکه های لیموئی، زرد عسل مانند و یا زرد نارنجی پیدا میشود. کرسنال های آن توانائی عبور نور را داشته و جلاهای روغنی تا الماسی را بخود می گیرند.

رنگ خاکه‌ء آن زرد است. نوب نمی‌گردد. در هیدروکلوریک اسید غلیظ منحل می‌شود و سولفید هایدروجن را آزاد می‌کند. در ساحهء اکسیدی کان‌های سولفیدی هنگام از هم پاشیدن اسفالریت کدیمیومدار بوجود می‌آید و لکهء زرد سبزرنگ را می‌سازد. از نگاه تولید کدیمیوم اهمیت ناچیز دارد. نام این امرال از نام لارد گرینوک گرفته شده است /۲ و /۵.

اوتاویت

Otavit: CdCO_3

اوتاویت منرال خیلی کمیاب از سلسلهء کلسیت است و با آن منرال **همنوع** را میسازد. کرسنال هائی را تشکیل میدهد که صرف ۰،۵ ملی متر بزرگی دارد. بر اسمیت سونیت (اسمیتسونیت) بگونهء پوش شکل می‌گیرد. جلای روشن بسیاری از کر کسیتال‌های اسمیتسونیت از همین بابت است. سفید خاکستری و یا سرخ جلوه نموده و **جلای** سخت الماسی تا مرواریدی دارد. در هیدروجن کلوریک اسید به آسانی منحل میشود /۲ و /۵.

سجه گی اقتصادی کان‌های کدیمیوم

در کان هائی که کدیمیوم موجود است (مثلاً در کان‌های اسفالریت)، سجه گی اقتصادی آن از ۰،۲٪ آغاز می‌گردد /۲.

خواص کدیمیوم

کدیمیوم فلز سفید نقره ئی جلادار است. کثافت آن ۸،۶۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطهء ذوبان آن ۳۲۰،۹ درجهء سانتی گراد تعیین شده است. نرم بوده و در هوای آزاد با قشر نازک که در حقیقت اکسید آن است، پوش میشود. این پوش از اکسید شدن بیشتر آن جلوگیری می‌کند. مرکب‌های محلول کدیمیوم زهرناک اند /۲.

موارد کاربرد کدیمیوم

کدیمیوم در پوشش فلزات دیگر که خطر موریانه آنها را تهدید میکند، استفاده میشود. ترکیبات نیکل – کدیمیوم، کدیمیوم – نقره و سیماب – کدیمیوم در سلول‌های برقی بکار میروند. کدیمیوم در تولید آلیاژهای سودمند است که به آسانی نوب میشوند. در رناکتورهای هسته ئی جهت جذب نیوترون‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تولید پلاستیک و دیگر اجناس سینتتیک بکار می‌رود. از مرکب کدیمیوم در تولید رنگ کار گرفته میشود /۲.

۲-۳-۲: کان های گالیوم

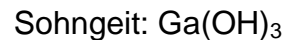
دو منرال مشهور گالیوم - گالیت و سوهنگیت - خیلی کمیاب هستند. منبع اصلی گالیوم را تراکم آن در اسفالریت ها، ورتزیت ها و بویژه در باوکسیت ها تشکیل میدهد. در اسپودومن، لپیدولیت، بریل و الوموسیلیکات های دیگر نیز میتواند پیدا شود، مگر تا کنون این منابع چندان مورد استفاده قرار نمی گیرند /۲/.

گالیت



گالیت سولفید کمیاب گالیوم و مس از سلسله کالکوپیریت است. مجموعه های دانه دار را با رنگ خاکستری و جلای فلزی میسازد. دیر زمانی بگونه کان لاملار مشهور بود و بحیث سنگ تیغ مورد توجه قرار می گرفت. نام این منرال از نام عنصر گالیوم گرفته شده است /۲/ و /۵/.

سوهنگیت (سونگیت)



سوهنگیت هیدروکسید کمیاب گالیوم است که سلسله همانم خود یعنی سلسله سوهنگیت را میسازد. نام آن از نام گ. سوهنگ، جیولوجیست عمومی شرکتی که در کشور نامیبیا کان ها را استخراج می نمود، گرفته شده است /۲/ و /۵/.

سپه گی اقتصادی کان های گالیوم

در باوکسیت های فقیر ۳۰ تا ۴۰ پی پی ام، در باوکسیت های نیمه غنی ۵۰ تا ۶۰ پی پی ام و در باوکسیت های غنی ۷۰ تا ۸۰ پی پی ام گالیوم موجود است. مقدار متوسط گالیوم در اسفالریت ها ۴۰ پی پی ام و در ورتزیت ها ۱۱۲ پی پی ام تخمین میشود /۲/.

خواص گالیوم

گالیوم فلز نرم است که توانائی کش شدن را دارد. رنگ آن سفید جلا دار است. کثافت آن ۵،۹ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۲۹،۷۸ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است /۲/.

موارد کاربرد گالیوم

مقدار زیاد گالیوم – تقریباً ۹۰٪ آن – در الکترونیک (نیمه هادی ها، دیودها، سلول های برقی) و در تکنیک لیزر بکار می رود. بقیه آن در تولید آلیاژهای سوپر هادی با ونادیوم، نیوبیوم و زیرکونیوم و همچنان در پژوهش های علمی مورد استفاده قرار می گیرد. از دیرزمان بدینسو گالیوم مواد خوبیست برای تولید آلیاژهای زودذوب (با کدیموم یا قلع و جست) که نقطه ذوب آنها صرف به ۱۷ درجه سانتی گراد می رسد. در تولید حرارت سنج ها برای درجه های حرارت بالا و در تولید آئینه هائی که توانائی زیاد انعکاس را دارند، نیز نقش مهم را بازی می کند /۲/.

۲-۳-۳: کان های گرمانیوم (جرمانیوم)

منرال های گرمانیوم در تولید گرمانیوم اهمیت اندک دارند. اکثراً این منرال ها سولفید های دیگر را در کان های دیگر همراهی مینمایند. بیشترین مقدار گرمانیوم (تقریباً ۹۰٪ آن) هنگام فرآوری اسفالریت ویا کان های چند فلزی مس – جست – سرب بدست می آید. مقدار کم آن در خاکستر نیروگاه های برق حرارتی که در آنها زغال گرمانیوم دار استفاده میشود، موجود است. منابعی که از نگاه تولید گرمانیوم میتوانند آینده خوب داشته باشند، کان های رسوبی – آتشفشانی آهن و کوارتزیت های آهن اند /۲/.

منرال های گرمانیوم عبارتند از /۲/:

رنیریت

Rennierit: $Cu_3(Fe, Ge, Zn)(S, As)_4$; 5,5%-7,7% Ge

رنیریت سولفید مس، گرمانیوم و آهن سه ولانسه است که با گرمانیت قرابت دارد. کرسنال های زرد ویا برنزی آن تا ۱،۱ ملی متر بزرگی دارند و سخت مقناطیسی اند. بیشتر مجموعه های دانه دار را می سازد. هرگاه نور از آن منعکس شود، رنگ نضواری تیره را بخود می گیرد. نام این منرال از نام پروفیسور ا. رنیر، رئیس انجمن جیولوجی بلجیم، گرفته شده است /۲/ و /۵/.

گرمانیت

Germanit: $\text{Cu}_3(\text{Ge}, \text{Fe})(\text{S}, \text{As})_4$; 6%-10% Ge

گرمانیت سولفید کمیاب گرمانیوم، مس و آهن سه ولانسه از سلسله لوزونیت است. از نگاه ماکروسکوپی به تترادریت شباهت دارد. افزون بر گرمانیت دارای کم و بیش ۸۵٪، گالیوم بوده و مقداری هم از جست، مولیبدنوم و عناصر دیگر در آن موجود است. از بابت داشتن گرمانیت خیلی اهمیت دارد. کرسنال های میکروسکوپی را ساخته و به شکل های دانه دار تا توده ئی پیدا می شود. ناشفاف است. رنگ گلابی بنفش دارد. جلائی آن فلزی و رنگ خاکه آن سیاه است. شکننده است و نسبتاً به آسانی ذوب می شود ۲/ و ۵/.

ارگیرودیت

Argyrodit: Ag_8GeS_6 ; 3,6%-7% Ge

ارگیرودیت سولفید کمیاب نقره و گرمانیوم از سلسله ارگنتیت است. گرمانیت در آن گاهگاه با قلع تعویض می شود. کرسنال های خیلی کوچک آن رنگ سیاه تا خاکستری فولادی دارند و می توانند که سرخ، بنفش و یا آبی جلوه کنند. میتواند به شکل گرده ئی نیز پیدا شود. جلائی آن فلزی است. به آسانی ذوب می گردد ۲/ و ۵/.

کنفیلدیت

Canfieldit: $\text{Ag}_8(\text{Sn}, \text{Ge})\text{S}_6$; 1,82%-3,65% Ge

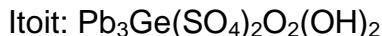
کنفیلدیت سولفید نقره، قلع و گرمانیوم است که با ارگیرودیت قرابت دارد. مقدار زیاد گرمانیوم در آن با قلع تعویض می شود. کرسنال های سیاه آن تمایل به رنگ آبی داشته و دارای جلائی سخت فلزی استند. ناشفاف است. به آسانی ذوب می گردد. نام این منرال از نام انجنیر معدن، ف. ا. کنفیلد، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

استوتیت

Stottit: $\text{FeGe}(\text{OH})_6$

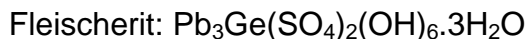
استوتیت هیدروکسید کمیاب آهن دوولانسه و گرمانیوم از سلسله سوهنگیت است که مقدار گرمانیوم در آن میتواند حتی به ۳۰٪ برسد. کرسنال های نسواری آن تا ۱ سانتی متر بزرگی دارند. سخت جلا دار بوده و رنگ خاکه آن سفید خاکستری است. در اثر اکسید شدن کان های سولفیدی گرمانیوم به وجود می آید. با بورنیت و رنیریت یکجا پیدا میشود. نام این منرال از نام رئیس عمومی معادن تسومبو (نامیبیا)، چ. ا. استوت، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

ایتویت



ایتویت منرال کمیاب از سلسله باریت است. مجموعه های سفید خاکستری و دانه دار آن **جلای** سخت ابریشمی دارند. زیر میکروسکوپ بی رنگ و شفاف به نظر می رسد. در اثر پستودومورفوزای فلیسچریت بوجود می آید. نام این منرال از نام پروفیسور جاپانی، تی ایچی ایتو، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

فلیسچریت



فلیسچریت سولفات آبدار و قلیائی سرب و گرمانیوم از سلسله شاورتیت است. بگونه پوش ویا هم به قسم مجموعه های قوس مانندی که از سوزنک های میکروسکوپی با خوردی یک سوم ملی متر ساخته شده اند، شهرت دارد. **جلای** آن ابریشمی است و در زیر میکروسکوپ شفاف و بی رنگ به نظر می رسد. در سطح جهانی کمیاب است، اما در معدن تسومبو در ساحه اکسیدی کان های مس وجود دارد. نام این منرال از نام کارمند انجمن جیولوجی ایالات متحده امریکا، م. فلیسچر، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

سچه گی اقتصادی کان های گرمانیوم

مقدار صنعتی گرمانیوم در اسفالریت ها خیلی متحول است و بگونه اوسط از ۴۰ پی پی ام تا ۵۰۰ پی پی ام تغییر میکند. در کالکوپیریت ها گرمانیوم به مقدار کمتر موجود است (۱۰ پی پی ام تا ۴۰ پی پی ام). زغال های گرمانیوم دار غنی بیشتر از ۵۰۰ گرام و زغال های گرمانیوم دار فقیر کمتر از ۵۰ گرام گرمانیوم در خاکستر شان دارند. در کان های رسوبی – آتشفشانی آهن ۳۰ پی پی ام تا ۵۰ پی پی ام و در کوارتزیت های آهن ۵ پی پی ام تا ۱۵ پی پی ام گرمانیوم موجود است ۲/.

خواص گرمانیوم

گرمانیوم فلز شکننده با رنگ سفید خاکستریست. کثافت آن ۵،۳۲ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۹۳۷،۴ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. توانائی خوب در گذشتاندن نور مادون قرمز از خود نشان می دهد ۲/.

موارد کاربرد گرمانیوم

تقریباً ۴۰٪ تولیدات گرمانیوم در سیستم های مادون قرمز، ۲۵٪ آن در الکترونیک (نیمه هادی ها)، ۲۰٪ آن در فیبر های نوری، ۱۰٪ آن در دتکتورها یا ردیاب های اشعه گاما و بقیه آن در آلیاژهای زودذوب بکار می رود /۲/.

۲-۳-۴: کان های هفنیوم

هفنیوم چنانچه گفته شد، در منرال های زیرکون و بادلایت پیدا میشود. بگونه ایکه تناسب میان عناصر زیرکونیوم و هفنیوم در آن ها معمولاً ۱:۵۰ (۵۰ قسمت زیرکونیوم و ۱ قسمت هفنیوم) و استثناء ۱:۱ می باشد /۲/.

خواص هفنیوم

هفنیوم فلز شکل پذیر با رنگ سفید است. کثافت آن ۱۳،۳ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۲۲۰۷ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است /۲/.

موارد کاربرد هفنیوم

بخش بیشتر هفنیوم (تقریباً ۸۰٪ آن) در تولید میله های کنترولی در رناکتورهای هسته ئی مورد استفاده قرار می گیرد. قسمتی از آن در تولید آلیاژهای مقاوم در برابر حرارت با نیوبیوم، تنتال، مولیبدنوم و ولفرامیوم بکار می رود. در تولید کاربید نیوبیوم - هفنیوم که نقطه ذوب آن ۳۹۰۰ درجه سانتی گراد میباشد، نیز مفید است. از ساحه های دیگری که در آن ها هفنیوم مورد استفاده قرار می گیرد، میتوان تولید منبع نور در کمره های عکاسی، صنعت شیشه سازی و صنعت سرامیک را نام برد /۲/.

۲-۳-۵: کان های ایندیوم

مقدار بیشتر ایندیوم در جریان فرآوری کانسنترات های اسفالریت و مقدار کمتر آن هنگام فرآوری کان های کاسیتريت نوع سولفیدی بدست می آید. تراکم ایندیوم در منرال های مستقل مانند روکوزیت، ایندیت و غیره اهمیت کانی ندارد. زیادترین مقدار ایندیوم را میتوان در اسفالریت های سیاهی که به آهن غنی اند، جستجو نمود. بگونه ایکه حتی چند صدم کان اسفالریت را میتواند ایندیوم تشکیل دهد، با آنکه بطور اوسط مقدار آن ۰،۰۰۴٪ تخمین

میشود. در کان های قلع و مس نیز میتواند ایندیوم موجود باشد. اما مقدار آن در اینگونه کان ها کمتر است /۲/.

روکوزیت

Roquesit: $CuInS_2$

روکوزیت سولفید کمیاب مس و ایندیوم از سلسله کالکوپریت است. منرالیست که در آن برای نخستین بار ایندیوم بحیث جزء مهم کدام منرال کشف گردیده است. رنگ خاکستری دارد که متمایل به آبی است. شکل های میکروسکوپی را در بورنیت در کان های مس، قلع و آهن می سازد. نام این منرال از نام پروفیسور فرانسه ئی، م. روکوز، گرفته شده است /۲/ و /۵/.

ایندیت

Indit: $FeIn_2S_4$

ایندیت منرالیست که در کاسیتريت دانه هائی را با بزرگی تا ۰،۵ ملی متر می سازد. رنگ سیاه سبز و جلاى فلزى دارد. هرگاه نور از آن منعكس شود، رنگ سفید را بخود می گیرد و ایزوتروپیک است (منرال ایزوتروپیک منرالیست که در همه سمت ها خواص فیزیکی یکسان نشان می دهد و زیر میکروسکوپی که نور را پولاریزه میکند، در هر برش همیشه تاریک به نظر می رسد). ایندیت را میتوان با سوزن فولادی خراشید. در اثر هواخوردگی از آن جالیندیت بوجود می آید /۴/ و /۵/.

سچه گی اقتصادی کان های ایندیوم

از نگاه اقتصادی ۰،۲٪ تا ۰،۳٪ ایندیوم در کانسدترات ها اهمیت استخراج را دارد /۲/.

خواص ایندیوم

ایندیوم فلز خیلی نرم است و رنگ سفید نقره ئی دارد. کثافت آن ۷،۳ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۱۵۶،۶ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است /۲/.

موارد کاربرد ایندیوم

بخش زیاد ایندیوم در تولید آلیاژهای ویژه ای که برای فلزکاری مواد استفاده میشوند، بکار میرود. همچنان در گهرسازی، طب دندان، نیروگاه های هسته ئی (کنترول فعالیت رناکتور)، در صنایع موترسازی، هواپیماسازی و راکت سازی و در تولید آئینه ها وغیره مورد استفاده قرار می گیرد. مرکب های آن، مثلاً با قلع ویا با فاسفور، در تولید نیمه هادی ها، در تولید رنگ شیشه ها و یا بگونه کتالیزر در تصفیه و پالایش نفت مفید اند /۲/.

۲-۳-۶: کان های روبیدیوم

مهمترین منبع روبیدیوم لپیدولیت است که در آن ۰،۲٪ تا ۴،۵٪ روبیدیوم وجود دارد (در باره لپیدولیت در جای دیگر کتاب روشنی انداخته شده است). از منابع دیگر میتوان پولوسیت ویا سایر منرال های لیتیوم را نام برد. روبیدیوم در کرنالیت و آب های ترمال نیز پیدا می شود /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های روبیدیوم

مقدار معمول روبیدیوم در پگماتیت ها و گریسن هائی که استخراج میشوند، ۰،۲٪ تا ۰،۵٪ است. در اوپوریت های پتاشیم دار تقریباً ۰،۰۱٪ و در آب های ترمال و جهیل های نمک دار ۰،۰۰۲٪ تا ۰،۰۰۶٪ روبیدیوم برای استخراج کافیت /۲/.

خواص روبیدیوم

روبییدیوم فلز سبک و بسیار نرم با رنگ سفید نقره ئی می باشد که کثافت آن ۱،۵۲ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۳۹ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. در هوای آزاد خیلی زود به اکسید مبدل میشود. روبیدیوم آب را تجزیه می کند /۲/.

موارد کاربرد روبیدیوم

روبییدیوم در مقناطیس سنج ها، تخنیک لیزر و بگونه گنر (گیرنده) در واکوم تیوب ها بکار می رود (گنر یا گیرنده ماده فعالی است که اتم ها و مالکول های گاز را توسط تعامل کیمیائی بخود جذب می نماید و رها نمی کند). مرکب های آن در دواسازی، شیشه سازی، در تولید زیولیت های مصنوعی، بحیث کتالیزر در کیمیای عضوی، در چراغ سازی و غیره مورد استفاده قرار می گیرند /۲/.

۲-۳-۷: کان های رنیوم

منبع اصلی رنیوم کانسنترات های مولیبدنیت استند و هنگام فرآوری کان های پورفیری مس (مولیبدنوم) بدست می آید. به اندازه کمتر هنگام فرآوری سنگ های ریگی مس دار حاصل میشود که در آنها رنیوم بیشتر در بورنیت و کالکوزین جاگزین است. منبع دیگر این عنصر را سنگ های گلی مس دار و ونادیوم – اورانیوم دار تشکیل میدهند که نوع منفلد اند. رنیوم

را از زباله آلات و فلزاتی که در تولید آنها بکار رفته است (مانند کتالیزرها، آلیاژهای رنیوم - ولفرامیوم و غیره) نیز بدست می آورند /۲/.

جسکازگانیت

Dzhezkazganit (Dzhezhkhzganit, Dscheskasganit): $CuReS_4$;
Re=40%-50%

جسکازگانیت منرال کمیابست که تا هنوز درست شناسائی نشده است. احتمالاً سولفید مس و رنیوم بوده و ۴۰٪ تا ۵۰٪ رنیوم دارد. **امورفیک یا بی شکل** است (منرال **امورفیک یا بی شکل** منرال ایزوتروپیک کمیابی را می گویند که ساختار درونی منظم ندارد. هیچ نوع کرسیتال را نمی سازد). مجموعه های میکروسکوپی آن هنگام انعکاس نور رنگ خاکستری نسواری روشن را بخود می گیرند. جسکازگانیت در بورنیت و کالکوزین کان های مس و سرب بگونه رگ های باریک پیدا می شود /۲ و ۵/.

سجه گی اقتصادی کان های رنیوم

در کانسنترات های اولیه مولیبدنوم، مس - مولیبدنوم، مس ۰،۰۰۵٪ تا ۰،۰۰۵٪ رنیوم موجود است. پس از بریان نمودن آن ها در خاکستر شان ۰،۲٪ تا ۰،۰۱٪ رنیوم را میتوان دریافت نمود. در **سنگ های گلی** نوع منفرد مقدار رنیوم متحول است و از ۰،۰۲٪ تا ۰،۰۰۲٪ تغییر می کند. بگونه اوسط در آنها ۰،۰۰۷٪ رنیوم وجود دارد. در **سنگ های ریگی** مس دار ۰،۰۱٪ تا ۰،۰۰۵٪ رنیوم موجود است /۲/.

خواص رنیوم

رنیوم فلز سنگین و خیلی سخت با رنگ خاکستری نقره ئی است که در برابر حرارت مقاومت دارد. کثافت آن ۲۰،۵ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۳۱۷۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است /۲/.

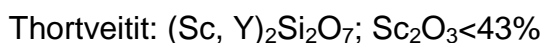
موارد کاربرد رنیوم

مقدار زیاد رنیوم (کم و بیش ۹۰٪ آن) در تولید کتالیزرهایی که در بنزین، تولون، اکسیلین و بنزن استفاده می شوند، بکار می رود. بقیه آن در تولید ترموکوپل های مقاوم در برابر حرارت، در تولید آلیاژها برای صنعت هواپیماسازی و راکت سازی، در تولید آلیاژهای ضد حرارت (نقطه ذوبت آلیاژ رنیوم با تتال به ۴۴۰۰ درجه سانتی گراد می رسد!) و در تولید پوش های مقاوم در برابر حرارت استفاده می شود /۲/.

۸-۳-۲: کان های اسکاندیوم

منبع اصلی اسکاندیوم را زباله هائی که هنگام فرآوری کانسنترات های ولفرامیت، کاسیتريت و اورانیوم بوجود می آیند، تشکیل میدهند. مقداری هم از آن دسته پگماتیت ها بدست می آید که در آنها منرال توروتویتیت جاگزین شده است. بگونه همآمیزه در منرال های ائوکسنیت، سمرسکیت، اکسنوتیم و غیره شکل می گیرد. در فاسفوریت ها، باوکسیت ها، خاکستر برخی از زغال ها، منرال های سنگین تابه گاه ها و در گره های آهن - منگان بحرهای پشین هر روز اهمیت آن بیشتر می شود /۲/.

توروتویتیت



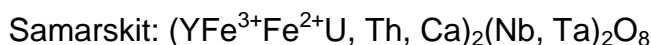
توروتویتیت سیلیکات کمیاب اسکاندیوم از سلسله تالنتیت است که مقداری اسکاندیوم آن با ایتریوم تعویض می شود. تا ۴۳٪ اکسید اسکاندیوم دارد. مقدار کمی از عناصر خاکی کمیاب نیز در آن موجود است. کرسنال های اکثرآ کلان را با رنگ های سیاه خاکستری و یا سبز خاکستری ساخته و جلائی شیشه ئی تا الماسی دارد. بسیار شکننده است. به دشواری ذوب می گردد. در هیدروجن کلوریک اسید جوش خورده و به اندازه کم آسیب می بیند. در پگماتیت های گرانیتی پیدا می شود. نام این منرال از نام انجنیر نارویجی، اولاوس توروتویت، گرفته شده است /۲/، ۵ و /۸/.

ائوکسنیت



ائوکسنیت اکسید پیچیده ایتریوم، سریوم، اورانیوم، سرب، کلسیوم با نیوبیوم، تننال و تیتانیوم است که اندکی هم آهن دارد. همیشه ایزوتروپیک است (به همه سمت ها خواص فیزیکی یکسان نشان می دهد). رنگ سیاه قیرگون و یا نضواری زیتونی دارد. در بخش های تراش شده نضواری جلوه میکند. رنگ خاکهء آن نضواری سرخ است. جلائی آن نیمه فلزی است و کرسنال های استوانه ئی نامکمل یا تخته ئی آن شبیه کرسنال های کولومبیت به نظر می رسند. در رگه های پگماتیت گرانیتی پیدا میشود /۵/ و /۷/.

سمرسکیت



سمرسکیت اکسید نه چندان فراوان ایتریوم، اورانیوم، کلسیوم، نیوبیوم و آهن سه ولانسه است که به سلسله ائوکسنیت تعلق دارد و کرسنال های تخته ئی را با رنگ سیاه مائل به نضواری

می سازد. دارای جلائی نیمه فلزی است و رنگ خاکه‌ء آن نسواری سرخ به نظر می رسد. بیشتر دانه های هموار را در مجموعه های ایزوتروپیک تشکیل میدهد. زیاد شکننده است. به دشواری ذوب می شود. پودر آن در سولفوریک اسید کاملاً منحل می گردد. معمولاً در فلدسپارهای پگماتیت گرانیتی وجود دارد. نام این منرال از نام منصبدار روسی گرفته شده است /۵/.

اکسنوتیم

Xenotim: YPO_4

اکسنوتیم فوسفات نه چندان فراوان ایتریوم با زیرکونیوم است که خواص ایزوتروپی داشته و به اندازه ۶۰٪ ایتریوم و عناصر خاکی با توریوم، زیرکونیوم و اورانیوم در آن موجود می باشد. فاسفور در آن بارها با ۵٪ سیلیکا تعویض می شود. ترکیب کیمیائی اکسنوتیم خیلی متحول است. کرسنال های شبیه زیرکون را می سازد. رنگ زرد، نسواری زرد و همچنان سبز دارد و جلائی آن روغنی و یا شیشه ئی است. خاکهء آن رنگ نسواری خیره دارد. ذوب نمی گردد. در تیزاب ها بسیار کم آسیب می بیند. بیشتر یکجا با زیرکون در گرانیت های موسکوویتی و در پگماتیت ها پیدا می شود /۵/.

سپه گی اقتصادی کان های اسکاندیوم

مقدار اسکاندیوم برای استفاده صنعتی در زبالهء کانسنترات های ولفرامیت از ۰،۰۴٪ تا ۰،۰۵٪ و در زبالهء کانسنترات های کاسیتریت تا ۰،۱٪ است /۲/.

خواص اسکاندیوم

اسکاندیوم فلزی است که جلائی نقره ئی دارد. مشابه المونیوم است. کثافت آن ۳،۱ گرم در سانتی متر مکعب و نقطهء ذوبان آن ۱۴۰۰ درجهء سانتی گراد تعیین گردیده است /۲/.

موارد کاربرد اسکاندیوم

مقدار بیشتر اسکاندیوم در لابراتوارهای پژوهشگری مورد استفاده قرار می گیرد. سد راه کاربرد همه جانبهء آن نرخ بلند آنست که خیلی ها توان خریداری آن را ندارند. ایزوتوپ رادیواکتیو اسکاندیوم در برمه های نفت برای دنبال نمودن جریان نفت بکار می رود. در آینده میتواند در تولید آلیاژهای المونیوم نیز استفاده شود /۲/.

۹-۳-۲: کان های سئنیوم

سئنیوم را میتوان از سئنیدها بدست آورد که مهمترین آنها برزلیانیت، نویمنیت، کلاوستهالیت، فروسلیت و پنروسیت هستند. مگر بیشتر از کان هائی که در آنها بگونه همآمیزه وجود دارد، حاصل میشود. از جمله میتوان پیریت (%۰,۰۰۵ تا %۳ سئنیوم)، کالکوپیریت (%۰,۰۰۳ تا %۰,۰۱۵ سئنیوم)، اسفالریت، سولفیدهای نیکل - مس، کان های پورفیری مس (مولیدنوم)، کان های نوع کیز و کان های اینفیلتراسیونی اورانیوم - ونادیوم، مس را نام برد /۲/.

برزلیانیت

Berzelianit: Cu_2Se

برزلیانیت سئنید کمیاب مس از سلسله کالکوزین است. هیچگاه کرسنال های دیدنی را نمیسازد و صرف به گونه دانه دار، توده ئی و به شکل پوش یا دندریت ها (سنگ های نبات مانند) پیدا می شود. رنگ آبی روشن دارد، مگر زود رنگ سبز یا سیاه را بخود می گیرد. توانائی تاب خوردن را دارد و جلائی آن فلزی است. در رگه ها یکجا با کلسیت پیدا میشود. نام این منرال از نام کیمیدان سوئدی، پروفیسور ج. ج. برزیلیا، گرفته شده است /۵/.

نویمنیت

Naumannit: Ag_2Se

نویمنیت سئنید بسیار کمیاب نقره است که به سلسله ارگنتیت تعلق دارد. اکثراً اندکی سلفر و %۶۵ تا %۷۵ نقره در آن پیدا می شود. نوع الفای آن تا حرارت ۱۳۳ درجه سانتی گراد ثابت است. در حرارت بالاتر صرف نوع بتای آن وجود دارد. ازینرو بارها در اثر پارامورفوزا از نوع الفا نوع بتا شکل می گیرد (پارامورفوزا به پسئودومورفوزائی گفته میشود که در اثر آن ساختار منرال صرف از نگاه فزیک تغییر می کند، نه از حیث کیمیائی). کرسنال های مکعب مانند آن خیلی کمیاب اند. بیشتر به گونه دانه دار یا توده ئی پیدا می شود. رنگ خاکستری تاریک دارد. ناشفاف است. جلائی فلزی داشته و شکل پذیر است. نسبتاً به آسانی ذوب می گردد. در بعضی رگه های فلزی وجود دارد. نام این منرال از نام منرال شناس آلمانی، س. ف. نویمن، گرفته شده است /۵/.

کلاوستهالیت

Clausthalit: $PbSe$

کلاوستهالیت سئنید کمیاب سرب از سلسله گالنیت است. از نگاه ماکروسکوپی به گالنیت شباهت دارد. مجموعه های خاکستری دانه دار و یا توده ئی را می سازد. در نیتزیک اسید

منحل می گردد. برای نخستین بار در معدن شارلوتته نزدیک کلاوستهال کشف شد و نام آن هم به همین موضوع ربط دارد /۵/.

فرولیت

Ferroselit: FeSe_2

سلنید کمیاب آهن از سلسله مرکزی است. کرسنال های آن خیلی کوچک می باشند و حد اعظم ۰،۵ ملی متر بزرگی دارند. شکننده است. رنگ های خاکستری فولادی تا سفید قلعی را بخود می گیرد و تمایل به سیاهی دارد. رنگ خاکه آن سیاه و جلای آن فلزی است. هنگامی که نور از آن منعکس میشود، رنگ قیماقی روشن را بخود می گیرد. توانائی زیاد انعکاس نور را از خود نشان میدهد. در نیتریک اسید منحل می گردد و به خروش می آید. نام این منرال بیانگر ترکیب کیمیائی آنست /۴/ و /۵/.

پنروسیت

Penroseit: $(\text{NiCoCu})\text{Se}_2$

سلنید کمیاب نیکل، کوبالت و مس از سلسله پیریت است. نخست مخلوط بلوکیت و کلاوستهالیت پنداشته میشود. مجموعه های خاکستری سرب رنگ دانه دار، اشعه ئی و یا توده ئی را می سازد. جلای فلزی دارد و رنگ خاکه آن سیاه است. در قسمت تراش شدگی خود سفید قیماقی جلوه می کند. در اثر دم دادن به آسانی نوب می گردد و به شعله آتش رنگ آبی می دهد. به آسانی در نیتریک اسید خروشیده و منحل میشود. نام این منرال از نام جیولوجیست معدن، ر. ا. ف. پنروس از فیلدلفیا، گرفته شده است /۴/ و /۵/.

سچه گی کان های سلنیوم

یگانه منبع اولیه سلنیوم آن مقداری است که در اثر تصفیه نوع الکترولیت از کانسنترات های مس بدست می آید. در این عملیه تمام سلنیومی که کانسنترات مس را همراهی میکند، به الکترودهای مثبت جذب میشود. مقدار سلنیوم در این الکترودها ۳٪ تا ۲۸٪ است /۲/.

خواص سلنیوم

سلنیوم چندین نوع دارد. مهمترین آن نوع ثابت فلزی است که با رنگ خاکستری پیدا میشود. در حرارت عادی شکننده است، اما در حرارت بیشتر از ۶۰ درجه سانتی گراد شکل پذیر می گردد. کثافت آن ۴،۸۲ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۲۲۰،۵ درجه سانتی گراد تعیین شده است. قابلیت هدایت آن با شدت نور بالا میرود. مرکب های سلنیوم زهرناک اند /۲/.

موارد کاربرد سئنیوم

سئنیوم بیشترین کاربرد را در الکتروتخنیك دارد، مثلاً در سلول های فوتوالکتریک و در یکسوکننده ها (رکتیفایرها) مورد استفاده قرار می گیرد. برای تخنیك فوتوکاپی و صنعت شیشه سازی نیز مهم است. به اندازه کمتر می تواند در رابرسازی (قابلیت ارتجاعی و مقاومت رابر را در برابر حرارت بالا می برد)، فلزکاری سرب، در تولید هربیسیدها (علف کش ها) و در صنعت داروسازی بکار برود /۲/.

۱۰-۲-۳: کان های تلوریوم

منبع اصلی تلوریوم را سولفیدها و سولفو - نمک های مس، آهن، سرب، مولیبدنوم تشکیل می دهند. مثلاً در کالکوپیریت %۰۰،۰۰۳ تا %۰۰،۰۰۹ تلوریوم، در پیریت تا %۰،۰۰۷ تلوریوم و در مولیبدنیت تا %۰،۰۰۵ تلوریوم موجود است. نقش محدودتر (کم و بیش %۱۰) را تلورید هائی بازی می کنند که در کان های کم حرارت طلا و نقره جاگرفته اند. بگونه مثال می توان از این تلوریدها نام برد: تترا دیمیت، کلوریت، هسیت، التایت، کرنیت، پتزیت، ندیاگیت. تلوریوم می تواند بطور خالص وجود داشته باشد، مگر در بعضی زغال ها (تقریباً ۱۵ پی پی ام تلوریوم) و گره های بحری آهن - منگان (۱۰ پی پی ام تا ۳۰ پی پی ام تلوریوم) نیز پیدا می شود /۲/.

تترا دیمیت

Tetradymit: $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$; 36% Te

تترا دیمیت سولفید و تلورید کمیاب بیسموتیوم است که %۳۳ تا %۳۶ تلوریوم و %۵۹ تا %۶۰ بیسموتیوم دارد. کرسنال های خاکستری سرب رنگ، سفید قلعی، زرد و حتی تاریک را می سازد. رنگ خاکه آن خاکستری خیره است. جلای فلزی دارد. به آسانی ذوب می گردد. عموماً در خاستگاه هائی که در آنها طلا با تلوریدها پیدا میشود، موجود است /۲/ و /۵/.

کلوریت

Calaverit: AuTe_2 ; 57% Te

کلوریت تلورید طلا و نقره از سلسله تلوریدهای طلا و نقره است که تا %۴۴ طلا دارد. کرسنال های زرد روشن آن در درازی شان خراشیده شده بروز نموده و شکل استوانه ئی را بخود می گیرند. همچنان می تواند دانه دار و یا توده ئی باشد. کلوریت فراوان ترین تلورید طلا شمرده میشود و گاهگاه کان مهم طلا را تشکیل میدهد /۲/ و /۵/.

هسیت

Hessit: Ag_2Te ; 62% Te

هسیت تلورید کمیاب نقره است که از نگاه ساختار نزدیک به ارگنتیت بوده و به سلسله ارگنتیت تعلق می‌گیرد. صرف تا حرارت ۱۵۵ درجه سانتی‌گراد می‌تواند ثابت باشد. در حرارت بالاتر نوع مکعبی آن شناسایی گردیده و همه کرسنال‌های بی‌شکل آن در حقیقت پارامورفوزای نوع مکعبی آن است. ندرتاً کرسنال‌های کلان را می‌سازد. بیشتر به شکل دانه‌دار و یا توده‌ئی پیدا می‌شود. رنگ خاکستری سرب‌مانندی دارد که مائل به آبی است. شکل پذیر است. ناشفاف بوده و جلائی فلزی دارد. در نیتریک اسید منحل می‌گردد. می‌تواند در رگه‌های کوارتز طلادار وجود داشته باشد ۲/ و ۵/.

التایت

Altait: PbTe ; 38% Te

التایت تلورید مکعبی سرب از سلسله گالنیت است که بیشتر از ۳۸٪ تلوریوم دارد. معمولاً شکل توده‌ئی را بخود می‌گیرد، مگر ندرتاً بگونه کرسنال‌های خیلی کوچک مکعبی نیز یافت می‌شود. رنگ آن سفید فلعی و یا زرد است. شکننده بوده و جلائی سخت فلزی دارد. در نیتریک اسید گرم به آسانی منحل می‌گردد. خاستگاه اصلی آن منطقه التای در روسیه است که نام منرال بدان اشاره می‌کند. در جاهای دیگر – مانند ایالات متحده امریکا و کانادا – نیز کشف شده است. همیشه با کان‌های دیگر تلوریوم یکجا قرار دارد ۲/ و ۵/.

کرنریت

Krennerit: $(\text{Au}, \text{Ag})\text{Te}_2$; 57% Te

کرنریت تلورید خیلی کمیاب از خاندان تلوریدهای طلا و نقره است که به کلوریت نزدیکی دارد، با آنکه ساختار آن از ساختار کلوریت اندکی متفاوت می‌باشد. بگونه کرسنال‌های کوچک، چپات و استوانه‌ئی پیدا می‌شود. می‌تواند شکل توده‌ئی را نیز بخود بگیرد. رنگ آن سفید نقره‌ئی تا زرد برنجی است. جلائی سخت فلزی دارد. در رگه‌های کان‌های فلزی جا می‌گیرد. نام این منرال از نام منرال شناس مجارستانی، ج. ا. کرنر، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

پتزیٹ

Petzit: Ag_3AuTe_2 ; 33% Te

پتزیٹ تلورید کمیاب نقره و طلا از سلسله ارگنتیت است که افزون بر تلوریوم، ۲۳٪ تا ۲۵٪ طلا و ۴۱٪ نقره دارد. مجموعه های آن که شبیه کولورادویت اند، رنگ خاکستری فولادی تا سیاه را بخود می گیرند. تیره است و جلائی سخت فلزی دارد. شکننده است. در نیتریک اسید منحل می گردد. ندرتاً در رگه های هیدروترمال وجود دارد. برای نخستین بار این منرال را کیمیدان اتریشی، و. پتزر، به شناسائی گرفت. نام پتزیٹ از نام همین شخص گرفته شده است /۲ و /۵.

ندیآگیت

Nagyagit: $\text{Pb}_5\text{Au}(\text{Te}, \text{Sb})_4\text{S}_5$; 18% Te

ندیآگیت تلورید و سولفید کمیاب طلا و سرب از خانواده تلوریدهای طلا و نقره است که افزون بر تلورید، ۷٪ تا ۱۰٪ طلا و گاهگاه ۳٪ تا ۶٪ انتیمون دارد. کرسنال های تخته ئی نازک و همچنان مجموعه های ورقه دار را می سازد. رنگ آن خاکستری سرب مانند، جلائی آن فلزی و رنگ خاکه آن خاکستری سیاه است. در نیتریک اسید و تیزاب سلطانی منحل می گردد. ندرتاً در رگه های هیدروترمال وجود دارد. نام این منرال از نام خاستگاه آن، ندیآگ، گرفته شده است /۲ و /۵.

سجه گی کان های تلوریوم

مانند سلنیوم، منبع صنعتی تلوریوم را آن مقدار تلوریومی تشکیل میدهد که در اثر تصفیه نوع الکترولیت از کانسنترات های مس بدست می آید. طوری که الکترودهای مثبت می توانند ۱٪ تا ۳٪ تلوریوم را جذب نمایند. در تلوریدها مقدار تلوریوم ۰،۰۰۴٪ تا ۰،۰۰۴٪ تلوریوم ویا مجموعه تلوریوم و سلنیوم وجود دارد /۲.

خواص تلوریوم

نوع فلزی تلوریوم جلائی سفید نقره ئی دارد. کثافت آن ۶،۲۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۴۵۰ درجه سانتی گراد تعیین شده است. برق را هدایت می کند. در حرارت عادی شکننده است. در هوای آزاد ثابت باقی می ماند. در حرارت های بلندتر در می گیرد. مرکب های تلوریوم زهرناک اند /۲.

موارد کاربرد تلوریوم

کم و بیش ۸۰٪ تلوریوم در فولادسازی بکار برده می شود. همانند سلنیوم در رابرسازی و شیشه سازی مورد استفاده قرار می گیرد. در صنایع کیمیائی میتواند نقش کتالیزر را بازی کند. در الکتروتخنیك و در تجهیزات مادون سرخ (مادون قرمز) نیز اهمیت دارد /۲/.

۱۱-۳-۲: کان های تالیوم

منبع مهم تالیوم را سولفیدها، بویژه اسفالریت و پیریت، تشکیل می دهند. کان های تله ترمال سرب - جست در کاربنات ها و همچنان کان های آتشفشانی - رسوبی نوع کیز دارای مقداری تالیوم اند که میتواند از آنها استخراج شود. در اسفالریت ۰،۰۱٪ تا ۰،۳٪ تالیوم، در پیریت ۰،۰۰۰۱٪ تا ۰،۰۰۰۵٪ تالیوم (استثناً تا ۰،۴۵٪ تالیوم) و در گالنیت تا ۰،۱٪ تالیوم موجود است. از منرال های لیتیوم میتوان تالیوم را یکجا با لیتیوم، روبیدیوم و سزیوم بدست آورد. بگونهء مثال لپیدولیت ۰،۰۰۱٪ تا ۰،۰۰۵٪ تالیوم دارد. منرال های تالیوم که در کان های کم حرارتی ارسنیوم جا گرفته اند (لوراندیت، وربایت، هچینسونیت و غیره) اهمیت عملی ندارند /۲/.

لوراندیت

Lorandit: $TlAs_2$; 59% Tl

لوراندیت سولفید کامپلکس و کمیاب تالیوم و ارسنیوم است که ۵۸٪ تا ۵۹٪ تالیوم دارد. کرسنال های سرخ قابل توجه آن رویهء خاکستری سرب مانند داشته و شفاف اند. با **جلای** فلزی تا الماسی کرسنال های استوانه ئی ویا تخته ئی را می سازد. در بخش تراش شدگی خود خاصیت پلئوکروپیکی دارد - در انعکاس نور به هر سمت رنگ دیگری را بخود می گیرد. در اسید نیتریک به آسانی منحل گردیده و سلفر را آزاد می کند. کرسنال های کمیاب آن معمولاً بر رنالگار می نشینند. نام این منرال از نام فزیکدان مجارستانی، ا. لوراند، گرفته شده است /۲ و ۵/.

وربایت

Vrbait: $Tl_4Hg_3Sb_2As_8S_{20}$; 30% Tl

وربایت سولفید کامپلکس و بسیار کمیاب تالیوم، سیماب، انتیمون و ارسنیوم است که ۲۹٪ تا ۳۲٪ و بصورت اوسط ۳۰٪ تالیوم دارد. کرسنال های کوچک تخته ئی ویا هر می را با **رنگ** سیاه خاکستری می سازد. **رنگ خاکهء** آن سرخ روشن است که تمایل آشکار به زردی دارد.

ناشفاف تا شفاف است. جلائی نیمه فلزی و گاهی هم فلزی دارد. در تیزاب های متراکم، بویژه در اسید نیتریک و اسید سولفوریک، به آسانی منحل می شود. معمولاً بر رئالگار جاگزین می گردد. نام این منرال از نام منرال شناس چکی، پروفیسور ک. وربا، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

هچینسونیت

Hutchinsonit: $(\text{Pb}, \text{TI})_2\text{As}_5\text{S}_9$; 18%-25% TI

هچینسونیت سولفید کامپلکس و کمیاب سرب، تالیوم و آرسنیوم است که با رنگ سرخ آلبالوئی شناسائی گردیده است. کرسنال های استوانه ئی ویا سوزن مانند و گاهی هم چپات را می سازد که تا یک ملی متر کلان می باشند. رنگ خاکهء آن سرخ است. در بخش تراش شدگی خود خاصیت پلئوکرویکی دارد - در انعکاس نور به هر سمت رنگ دیگری را بخود می گیرد. شفاف است. جلائی فلزی تا الماسی دارد. در اثر پسئودومورفوزای منرال های دیگر میتواند شکل بگیرد. نام این منرال از نام پروفیسور دانشگاه کامبریج، ا. هچینسون، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

سجه گی کان های تالیوم

یگانه منبع اصلی تالیوم که اهمیت صنعتی دارد، خاکه ایست که بگونهء زباله هنگام فرآوری کانسنترات های جست بدست می آید. تالیوم تنها به اندازه اندک از منرال ها به شکل مستقل استخراج میشود. شرط اساسی اینست که در منرال ها کم از کم ۰،۱٪ تالیوم موجود باشد ۲/.

خواص تالیوم

تالیوم فلز نرم با جلائی نقره ئی است. کثافت آن را ۱۱،۸۵ گرام در سانتی متر مکعب و نقطهء ذوبان آن را ۳۰۳ درجهء سانتی گراد تعیین نموده اند. مرکب های شدیداً زهرناک دارد ۲/.

موارد کاربرد تالیوم

تالیوم در اوائل تنها بحیث مادهء کشندهء حشرات استفاده می شد. مگر امروز بیشتر در الکترونیک، در تولید تشخیص کننده (دتکتور) های اشعهء هسته ئی گاما، شیشه سازی، تکنولوجی مادون قرمز، داروسازی، پیروتخنیک و غیره کارآمد است. آلیاژ سیماب با تالیوم در حرارت بسیار پائین جامد میشود، از اینرو تالیوم در تولید حرارت سنج هائی که از منفی ۵۹ تا مثبت ۵۵۰ درجهء سانتی گراد حرارت را اندازه می نمایند، میتواند بکار رود. رادیویازوتوپ تالیوم (تالیوم ۲۰۱) در کار دیولوجی یا طب قلب استفاده می شود ۲/.

۲-۴: خاک های کمیاب (عناصر خاکی کمیاب)

RARE EARTH ELEMENTS (REE), TERRE RARE (TR)

خاک های کمیاب عناصری اند که نمبر (شماره) اتمی شان از ۵۷ (لنتانیوم) آغاز و به ۷۱ (لوتسیوم) ختم میشود. عنصر مصنوعی پرومیتیم (شماره اتمی ۶۱) از این جمله مستثنی است و به دسته عناصر خاکی کمیاب تعلق نمی گیرد. برعکس، ایتریوم که خواص مشابه با خاک های کمیاب دارد، عنصر خاکی کمیاب شمرده میشود. به سخن دیگر خاک های کمیاب را این عناصر می سازند: لنتانیوم، سریوم، پراسئودیم، نئودیمیم، سماریم، ائورپیم، گدولینیم، تربیم، دیسپروسیم، هولمیوم، اربیوم، تولیم، ایتریوم، لوتسیوم، ایتریوم /۹/. در برخی منابع /۸/ پرومیتیم و اسکاندیم را نیز شامل این دسته میدانند.

از نگاه جیوکیمیائی این عناصر خیلی به هم نزدیک اند و اکثراً در طبیعت همه یکجا به شکل مخلوطی پیدا میشوند که گاه یکی از آنها و گاهی هم عنصر دیگر این دسته در مقایسه با دیگران به مقدار بیشتر موجود است. با آنکه واژه کمیاب در نام این عناصر جا گرفته است، در قشر زمین به اندازه بیشتر از طلا، نقره یا اورانیوم پیدا میشوند. سریوم، پراسئودیم و نئودیمیم حتی از سرب هم فراوان تر است. واژه کمیاب در نام آنها در حقیقت از این بابت است که کان های اقتصادی آن ها کمیاب اند /۹/.

مهمترین منرال های عناصر خاکی کمیاب اینها اند:

مونازیت

Monazit: (Ce, La, Nd, Th)PO₄; 70% TR₂O₃

مونازیت فوسفات سریوم، لنتانیوم، نئودیمیم و توریم است که تا ۷۰٪ اکسید عناصر خاکی کمیاب - بویژه سریوم، لنتانیوم و نئودیمیم - دارد. گاهگاه در آن تا ۳۳٪ دی اکسید توریم و ۴٪ دی اکسید سیلیکون موجود است. کرسنال های زرد روشن تا نصولاری تاریک را می سازد. معمولاً شفاف است. جلای قیرگون دارد. بارها به قسم دانه ها و جغله سنگ ها پیدا میشود و یکجا با توریم شکل می گیرد. به دشواری ذوب می گردد. در سولفوریک اسید میتوان آن را منحل نمود. در بعضی مناطق از سنگ های الویال (رسوبات و جغله سنگ ها) به منظور بدست آوردن عناصر خاکی کمیاب و توریم استخراج می شود. بیشتر نوع پگماتیت است، در رگه های هیدروترمال نیز وجود دارد، به اندازه زیاد اما در سنگ های الویال موجود است. کان های قابل استخراج مونازیت را جغله سنگ های دریائی یا رودخانه ئی و ریگ های ساحلی تشکیل می دهند. روش استخراج در اینگونه کان ها تابه کاری است /۲/ و /۵/.

بستنسیت

Bastnesit (Bastnasit, Bastnaesit): (Ce, La)CO₃F; 65%-75% TR₂O₃

بستنسیت کاربنات کمیاب سریوم و لنتانیوم با فلور است. کرسنال های زرد ویا نصولاری سرخ آن **جلای** شیشه ئی داشته و شکل تخته ئی را بخود می گیرند. بگونهء مجموعه های توده ئی نیز می تواند پیدا شود. در بعضی پگماتیت ها، کانتکت ها و سنگ های تمامورفوزاشده جا دارد. گاهگاه منبع اصلی سریوم را تشکیل می دهد. خاستگاه آن برای نخستین بار در معدن بستنس در سویدن کشف گردید. نام منرال نیز بیانگر همین واقعه است ۲/ و ۵/.

پاریسیت

Parisit: (Ce, La)₂Ca(CO₃)F₂; 46%-60% TR₂O₃

پاریسیت کاربنات کمیاب سریوم و کلسیم با سهم لنتانیوم است که در آن فلور موجود بوده و به دستهء بستنسیت تعلق میگیرد. کرسنال های بیشتر چیات ویا هر می آن **رنگ** زرد نصولاری و **جلای** شیشه ئی دارند. اکثراً در قسمت های لبء خود شفاف است. شکننده بوده و در نیتریک اسید آهسته آهسته منحل می گردد. در برخی از پگماتیت ها پیدا می شود. نام این منرال از نام مالک معادن زمرد در شهرک موسو (کولمبیا)، ج. ج. پاریس، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

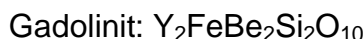
اکسنوتیم

Xenotim: YPO₄; 51%-60% TR₂O₃

اکسنوتیم را میتوان فوسفات کمیاب ایتریوم نامید که کم و بیش ۶۰٪ اکسید ایتریوم و عناصر خاکی کمیاب دیگر یکجا با توریوم، زیرکونیوم و اورانیوم در آن وجود دارد. بیشتر از ۵٪ فاسفور در آن می تواند با سیلیکا تعویض گردد. ترکیب کیمیائی آن ناثابت است. کرسنال های استوانه ئی شبیه زیرکون را می سازد. شکل تخته ئی ویا شکل مجموعه های دانه دار را نیز بخود می گیرد. با زیرکون منرال **همنوع** را تشکیل میدهد. **رنگ** زرد، نصولاری زرد و سبز دارد. **جلای** آن شیشه ئی و **رنگ خاکهء** آن نصولاری خیره است. ذوب نمی گردد. در تیزاب ها صرف به اندازهء کم آسیب می میبندد. بیشتر با زیرکون یکجا پیدا می شود و با زیرکون یکجا نمو میکند. میتوان آن را در گرانیتهای موسکوویتی و در پگماتیت ها جستجو نمود ۲/ و ۵/.

افزون بر منرال هائی که در بالا یاد آور شدم، منرال های دیگری نیز وجود دارند که عناصر خاکی کمیاب در آنها پیدا می شوند. با آنکه در مقایسه با منرال های بالائی اهمیت شان کمتر است، برای تکمیل شدن فهرست عناصر خاکی کمیاب بهتر خواهد بود تا آنها را نیز معرفی کنم:

گدولینیت



گدولینیت را میتوان سیلیکات آکسیجن دار و کمیاب ایتریوم، آهن دوولانسه و برلیوم نامید که در آن مقداری توریوم و عناصر خاکی کمیاب پیدا می شود. به دستهء دتولیت تعلق می گیرد و از نگاه ساختار به او شباهت دارد. کرسنال های استوانه ئی و نامکمل آن رویهء تیره و تاریک داشته و سیاه و ناشفاف می باشند. در تراشیدگی ها سبز یا نسواری جلوه می کند. رنگ **خاکهء** سبز خاکستری دارد. بیشتر در مجموعه های توده ئی و دانه دار شکل می گیرد. در شکستگی ها **جلای** روغنی و شیشه ئی دارد. اکثراً خاصیت رادیواکتیو در آن دیده میشود. میتوان آن را در اسید هیدروکلوریک منحل نمود. در پگماتیت ها موجود است. نام این منرال از نام کیمیادان فینلندی، ج. گدولین، گرفته شده است / ۲ و ۵/.

اورتیت (النیت)



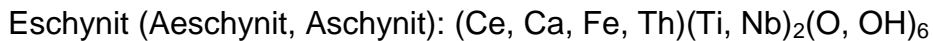
اورتیت سیلیکات قلیائی کمیاب با ترکیب خیلی پیچیده است که در آن سریوم، کلسیوم، لنتانیوم، توریوم، اورانیوم، آهن، مگنزیوم و المونیوم پیدا می شود. بدستهء اپیدوت تعلق دارد. در شرایط عادی سیاه تا نسواری بوده و رنگ **خاکهء** آن نسواری است. کرسنال های درست نمو نموده آن کمیاب اند. به شکل های تخته ئی، دانه دار و ندرتاً استوانه ئی پیدا می شود. **جلای** قیرگون و روغنی تا نیمه فلزی دارد. از توته های کوچک آن میتواند تا اندازه ای نور بگذرد. در تراشیدگی ها شفاف و نسواری جلوه می کند. به سمت های مختلف نور را با رنگ های گوناگون انعکاس می دهد. در مرحلهء نخستین از هم پاشیدگی در اسید هیدروکلوریک منحل می گردد. بارها جزء اکسوریک سنگ های آتشفشانی تیزابی است. بویژه در گرانیته ها، پگماتیت ها، سینیت ها و دیوریت ها پیدا می شود. گاهگاه در گنیس ها نیز موجود است. اورتیت را النیت نیز می نامند. النیت از نام منرال شناس اسکاتلندی، ر. الن، گرفته شده است / ۲ و ۵/.

گاگارینیت



گاگارینیت فلورید سدیم، کلسیوم و ایتریوم از سلسله فلوریت است که مجموعه های دانه دار آن رنگ سفید قیماقی، زرد و یا گلابی دارند. **جلای** آن خیره و یا شیشه ئی است. شکننده بوده و رنگ **خاکه** سفید دارد. در آب و تیزاب به آسانی منحل می گردد. بیشتر در گرانیتهای البیت شده و در رگه های کوارتز که با آنها یکجا شکل گرفته اند، پیدا می شود. نام این منرال از نام نخستین فضاورد اتحاد شوروی پیشین، ی. ا. گاگارین، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

اسخینیت (اسکنیت)



اسخینیت (اسکنیت) را میتوان اکسید سربوم، کلسیوم و تیتان با چند عنصر دیگر نامید. نزدیک به ائوکسنیت بوده و کرسنال های نامکمل استوانه ئی و تخته ئی را می سازد. **جلای** خیره دارد. رنگ آن سیاه یا نضواری و رنگ **خاکه** آن نضواری زرد است. میتوان آن را در پگماتیت ها جستجو نمود ۲/ و ۵/.

لوپاریت

لوپاریت در بحث های گذشته تشریح شده است.

ائوکسنیت

ائوکسنیت در بحث های گذشته تشریح شده است.

سمرسکیت

سمرسکیت در بحث های گذشته تشریح شده است.

ائودیالیت

ائودیالیت در بحث های گذشته تشریح شده است.

فرگسونیت

فرگسونیت در بحث های گذشته تشریح شده است.

سجه گی اقتصادی کان های عناصر خاکی کمیاب

- در کان های درون زاد:

$$0,1\% < \text{TR}_2\text{O}_3 < 0,2\%$$

کان های فقیر $\text{TR}_2\text{O}_3 < 0,4\%$

کان های غنی $\text{TR}_2\text{O}_3 > 2\%$

- در تابه گاه های ساحلی:

$$\text{TR}_2\text{O}_3 = 0,02\%$$

خواص عناصر خاکی کمیاب

- در خاک های سریوم دار:

لنتانیوم فلزیست سفید رنگ که در هوای آزاد بزودی به آبی تبدیل میشود. کثافت آن ۶،۱۶ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۹۲۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است.

سریوم به فولاد شباهت دارد. کثافت آن ۶،۶۸ گرم در سانتی متر مکعب و کثافت آن ۷۹۵ درجه سانتی گراد تعیین شده است.

پراسنودیم کثافت ۶،۷۷ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۹۳۵ درجه سانتی گراد دارد.

کثافت **نئودیمیوم** ۷،۰۲ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۱۰۲۴ درجه سانتی گراد است.

پرومتیوم عنصر ثابت نیست.

کثافت **سماریوم** را ۷،۵۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن را ۱۰۷۲ درجه سانتی گراد تعیین نموده اند /۲/.

- در خاک های ایتريوم دار:

ایتريوم فلز سیاه خاکستری ایست که با آب تعامل می نماید. در هوای آزاد ثابت است. اگر گرم شود، در می گیرد. کثافت آن ۴،۴۷ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۱۵۰۹ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است.

اثریوم کثافت ۹،۰۶ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۱۴۹۷ درجه سانتی گراد را داراست.

کثافت گدولینیوم ۷،۸۹ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۱۳۱۲ درجه سانتی گراد تعیین شده است.

تریوم دارای کثافت ۸،۲۵ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۱۳۵۶ درجه سانتی گراد می باشد.

دیسپروسیوم از کثافت ۸،۵۶ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۱۴۰۷ درجه سانتی گراد برخوردار است.

کثافت هولمیوم را ۸،۸۰ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن را ۱۴۶۱ درجه سانتی گراد تعیین نموده اند.

اربیوم کثافت ۹،۰۶ درجه سانتی گراد و نقطه ذوبان ۱۴۹۷ درجه سانتی گراد دارد.

تولیوم دارای کثافت ۹،۳۲ گرام در سانتی گراد و نقطه ذوبان ۱۵۴۵ درجه سانتی گراد است.

کثافت ایتربیوم ۶،۹۶ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۸۲۴ درجه سانتی گراد تعیین شده است.

لوتسیوم از کثافت ۹،۸۵ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۱۶۵۲ درجه سانتی گراد برخوردار می باشد.

فلزات دسته ایتربیومی از نگاه کیمیائی نا ثابت اند.

عناصر خاکی کمیاب را به ارزش صنعتی می توان در این گونه کان ها پیدا نمود /۲/:

- تاپه گاه ها،

- کاربناتیت ها،

- متاسوماتیت ها و هیدروترمالیت ها،

- مگماتیت ها،

- متامورفیت ها،

- دتریت ها یا ریزه های استخوانی اپاتیت شده.

تابه گاه هائی که در آنها عناصر خاکی کمیاب یافت میشوند، دو نوع اند: تابه گاه های ساحلی و تابه گاه های قاره ئی. تابه گاه های ساحلی نقش زیادتز دارند و اکثراً دارای موناژیت ویا اکسنوتیم می باشند. برعکس، در تابه گاه های قاره ئی مقدار کمتر عناصر خاکی کمیاب را میتوان جستجو نمود. کان ها در تابه گاه ها بیشتر نوع پولی متالیک یا چندفلزی استند و یکجا با عناصر خاکی کمیاب از آنها منرال های تیتان، نیوبیوم - تننال، زیرکونیوم - هفنیوم ویا قلع بدست می آید. در موناژیت که در تابه گاه ها پیدا میشود، توریوم موجود است. در برخی تابه گاه ها به اندازه کم میتوان فرگسونیت، ائوکسنیت و منرال های دیگر را یافت نمود /۲/.

کاربناتیت ها نومی چند مرحله ئی دارند. عناصر خاکی کمیاب در مرحله فروکاربناتیت (آهن - کاربناتیت) یعنی در کاربناتیت های دولومیت - انکریت و کاربناتیت های سیدریت یکجا با توریوم، اورانیوم، فلوریت، استرونیسیانیت و سولفید های آهن، مس، جست، سرب، مولیبدنوم و غیره شکل می گیرند. فروکاربناتیت ها در اثر متاسوماتوزای کاربناتیت های نخستین بوجود می آیند. بگونه ایکه عناصر خاکی کمیاب از کاربناتیت های نخستین آزاد شده و یکجا با انکریت رگه هائی را حتی بیرون از کامپلکس های کاربناتیتی می سازند. کان های این نوع را معمولاً منرال های سریوم دار مانند بستنسیت، پارسیسیت و بعضی اوقات انکیلیت و موناژیت تشکیل میدهند. در کاربناتیت های کلسیتی غنی به پیروکلور، اپاتیت، مگنتیت، منرالهای زیرکونیوم، اورانیوم و توریوم عناصر خاکی کمیاب تا اندازه زیاد شکل پراکنده شده را بخود می گیرند. قسمت کمتر آنها در اورانیوم - پیروکلور در سوویت ها، الویکیت ها و کان های اپاتیت - مگنتیت تمرکز می نماید. در زیر مقدار عناصر خاکی کمیاب که معمولاً در کاربناتیت ها پیدا می شود، روشن شده است.

- به شکل پراکنده شده:

$$0,1\% < TR_2O_3 < 0,2\%$$

- در کاربناتیت های دیگر:

$$1\% < TR_2O_3 < 3\% - 8\%$$

بیشترین مقدار در بخش هواخوردگی کاربناتیت ها جا دارد /۲/.

متاسوماتیت ها و هیدروترمالیت ها را متاسوماتیت های هیدروترمال مگمازاد (اسکارن ها، البیتیت ها، گریسن ها)، متاسوماتیت های میکرولین - البیتی متامورفوزاد تا هیدروترمالیت های رگه ئی تشکیل می دهند /۲/:

الف) اسکارن هائی که در آنها عناصر خاکی کمیاب وجود دارند، خیلی کمیاب اند. سیلیکات های عناصر خاکی کمیاب مانند بریتولیت، سریت و النیت و کاربنات های عناصر خاکی کمیاب مانند بستنسیت و لنتانیت را میتوان در کانتکت (تماس) سنگ های آهک با گرانیت های قلیائی جستجو نمود،

ب) البیتیت هائی که عناصر خاکی کمیاب دارند، بویژه بگونه اجزای سودمند در کان های نیوبیوم - تنتال موجود اند. در این نوع کان ها افزون بر عناصر خاکی کمیاب، عناصر دیگری مانند بریلیوم، توریوم، اورانیوم، زیرکونیوم، لیتیوم، مولیبدنوم، قلع، جست، سرب و منرال های فلوریت و کریولیت پیدا میشوند. عناصر خاکی کمیاب در آن ها بیشتر به شکل تنتالونیوبات ها در منرال های فر گسونیت، پریوریت، ائوکسنیت، اسخینیت، سریوپیروکلور و سمرسکیت جا می گیرند. نقش کمتر را فوسفات ها، فلوروکاربنات ها و بعضی اوقات فلوریدها، سیلیکات ها و فوسفاتوسیلیکات ها بازی می کنند. زیرکون (ملاکون)، توریوم و غیره میتوانند ۲٪ تا ۳٪ عناصر خاکی کمیاب داشته باشند. بصورت عموم در البیتیت ها بیشتر عناصر خاکی کمیابی موجود اند که به دسته ایتریوم تعلق می گیرند و برای آنها فورمول زیر صدق می کند:



ج) گریسن هائی که در آن ها عناصر خاکی کمیاب وجود دارند، نسبتاً کمیاب اند. این نوع کان ها را رگه ها و رگک های موسکویت - کوارتز در گرانیت های زیرقلیائی می سازند که مولیبدنیت، پیروکلور، موناژیت، توپاز، البیت، پیریت، مگنتیت و غیره دارند،

د) هیدروترمالیت ها در مناطق چین خوردگی پیدا می شوند. در این کان ها در حرارت های پائین و متوسط کاربنات ها، فلوروکاربنات ها و فوسفات هائی شکل می گیرند که در آنها عناصر خاکی کمیاب وجود دارند. پیش از شکل گرفتن کاربنات ها، فلوروکاربنات ها و فوسفات ها روند متامورفوزا در حرارت بلند رخ می دهد که نتیجه آن عملیه بیوتیت شدن، میکرولین شدن، البیت شدن و گریسن شدن می باشد.

افزون بر دسته بندی بالا برخی از دانشمندان متاسوماتیت ها و هیدروترمالیت ها را این گونه تقسیم می کنند /۲/:

الف) دسته توریوم - نیوبیوم - عناصر خاکی کمیاب

رگه های کوارتز - کلسیت - سیدریت با عناصر خاکی کمیاب، مگنتیت، هماتیت، مونازیت، ایلمنیت، روتیل با هم‌آمیزه های مولیبدنوم، سرب، آهن، جست، مس و طلا،

(ب) دسته توریم - بریلیوم - عناصر خاکی کمیاب - سرب - جست

به دودکش های انفجار کننده بستگی داشته و در مناطق پیدایش گرانتیت های زیرقلیائی و انواع هیپابیسال آن ها جا دارد. این دسته را **برکسیه های متاسوماتوزا** شده ای تشکیل میدهند که ذریعه منرالهای کوارتز - بیوتیت - اورتوکلاسی با مونازیت، فریتوریت، اکسنوتیم، کاسیت، مولیبدنیت، مگنتیت، ملاکون، پارسیسیت، بستنسیت، فناکیت، روتیل، ایتروفلوریت، فلوریت، امباتوریانیت، کلسیوانکلیت، پیریت، اسفالریت، گالنیت، کالکوپیریت و غیره فشرده و ریزه شده اند،

(ج) دسته آهن - توریم

این دسته به سینتیت های کوارتزی در دودکش های آتشفشانی بستگی دارد. بگونه ای که کان ها در اندوکانتکت ها و اکزوکانتکت های گریسن شده و کاربنات شده سینتیت کوارتزی با برکسیه آتشفشانی شکل گرفته اند. ۸۰٪ تا ۹۰٪ کان را فلوریت، باریت، سیدریت با بستنسیت می سازد. بقیه از بستنسیت - هماتیت و سلسنیت - استرونیسیانیت با مقدار کمی مگنتیت، مونازیت، پارسیسیت، توریت و سولفیدهای مولیبدنوم، مس، سرب، جست و آهن تشکیل یافته است.

مگماتیت ها را تراکم لوپاریت در سینتیت های اگپایتی نفلینی لایه دار تشکیل می دهد. برخی دانشمندان به این باور اند که مگماتیت ها کم و بیش چهل و هفت درصد انبارهای جهانی عناصر خاکی کمیابی را می سازند که در آنها سریوم موجود است. مقدار عناصر خاکی کمیاب در آنها اینچنین تخمین می گردد /۲/:

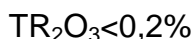
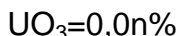
$$0,5\% < TR_2O_3 < 1,5\%$$

متامورفیت ها را کونگلمرات ها یا مخلوط های طلا - اورانیوم تشکیل میدهند که در آنها بگونه هم‌آمیزه منرال های عناصر خاکی کمیاب مانند برانریت، دیویدیت (داویدیت)، اکسنوتیم، ائوکسنیت، مونازیت و گاهی هم النیت و غیره جا گرفته اند. این کان ها بویژه منبع ایترویم را می سازند و مقدار عناصر خاکی کمیاب را در آنها میتوان چنین نوشت /۲/:

$$0,1\% < TR_2O_3 < 0,4\%$$

دتريت ها یا ریزه های استخوانی اپاتیت شده را تراکم دتريت های استخوانی در سیمای سواحل تشکیل میدهد که کهنه گی کاربن بالا، پرم پائین ویا کنوزویکی دارند. اجسام منرالی بگونه لایه ها در رسوبات جا می گیرند و از گل های سیاه با ۳۰٪ تا ۸۰٪ دتريت استخوانی

و مقدار زیاد ملنیکوویت ساخته شده اند. در ملنیکوویت بگونه همآمیزه مولیبدنوم، نیکل، کوبالت، اسکاندیوم، مس، جست و سرب موجود است. در دتریت استخوانی میتوان این مرکبات را یافت نمود /۲/:



موارد کاربرد عناصر خاکی کمیاب

قسمت بیشتر عناصر خاکی کمیاب در کتالیزرها مورد استفاده قرار می گیرد. علاوه بر آن در فلزسازی، شیشه سازی، صنعت سرامیک، در الکترونیک و در تکنولوژی لیزر به کار برده می شوند. از عناصر خاکی کمیاب میتوان بگونه کتالیزر ها در تصفیه نفت، پاک سازی گازهای خروجی ماشین ها و در صنایع کیمیائی کار گرفت. در فلز سازی برای نجیب ساختن فولاد و در تولید آلیاژ های ویژه بکار میروند. مثلاً از آلیاژ سماریوم و عناصر خاکی کمیاب دیگر با کوبالت مقناطیس دائمی ساخته می شود. در الکترونیک و لیزر بخصوص برای تولید کمپیوتر و کرسنال های لیزری مورد کاربرد دارند /۲/.

۲-۵: فلزات گرانبها

فلزات گرانبها را نقره، طلا، پلاتین و پلاتینوئیدهای دیگر یعنی پلادیوم، ایریدیوم، رودیوم، اوسمیوم و روتنیوم تشکیل می دهند /۲/.

۲-۵-۱: کان های نقره

نقره میتواند بصورت خالص ویا در منرال ها پیدا شود. منرال های نقره اینها اند: ارگنتیت، اکانتیت، پروستیت، پیرارگریت، پولیبازیت، استفانیت، میارگریت، استرومایریت (اشترومایریت) و کلورارگریت. مگر از نگاه صنعتی بیشترین اهمیت را منرال هائی دارند که نقره در آنها بگونه همآمیزه هم مانند موجود است. میتوان از گالنیت، فرابیرگیت و سولفیدهای سرب - جست، مس - سرب - جست و سولفیدهای مس نام برد. از این منرال ها بصورت جزء فرعی تقریباً ۷۰٪ نقره در سطح جهانی بدست می آید /۲/.

نقره خالص

نقره عنصریست که هنگام تفکیک مگما به منرالهای گوناگون در منرال های مراحل آخر روند تفکیک جا می گیرد و یاهم از محلول های هیدروترمال جدا می شود. میتواند با سلفر، انتیمون، آرسنیوم و کمتر وقت با بیسموتیوم و تلوریوم یکجا باشد. برخی از منرالهای نقره دار میتوانند در اثر هوا خوردگی به اکسید مبدل شوند و نقره از آنها به محلول ها منتقل گردد. از این راه بعضی منرال های دیگر به نقره غنی می شوند. از جمله منرال هائیکه میتوانند بصورت ثانی به نقره غنی گردند، میتوان سولفیدهای بخش های بالائی قشر زمین را نام برد. نقره میتواند در بعضی تخته سنگ ها و بگونه **اپی جنیک** در خاک های ریگی جا بگیرد (**روند اپی جنیک** روندی را گویند که در اثر آن یک عنصر ویا یک منرال در سنگی از پیش ساخته شده نفوذ می کند).

از نگاه منرال شناسی نقره منرالی است از سلسله مس که همیشه مقداری طلا، مس، سیماب، آرسنیوم، انتیمون یا بیسموتیوم در آن وجود دارد. مکعب هائی را میسازد که بصورت نامحدود با طلا مخلوط می گردند. ۲۵٪ تا ۲۸٪ نقره با طلا آلیاژ طبیعی **الکتروم** را تشکیل می دهد. نقره **رنگ سفید روشن** دارد، مگر معمولاً به رنگ های نضواری تا سیاه گرایش نشان می دهد. ورقه های نازک آن آبی جلوه می کنند. **جلای** آن سفید سخت فلزی و **رنگ خاکه** آن سفید جلادار است. بیشتر به شکل سیم ها، دندریت ها، فنها و تخته ها پیدا میشود. دانه دار و توده ئی نیز میتواند وجود داشته باشد. زیادت در اثر پسئودومورفوزای ارگنتیت، پروستیت ویا استفانیت بوجود می آید. نقطه ذوب آن ۹۶۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. به آسانی ذوب میشود و در نیتریک اسید و در سولفوریک اسید غلیظ منحل می گردد. بهترین فلز برای هدایت حرارت و برق است. بگونه خالص ذخائر کوچک را می سازد. میتوان آن را در ساحه اکسیدی منرال های نقره دار جستجو نمود /۵/.

ارگنتیت

Argentit: Ag_2S ; 87,1% Ag

ارگنتیت سولفید نقره است که معمولاً ساختار شبه مکعبی دارد، مگر در حرارت ۱۷۹ درجه سانتی گراد شکل مکعبی را بخود می گیرد. کرسنال های سیاه ویا خاکستری تاریک آن کمیاب اند. سیمک ها، سوزنک ها، دندریت ها و همچنان مجموعه های توده ئی یا بافتدار را می سازد. به شکل های تخته ئی و پودری نیز پیدا میشود. میتواند در اثر پسئودومورفوزای نقره خالص ویا پروستیت بوجود بیاید. **جلادار** نیست. مگر **رنگ خاکه** آن جلادار است و به سیاهی گرایش دارد. شکل پذیر و قابل انعطاف است. به آسانی ذوب می گردد. در تیزاب ها حل میشود. حامل نقره در گالنیت است و در **ناحیه های سمندی** کان ها منرال مستقل نقره را می سازد (**ناحیه سمندی** بخشی از کان را می نامند که در آن کان با کدام عنصر ویا منرال

بصورت ثانوی غنی می شود. این روند را بیشتر در کان های فلزی، بویژه در سولفیدها میتوان مشاهده نمود. در نتیجه تأثیر آب اتموسفر و کاربن دی اکسید بر کان اولیه بخشی از کان جدا گردیده و در محلول های نزولی قشر زمین جا می گیرد. از این محلول ها سپس **منرال مستقل سمنتی** در مرز میان ساحه های اکسیداسیون و ردکشن آزاد می شود). ارگنتیت منرال خیلی مهم نقره است /۲ و /۵.

اکانتیت

Akantit: Ag_2S ; 87,1% Ag

اکانتیت فورمول کیمیائی یکسان با ارگنتیت دارد. سولفید نقره از دسته ارگنتیت – نویمیت است و با ارگنتیت منرال **دیمورفیک** را می سازد (دو منرال را زمانی **دیمورفیک** می نامیم که باوجود ترکیب کیمیائی یکسان، شکل های کرسطالی متفاوت را با ساختار متفاوت و خواص فیزیکی متفاوت بخود می گیرند). در حرارت عادی در اثر پارامورفوزای ارگنتیت مکعبی بوجود می آید. در صورتیکه حرارت از ۱۷۹ درجه سانتی گراد بالاتر برود، اکانتیت به ارگنتیت تبدیل می شود. **رنگ** تاریک و خاکستری سرب مانند دارد. **جلای** آن فلزی است. در نیتریک اسید منحل گشته و سلفر را آزاد می کند. نام این منرال از زبان یونانی گرفته شده است و بیانگر شکل کرسطال های آن است /۲، ۴ و /۵.

پروستیت

Proustite: Ag_3AsS_3 ; 65,4% Ag

پروستیت سولفید کامپلکس نقره و آرسنیوم است و /۶۴ تا /۶۵ نقره و بعضی اوقات تا /۴ انتیمون دارد. **رنگ** آن سرخ تا سرخ تاریک بوده و شفاف یا نیمه شفاف است. **جلای** الماسی دارد. **رنگ خاکه** آن سرخ روشن جلوه می کند. در نور زود تاریک می شود. کرسطال های چپات را می سازد، مگر بیشتر شکل استوانه های کوتاه را بخود می گیرد. می تواند شکل های دانه دار، توده ئی و یا هم پاشان، دندریتی و لکه مانند داشته باشد. نوب می گردد. در نیتریک اسید منحل شده و سلفر را آزاد می کند. بنا بر مقدار نقره، جای مهم را در میان منرال های این عنصر اختیار می نماید، مگر در مقایسه با پیرارگریت که خویشاوند آن است، کمتر پیدا می شود. پروستیت را میتوان در رگه های هیدروترمال یکجا با آرسنیوم جستجو نمود. نام این منرال از نام کیمیادان فرانسه ئی، ج. ل. پروست گرفته شده است /۲ و /۵.

پیرارگیریت

Pyrargyrit: Ag_3SbS_3 ; 59,8% Ag

پیرارگیریت سولفید کامپلکس نقره و انتیمون از دسته پروستیت است که ۵۹٪ تا ۶۰٪ نقره و بعضی اوقات بجای انتیمون تا ۴٪ آرسنیوم دارد. کرسنال های سرخ تاریک و خاکستری تا سیاه را میسازد. **جلای** آن فلزی است. **رنگ خاکه** سرخ آلبالوئی دارد. بیشتر شکل دانه دار و توده ئی را بخود می گیرد. در درزها جاگزین می شود و یا هم پوش منرال ارگنتیت و غیره را می سازد، زیرا در اثر پسئودومورفوزای آنها بوجود می آید. بسیار شکننده است. به آسانی ذوب می گردد. در نیتزیک اسید منحل شده و سلفر را آزاد می کند. هنگام تجزیه به منرال های دیگر نقره تبدیل شده و نقره خالص از آن جدا می گردد. منرال مهم، مگر نسبتاً کمیاب نقره است. میتوان آن را در رگه های هیدروترمال یکجا با گالنیت و کلسیت جستجو نمود ۲/ و ۵/.

پولی بازیت

Polybazit: $(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$; 62,1%-84,9% Ag

پولی بازیت سولفید کامپلکس نقره، مس و انتیمون است که در طبیعت کم پیدا میشود. بر اساس بعضی منابع ۶۲،۱٪ تا ۸۴،۹٪ و بر اساس برخی دیگر ۵۷٪ تا ۷۴٪ نقره دارد. افزون بر نقره، تا ۱۰٪ آرسنیوم و کمی هم آهن در آن موجود است. کرسنال های آن شکل تخته شش ضلع را بخود می گیرند. به شکل توده ئی نیز پیدا می شود. **رنگ** آن سیاه آهن مانند و **رنگ خاکه** آن سیاه و یا سرخ تاریک است. **جلای** فلزی دارد. به آسانی ذوب می گردد. در نیتزیک اسید منحل میشود. در بخش های برش شدگی رنگ سرخ آلبالوئی را بخود می گیرد. در برخی از رگه ها در کان های نقره موجود است ۲/ و ۵/.

استفانیت

Stephanit (Stefanit): Ag_5SbS_4 ; 68,3% Ag

استفانیت سولفید کامپلکس نقره و انتیمون از دسته **کیزها** است که افزون بر نقره، کمی هم آرسنیوم، مس و آهن دوولانسه دارد. **رنگ** آن خاکستری سرب مانند، **رنگ خاکه** آن سیاه جلادار و **جلای** آن فلزی است. کرسنال های استوانه ئی هموار را می سازد. بارها کرسنال های آن اجسام گل بته مانند و یا زینه مانند را تشکیل می دهند. کمتر به شکل مجموعه های دانه دار و یا لکه ها نیز پیدا می شود. منرال مهم نقره است و به مقدار های کم در رگه ها جا میگیرد. نام این منرال از نام رئیس معادن در اتریش – مجارستان پیشین، آرشیدوک استفان گرفته شده است ۲/ و ۵/.

میارگیریت

Miargyrit: AgSbS_2 ; 36,97% Ag

میارگیریت سولفید نقره و انتیمون است که گاهگاه در آن مقداری هم آرسنیوم وجود دارد. رنگ آن خاکستری فولادی، خاکستری سرب مانند ویا خاکستری تاریک بوده و جلائی آن فلزی است. شفاف نیست. کرسنال های هموار، کوچک، تخته ئی و همچنان استوانه ئی آن خراشیدگی دارند. مجموعه های دانه دار و توده ئی را نیز تشکیل می دهد. کرسنال های آن بارها بر کرسنال های پیراگیریت نمو می کنند. رنگ خاکهء آن سرخ است. توته های آن سرخ جلا می دهند. به آسانی ذوب می گردد. در نیتریک اسید منحل می شود. در رگه های کان های نقره جا دارد. ندرتاً میتواند بصورت مستقل استخراج شود /۲ و /۵.

استرومایریت (اشترومایریت)

Stromeyerit: CuAgS ; 53% Ag

استرومایریت (اشترومایریت) سولفید لوزی مس و نقره است که در حرارت ۷۸ درجهء سانتی گراد به نوع مکعبی تبدیل می شود. ۳۱٪ مس و تا ۵۳٪ نقره در آن وجود دارد. کرسنال های کمیاب استوانه ئی را می سازد که به کرسنال های کالکوزین شبیه اند. بیشتر شکل دانه دار، پاشان ویا توده ئی را بخود می گیرد. رنگ خاکستری فولادی با گرایش بنفش دارد. تیره و ناشفاف است. شکننده بوده و جلائی آن فلزی به نظر می رسد. در نیتریک اسید منحل می گردد. گاهگاه یکجا با بورنیت و یکجا با تترادریت در ساحه های سمندی بعضی کان ها پیدا می شود. نام این منرال از نام کیمیدان آلمانی، پروفیسور ف. اشترومایر که برای نخستین بار آن را تعریف نمود، گرفته شده است /۲ و /۵.

کلورارگیریت

Chlorargyrit: AgCl ; 75,3% Ag

کلورارگیریت کلورید کمیاب نقره از سلسلهء هالیت است که تقریباً ۷۵٪ نقره و افزون بر کلور اندکی هم برومیوم دارد. کرسنال های کوچک و مکعبی نامکمل آن که گاهگاه بگونهء پوش بروز می نمایند، نخست بی رنگ با جلائی الماسی بوده و پسانتر رنگ خاکستری مرواریدی، نسواری تا سیاه را اختیار می کنند. پوش های پوست مانند، دندریت ها و استلکتیت ها را می سازد. گاهگاه با آن ماسه سنگ (سنگ ریگی) مشبوع میشود. نرم و شکل پذیر است و میتوان آن را به برش گرفت. به آسانی ذوب می گردد. در امونیاک بصورت تدریجی منحل می شود. منرال مهم نقره بوده و در معادن قدیم در بعضی مناطق استخراج شده است /۲ و /۵.

Freibergit: (Ag, Cu, Fe)₁₂Sb₄S₁₃; Ag<42%

فراپیرگیت در اوائل نوع نقره ئی تترادریت با ۲۳٪ نقره شمرده می شد. مگر پسانها ثابت گردید که مقدار نقره در آن بیشتر از مس است و تا ۴۲٪ می رسد، در حالیکه مقدار مس در آن از ۱۳٪ تا ۱۵٪ تجاوز نمی کند. دانه های آن کوچکتر از یک ملی متر بوده و رنگ آن خاکستری است. فراپیرگیت در رگه های پولی متالیک و در کان های استراته فورم کشف شده است ۲/ و ۴/.

دیسکراسیت (دیسکرازیت)

Dyskrasit (Dyskrazit): Ag₃Sb

دیسکراسیت (دیسکرازیت) انتیمونید کمیاب نقره یا آلیاژ طبیعی کمیاب نقره است که به دسته هنتیلیت تعلق می گیرد. ندرتاً کرسنال های سفید نقره ئی تا سفید قلعی و اکثراً کرسنال های خاکستری با گرایش نسواری را می سازد. کرسنال های آن شکل استوانه ئی نامکمل یا تخته ئی را دارا اند، مگر بیشتر به شکل دانه دار و توده ئی در درزها پیدا می شوند. نسبتاً شکننده است. در رگه های کان های ارسنیوم با نقره و انتیمون جا می گیرد. در بعضی مناطق می تواند بحیث منرال نقره استخراج گردد ۲/، ۴ و ۵/.

اندوریت

Andorit: PbAgSb₃S₆

اندوریت سولفید کامپلکس سرب، نقره و انتیمون ازدسته کیزهای سرب و نقره است. براساس پژوهش های رنتگنومتريک و کرسنالوگرافیک، اندوریت نتیجه نموی یکجائی دو منرال است که میتوانند بگونه مستقل نیز پیدا شوند. یکی از آن ها سوندیت است که امروز آن را اندوریت ۴ می نامند. دومی خود اندوریت می باشد که بنام اندوریت ۶ مشهور است. بصورت عموم اندوریت رنگ خاکستری فولادی دارد. رنگ خاکه آن سیاه است. جلای فلزی داشته و کرسنال های ناشفاف، هموار و بسیار خراشیده شده را می سازد. شکل کرسنال های آن استوانه ئی یا تخته ئی است. بسیار شکننده است و در نیتريک اسید منحل می گردد. در نتیجه حل شدن آن در تیزاب، عنصر سلفر آزاد میشود. نام آن از نام منرال شناس مجارستانی، اندور وان سمسی اقتباس یافته است. اندوریت را سوندیت، وبنریت، رامدوهریت و فیزلیت نیز یاد میکنند ۲ و ۴/.

ماتیلدیت

Matildit: AgBiS₂; 28,3% Ag

ماتیلدیت سولفید نقره و بیسموتیوم از دسته میارگیریت است که درکنار ۲۸،۳٪ نقره، تقریباً ۵۴٪ بیسموتیوم هم دارد. در حرارت ۲۱۰ درجه سانتی گراد کرسنال آن ساختار مکعبی را اختیار می کند. بیشتر بصورت دانه دار یا توده ئی مشهور است، مگر ندرتاً شکل استوانه ئی را نیز داراست. رنگ خاکستری یا سیاه دارد. جلای آن فلزی و رنگ خاکستری روشن است. شکننده بوده و در نیتریک اسید منحل می گردد. خیزگاه های آن را بعضی رگه های سولفیدی تشکیل می دهند /۲، ۴ و ۵/.

ارامایویت

Aramayoit: Ag(Sb, Bi)S₂

ارامایویت سولفید بسیار کمیاب نقره، قلع و بیسموتیوم از دسته میارگیریت است. کرسنال های تخته ئی و یا ورقه ئی را می سازد. نسبتاً ناشفاف است. از نگاه ماکروسکوپی به گالنیت شباهت دارد. جلای آن فلزی، رنگ آن سیاه و رنگ خاکستری آن نسواری سرخ است. میتوان آن را اندکی تاب داد. اکثراً مجموعه های دانه دار را تشکیل می دهد. به بسیار دشواری در نیتریک اسید داغ منحل می گردد /۲، ۴ و ۵/.

بصورت عموم میتوان انواع صنعتی کان های نقره را به این بخش ها دسته بندی نمود /۲/:

- کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی (سوب ولکانیک)،

- کان های هیدروترمال پلوتونی،

- سولفید های سرب – جست و سولفید های مس با هم آمیزه های نقره،

- ماسه سنگ های (سنگ های ریگی) نقره دار.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی (سوب ولکانیک) در کامپلکس های نوع اندسیت (اندزیت) – ریولیت – داسیت در سنگ های آتشفشانی یا آتشفشانی - رسوبی موجود اند. بویژه در سنگ های دوران کنوزویکوم ویا هم در سنگ های عهد مزوزویکوم – کنوزویکوم یافت می شوند. اجسام منرالی با ساختارهای آتشفشانی پیوند دارند، بیشتر دارای شکل رگه ئی

بوده و به اندازه کمتر شکل متاسوماتیتی را بخود می گیرند. منرال ها در این دسته کان ها تشکیلات گوناگون را می سازند /۲/:

الف) تشکیل نقره (طلا) - سرب - جست جمع یا منفی مس با امکان تغییر آن به تشکیل مس - سرب - جست (نقره، طلا)

بگونه منبع نقره بسیار بااهمیت است. نقره در این کان های پولی متالیک (چند فلزی) به شکل پیرارگیریت، ارگنتیت، پروستیت، پولی بازیت و گالنیت نقره دار وجود دارد. مقدار نقره در آنها از ده ها تا صدها گرام و بعضی اوقات حتی بیشتر از هزار گرام در یک تن تعیین شده است. افزون بر نقره یا طلا در آنها عناصر سرب، جست و گاهی هم مس بی اهمیت نیستند،

ب) تشکیل نقره - طلا با امکان تغییر آن به تشکیل طلا - نقره

این دسته در عین ساختارهای جیولوجیکی و ساحه های جیوگرافیکی پیدا می شود که تشکیل الف) در آنجاها قرار دارد. تناسب نقره و طلا در آن ۱:۱۰۰ (صد قسمت نقره، یک قسمت طلا) تا ۱:۱۰ (ده قسمت نقره، یک قسمت طلا) تخمین می گردد. کان ها را ارگنتیت، پیرارگیریت، پولی بازیت، الکتروم، نقره خالص، طلا و بعضی اوقات تلوریدهای نقره و طلا می سازند. از صدها گرام تا بیشتر از هزار گرام نقره در آن میتواند موجود باشد،

ج) تشکیل نقره - قلع - ولفرامیوم - بیسموتیوم (مشهور به تشکیل بولیویا نی)

در بخش جنوبی کمربند قلعی در کشور بولیویا پیدا شده است. منرال های این نوع را اندوریت، ماتیلدیت، پیرارگیریت و ارامایویت می سازند /۲/.

کان های هیدروترمال پلوتونی نقره را نقره با ارسنید های نیکل و کوبالت و گاهی هم با منرال های اورانیوم تشکیل می دهد. در کان های نقره با ارسنید ها و سولفو ارسنید های نیکل و کوبالت میتوان منرال های ارگنتیت، دیسکراسیت، نقره خالص، پولی بازیت، پیرارگیریت و غیره را جستجو نمود. معمولاً ده ها گرام نقره در یک تن اینگونه کان ها وجود دارد /۲/.

سولفیدهای سرب - جست با همآمیزه نقره منابع بسیار مهم نقره را تشکیل می دهند. کان های نوع لیکواسیو، گریسن، اسکارن و کیز را می سازند. مقدار نقره در آنها تا صدها پی پی ام می رسد /۲/.

بهترین مثال ماسه سنگ ها یا سنگ های ریگی نقره دار در کان سیلور ریف در ایالات متحده امریکا است. این کان از سه لایه استراته فورم ساخته شده و مقدار نقره در این نوع کان ها تا هزارها پی پی ام می رسد /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های نقره

مقدار نقره در کان های مونومتالیک که ارزش اقتصادی دارند، از ده ها تا صدها گرام در تن تعیین شده است. در سولفیدهای کان های غیر آهنی ده تا صد پی پی ام نقره اقتصادی شمرده میشود. در خود کان های نقره و همچنان در کان های طلا - نقره با ارزش اقتصادی صدها تا هزارها پی پی ام نقره موجود است /۲/.

خواص نقره

نقره فلز سفید، جلا دار و شکل پذیر (با قابلیت انعطاف) است. قابلیت کش شدن را دارد. هادی بسیار خوب برق و حرارت است. نور را بسیار خوب انعکاس می دهد. به آسانی از آن آلیاژ ساخته می شود. هلوگنیدهای نقره در برابر نور بسیار حساس اند. کثافت آن ۱۰،۴۹ گرام در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۹۶۰،۵ درجه سانتی گراد تعیین شده است /۲/.

موارد کاربرد نقره

نقره در الکترونیک، الکتروتکنیک، تصفیه آب آشامیدنی، آئینه سازی و در تولید آلیاژها با کدیموم، مس، قلع و غیره استفاده می شود. بگونه سنتی در جواهرات و در زمانه های پیش در سکه سازی از آن کار گرفته شده است. تا چندی پیش نقره در عکاسی نیز اهمیت زیاد داشت، مگر با بمیان آمدن کمره های دیجیتال نقش آن آهسته آهسته در این هنر کمرنگتر میشود /۲/.

۲-۵-۲: کان های طلا

طلا میتواند در طبیعت بگونه خالص و یا در منرالها پیدا شود. طلای خالص اکثراً هم آمیزه هائی دارد که از نقره، مس، پلاتینوئیدها، بیسموتیوم، انتیمون و غیره تشکیل یافته اند. با آنها، در طلای خالص کم و بیش ۸۰٪ تا ۹۸٪ طلا موجود است. طلا در تقریباً ۲۰ منرال پیدا می شود که می توان از تلوریدها و آلیاژهای طبیعی نام برد. اما از آن جمله صرف چند منرال اهمیت صنعتی دارد (رجوع کنید به شرح منرالها در پائین). افزون بر آنها، طلا میتواند بگونه **عنصر ردیابی شونده** در بسیاری سنگ ها و منرال های دیگر، بویژه سولفیدها (مثلاً پیریت، کالکوپیریت، ارسنوپیریت، تترادیریت، انتیمونیت و غیره) جا بگیرد. **عنصر ردیابی شونده** در جیوکیمیا عنصری را می نامند که در مواد جیولوجیکی یعنی سنگ ها، منرال ها و آب ها به مقدار بسیار کم وجود دارد. تعریف این اصطلاح علمی دقیقاً روشن نیست. صرف میتوان گفت که **عنصر ردیابی شونده** در سنگ هر عنصریست که میتوان آن را ردیابی نمود، اما موجودیت آن در سنگ برای شکل گرفتن سنگ حتمی و لازم نیست.

الکتروم

Electrum (Elektrum): (Au, Ag); 50%-85% Au

الکتروم منرال مکعبی کمیاب است که میتوان آن را آلیاژ طبیعی طلا و نقره نامید. به سلسله مس تعلق می گیرد و در پهلوی طلا تقریباً ۲۵٪ تا ۲۸٪ و حتی مقدار بیشتر نقره دارد. با افزایش مقدار نقره رنگ الکتروم از زرد طلایی به سفید نقره ئی گرایش پیدا می کند. گاهگاه در تنزادریت پراکنده میشود. نام این منرال از زبان یونانی گرفته شده است و بیانگر رنگ آن می باشد ۲/، ۴ و ۵/.

سیلوانیت

Sylvanit: (Au, Ag)Te₄; 24% Au

سیلوانیت تلورید نقره و طلا است که به سلسله تلوریدهای طلا و نقره تعلق دارد. تناسب میان طلا و نقره در آن ثابت نیست، با آنکه معمولاً ۱:۱ ارائه می شود. بارها در آن ۱۱٪ نقره و تا ۲۴٪ طلا موجود است. افزون بر طلا و نقره میتوان در آن عناصر انتیمون، سرب و مس را ردیابی نمود. رنگ سفید نقره ئی یا خاکستری فولادی دارد و به زردی گرایش نشان میدهد. جلای آن فلزی و رنگ خاکه آن شبیه رنگ آن است. اکثراً کرسنال های کوتاه استوانه ئی و یا تخته ئی را می سازد. به شکل دندریت ها نیز پیدا می شود. شکننده است. در نیتریک اسید منحل می گردد. در حرارت های میانه و بالاتر در رگه ها با تلوریدها بوجود می آید. بویژه میتوان از پیدایش آن در پروپلیت ها یاد آوری نمود. نام این منرال از نام ترانسیلوانیای کشور رومانیا گرفته شده است ۲/ و ۵/.

کرنریت

Krennerit: (Au, Ag)Te₂

کرنریت در ۱۰-۳-۲ شرح یافته است.

کلاوریت

Calaverit: (Au, Ag)Te₂; Au<39%

کلاوریت در ۱۰-۳-۲ به شناسائی گرفته شده است.

پتزیٹ

Petzit: Ag_3AuTe_2 ; 25,4% Au

پتزیٹ در ۱۰-۳-۲ تشریح شده است.

ندیاگیت

Nagyagit: $\text{Pb}_5\text{Au}(\text{Te}, \text{Sb})_4\text{S}_{5-8}$; 6%-13% Au

ندیاگیت در بحث های گذشته شرح یافته است.

بگونه صنعتی میتوان طلا را در این نوع کان ها استخراج نمود /۲:

- کنگلومرات (جوش سنگ) های طلا دار،

- کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی (سوب ولکانیک)،

- کان های هیدروترمال پلوتونی،

- تابه گاه ها،

- سولفیدهای فلزات غیر آهنی،

- انواع دیگر.

کنگلومرات (جوش سنگ) های طلا دار انبار های مهم طلا را میسازند و در ساحه های پهناور جابجا شده اند. بهترین مثال این نوع، **لگن (حوضه) ویت واتر سراند** در کشور افریقای جنوبی می باشد که مهمترین منطقه طلا را در جهان تشکیل داده است. لگن ویت واتر سراند در اطراف بحر باستانی با قدامت ۲۷۰۰ میلیون سال بوجود آمده است. بگونه ایکه ریگ ها و جغل های دریاها در این منطقه رسوب نموده و کنگلومرات (جوش سنگ) های طلا دار را ساخته اند. درازی لگن تقریباً ۳۵۰ کیلومتر و بر آن تقریباً ۲۰۰ کیلومتر تعیین گردیده است. در زمان حاضر طلا در این ساحه در عمق کم و بیش ۴۰۰۰ متر استخراج می شود. مقدار طلا از چند گرام در تن تا بیشتر از ده گرام در تن درج شده است /۲ و /۸.

کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی (سوب ولکانیک) به کامپلکس های آتشفشانی و آتشفشانی - رسوبی قاره ئی یا جزیره ئی بستگی دارند که از نوع اندسیت - ریولیت - داسیت استند.

در گذشته ها به این نوع کان **تشکیل طلا دار جوان** یا تازه گفته می شد. جسم منرالی کان شکل رگه ئی، رگگی ویا متاسومیتیت را بخود می گیرد و از نگاه مکانی به ساختارهای آتشفشانزاد بستگی دارد. منرال های گوناگون در آنها پیدا میشوند و بیشتر بگونه **بونانزه تراکم** می نمایند. بطوریکه در اعماق چند صد متر منرال های طلا دار به زون های **چندفلزی (پولی متالیک)** سرب – جست – مس تبدیل می گردند. مقدار طلا در این نوع کان ها از چند گرم در تن تا ده ها گرم در تن تعیین شده است. از نگاه تشکیلات منرالی می توان آن ها را به این دسته ها تقسیم نمود /۲/:

الف) تشکیل طلا – نقره تا طلای تقریباً خالص

تناسب میان طلا و نقره در تشکیل طلا – نقره از ۱:۱۰ (یک قسمت طلا، ده قسمت نقره) تا ۱:۱ و در تشکیل دومی (تا طلای تقریباً خالص) از ۱:۱ تا ۱۰:۱ (ده قسمت طلا، یک قسمت نقره) تغییر می کند. کان های این نوع از طلای خالص، الکتروم ویا تلوریدها به همراهی کوارتز، پیریت، ارسنوپیریت یا منرال های نقره، بیسموتیوم و سیماب ساخته شده اند،

ب) تشکیل تلوریدی طلا

کان های این نوع را بیشتر تلوریدها و سلنیدهای طلا ویا نقره مانند کلوریت، سیلوانیت، پتزیت، کرنریت، نندیاگیت، هسیت و غیره می سازند و با پیریت، ارسنوپیریت و گاهگاه با تترادریت، جیمسونیت، بولانگریت و منرال های دیگر همراهی میشوند.

کان های هیدروترمال پلوتونی را اجسام منرالی رگه ئی، رگگی، عدس مانند ویا شکل های نامرتب تکتونیک می سازند. بگونه اجسام **کونفورم (همگون، هم شکل)** یا **ناکونفورم (ناهمگون، ناهم شکل)** در چین خوردگی های ثابت جا دارند. گاهگاه با نام **تشکیل های طلا دار دیرینه** مشهور اند. از نگاه طرز پیدایش به منابع **هیدروترمال متامورفوزا** شده ویا **پسامگماتیک** بستگی دارند و در مرحله کوهزائی پلت فورم ها یا پسانتر هنگام فعالیت های تکتونیک و مگماتیک در پلت فورم ها بوجود می آیند. این کان ها یکجا با مسیف های گرانیوتیوها، کمربندهای متامورفوزا شده هورنبلندها (تخته سنگ های سبز) ویا یکجا با تخته سنگ های سیاه پیدا می شوند. تشکیل منرالی آنها ساده و تقریباً ثابت است و میتوان در آنها اشکال طلا دار کوارتز، اشکال سولفیدی طلا – کوارتز و به اندازه کمتر تلوریدهای طلا را یافت نمود. طلا میتواند خالص باشد، بگونه همآمیزه در سولفیدها (ارسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت) شکل بگیرد ویا هم به قسم تلوریدها پیدا شود. مقدار طلا در این کان ها میتواند از چند پی پی ام تا ۲۰ پی پی ام برسد /۲/.

تابه گاه های طلا را تجمع های نوع آلویال، الوویال، لیتورال (ساحلی) و ائولیک (بادی) تشکیل میدهند. از همه آنها مهمترین رسوب های دریائی اند که در دامنه و در فراز و نشیب های دریاها جا می گیرند. در کرانه بحر ها شمار تابه گاه ها کمتر است. تجمع طلا در تابه

گاه ها طوری صورت می گیرد که توته های کلانتر طلا (۰,۳ تا ۰,۵ ملی متر) در نزدیک کان های ریشه ئی تراکم می نمایند، در حالیکه توته های خوردتر آن میتوانند به مسافه های دورتر از کان های ریشه ئی منتقل شوند. در بسیاری کشورها استخراج طلا از تابه گاه ها پایان یافته است /۲/.

سولفیدهای فلزات غیر آهنی در استخراج طلا در سطح جهانی اهمیت کمتر دارند. بیشتر کان های مس ویا کان های **چند فلزی** مس را در بر می گیرند /۲/:

الف) کان های طلا دار مس، مس - جست، مس - جست - سرب

نوع کیز اند و به دسته آتشفشانی - رسوبی تعلق می گیرند. افزون بر اینکه طلا در سولفیدها بصورت هم آمیزه جا می گیرد، گاهگاه در آنها بگونه خالص نیز پراکنده می شود. مقدار طلا در این کان ها از چند یک صدم پی پی ام تا چند پی پی ام می رسد،

ب) سولفیدهای طلا دار نوع لیکواسیوی نیکل - مس

معمولاً چند یک دهم پی پی ام طلا دارند،

ج) کان های پورفیری مس (مولیبدوم)

بگونه اوسط ۰,۳ تا ۱ پی پی ام طلا دارند،

د) کان های هیدروترمال زیر آتشفشانی مس - سرب - جست

مقدار طلا در آنها از چند یک صدم پی پی ام تا چندین پی پی ام می رسد.

انواع دیگر کان های طلا را اسکارن ها، گوسن ها و کیزهای رسوبی - آتشفشانی تشکیل می دهند /۲/:

الف) اسکارن های طلا دار را کان های اسکارن پارسنگ - پیروکسنی در کانتکت گرانیتوئیدهای اینتروزیو (نفوذی) با کاربنات ها می سازند. طلا بگونه خالص ویا بگونه هم آمیزه در سولفیدهای آهن و مس پیدا میشود،

ب) گوسن ها یا کلاه های آهنی طلا دار در بیرون شدگی های اشکال کیز جا دارند. طلا یکجا با نقره در زون (ناحیه) لیمونیت، یاروسیت و در باقیمانده های پودری کوارتز - باریت تمرکز می کند،

ج) کیزهای رسوبی - آتشفشانی با منرال های طلا به گونه ای شکل می گیرند که هنگام متامورفوزی منطقه ئی در اثر کرسنال بندی دوباره سولفیدهای طلا دار مقداری طلا آزاد

شده، ذریعهء محلول های متامورفوزائی تحریک گردیده و سپس منرال های طلا را می سازد. منرال ها یکجا با سولفیدهای تغییر یافتهء نوع کیز پیدا می شوند /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های طلا

در کان های اولیه از ۵ پی پی ام تا ۲ پی پی ام و در تابه گاه ها از ۱ پی پی ام تا ۰،۱ پی پی ام طلا استخراج می شود /۲/.

خواص طلا

طلا فلز زرد، جلا دار، از نگاه کیمیائی مقاوم، نرم و به آسانی شکل پذیر است که کثافت آن ۱۹،۳۱ گرام در سانتی متر مکعب و نقطهء ذوبان آن ۱۰۶۳ درجهء سانتی گراد تعیین گردیده است. در درجه بندی موهس سختی آن ۲،۵ بوده و هادی خوب برق می باشد. با بسیاری فلزات میتواند ریختانده شود /۲/.

موارد کاربرد طلا

در زمان حاضر مقدار زیاد طلا بگونهء خشت های طلائی در بانک ها جا دارد. طلا در ساختن جواهرات نقش مهم را بازی میکند. در رنگ نمودن شیشه و ظروف سرامیک، در طبابت دندان (آلیاژ ها با نقره، مس، پلادیوم، پراسئودیومیوم و ایریدیوم)، در الکترونیک، در تخنیک راکت سازی و هوانوردی و غیره نیز مورد استفاده قرار می گیرد. از آنجائی که طلا بگونهء آلیاژ به کار برده میشود، مقدار آن را به کرات ارانه می کنند. یک کرات مساوی به یک بر بیست و چهارم حصهء طلا در آلیاژ است. به سخن دیگر، بیست و چهار کرات طلا طلائی خالص را بیان می نماید /۲/.

۳-۵-۲: کان های پلاتین و پلاتینوئیدها

در پهلوی آلیاژهای طبیعی (بین همدیگر ویا با آهن، مس، طلا، نیکل، قلع و غیره) پلاتینوئیدها را مرکب هائی با سلفر، ارسنیوم، تلوریوم و بیسموتیوم تشکیل میدهند. پلاتینوئیدها در بیشتر از ۵۰ منرال وجود دارند و شمار آنها با گذشت زمان افزایش می یابد. بیشتر این منرال ها ذرات پراکنده میکروسکوپی را بویژه در کان های سولفیدی نیکل - کوبالت و یا هم در کان های پلاتین دار کرومیت میسازند. پلاتین، پلادیوم و ایریدیوم بگونهء خالص وجود دارند. از آلیاژهای طبیعی شان میتوان این ها را نام گرفت: پولیکسن - پلاتین، آهن (پلاتین و تا ۱۱٪ آهن)، فروپلاتین (فروپلاتینا، فروپلاتینوم) - پلاتین، آهن (پلاتین و تا ۱۹٪ آهن)، پلاتینیریدیوم - ایریدیوم، پلاتین (۲۷٪ تا ۷۶٪ ایریدیوم، بقیهء آن پلاتین، پلادیوم، رودیوم، آهن، مس)، پلاتین ایریدیومی - پلاتین، ایریدیوم (پلاتین و تا ۷،۵٪ ایریدیوم)،

پلاتین نیکل دار – پلاتین، نیکل (پلاتین و تا ۴٪ نیکل)، **پلاتین پلادیوم** – پلاتین، پلادیوم (پلاتین با ۷٪ تا ۴۰٪ پلادیوم)، **پلاتین رودیوم** – پلاتین، رودیوم (پلاتین با ۴٪ تا ۷٪ رودیوم)، **اوسمیریدیوم** – اوسمیوم، ایریدیوم (۶۸٪ ایریدیوم، ۳۲٪ اوسمیوم)، **نویانسکیت** – اوسمیوم، ایریدیوم (۳۲٪ تا ۵۰٪ اوسمیوم، ۴۵٪ تا ۷۰٪ ایریدیوم)، **سیسترسکیت (اوسمیت)** – اوسمیوم، ایریدیوم (۶۰٪ تا ۶۸٪ اوسمیوم، بقیه آن ایریدیوم، روتنیوم، رودیوم)، **نویانسکیت روتنیومی** – ایریدیوم، اوسمیوم، روتنیوم (با تقریباً ۱۱٪ روتنیوم)، **نویانسکیت رودیومی** – ایریدیوم، اوسمیوم، رودیوم (با تقریباً ۱۱٪ رودیوم)، **کوپروپلاتین (کوپروپلاتینا، کوپروپلاتینوم)** – پلاتین، مس (پلاتین با ۸٪ تا ۱۳٪ مس)، **نیگلایت** – پلاتین، قلع (۵۸٪ تا ۶۳٪ پلاتین). مشهورترین مرکبات پلاتینوئیدها اینهاست: اسپرلیت، ارسنوپلادینیت، استیبیوپلادینیت، هالینگ ورتیت، کوپیریت، براگگیت، ویسوتسکیت، لاوریت، مونچیت، مرنسکیت، فرودیت و غیره /۲/.

پولیکسن

Polyxen: Pt = 80%-90%, Fe = 3%-11%

نوعی پلاتین طبیعی است که در آن عناصر دیگر دسته پلاتین مانند ایریدیوم، اوسمیوم، رودیوم، پلادیوم، روتنیوم و همچنان مقداری هم آهن بگونه همآمیزه های هم مانند وجود دارند. رنگ آن فولادی روشن تا سفید نقره ئی است. غیرمقناطیسی و یا اندکی مقناطیسی بوده و در بعضی رسوبات پلاتین دار پیدا می شود /۵/.

پلاتینیریدیوم

Platiniridium: IrPt; Ir = 27%-76%

ایریدیومی است که مقدار زیاد پلاتین دارد. افزون بر پلاتین در آن اندکی پلادیوم، رودیوم، آهن و مس پیدا می شود. منرال مکعبی خیلی کمیاب است. **جلای** فلزی و **رنگ** سفید نقره ئی با گرایش زرد دارد. دانه های رَخ دار را می سازد. کمی شکل پذیر است (اندکی قابلیت انعطاف را داراست). نقطه ذوب آن را ۲۳۶۰ درجه سانتی گراد تعیین نموده اند. ندرتاً در بعضی از خاستگاه های پلاتین پیدا میشود /۴/ و /۵/.

اوسمیریدیوم

Osmiridium: Ir, Os; Os<32%

اوسمیریدیوم مخلوط اوسمیوم و ایریدیوم است. کرسنال های دانه دار را می سازد و **رنگ** آن سفید قلعی است. در انعکاس نور **رنگ** سفید آن به زرد گرایش نشان می دهد. بیشتر در رگه

های کوارتز یکجا با طلا و همچنان در سنگ های اولترابازیک یکجا با پلاتین و کروم اسپینل‌ها پیدا می شود /۴/.

نویانسکیت

Nevyanskit (Nevjanskit): Ir, Os; Os = 32%-50%

نویانسکیت آلیاژ طبیعی اوسمیوم و ایریدیوم از دسته اوسمیوم و پلاتین است. افزون بر ۳۲٪ تا ۵۰٪ اوسمیوم گاهگاه مقداری هم روتنیوم، پلاتین و رودیوم دارد. کرسنال های تخته ئی سفید قلعی را می سازد. **جلای** آن فلزی و **رنگ خاکه** آن خاکستری است. بصورت نامکمل شکل پذیر بوده و تقریباً شکننده می باشد. حتی در تیزاب سلطانی حل نمیشود. در سنگ های اولترابازیک، رگه های کوارتز و در اثر تجزیه آنها در رسوبات جا می گیرد. معمولاً با پلاتین یکجاست. دانشمندان نویانسکیت و اوسمیریوم را یکی میدانند /۵/.

سیسرتسکیت (اوسمیت)

Sysertskit (Osmite): Os, Ir; Os = 60%-68%, Ir, Ru, Rh

سیسرتسکیت یا اوسمیت در حقیقت شکل طبیعی عنصر اوسمیوم است که خیلی به ندرت یافت میشود. معمولاً در آن هم‌آمیزه های دیگر نیز وجود دارند. مثلاً میتوان در آن تا ۳،۷٪ ایریدیوم را جستجو نمود. کرسنال های تخته ئی یا ورقه مانند آن **رنگ** سفید روشن دارند و کلانی آنها از چندین یک صدم ملی متر تجاوز نمی کند. این منرال بسیار سفیدتر از نویانسکیت است /۲ و ۵/.

نیگلیت

Nigllit: PtSn; Pt = 58%-63%

نیگلیت آلیاژ طبیعی پلاتین و قلع است که در طبیعت بسیار کم پیدا می شود. دانه های کوچک سفید نقره ئی تا زرد روشن را می سازد. **جلای** فلزی دارد. نسبتاً شکننده است. خاصیت مقاطیسی ندارد. به آسانی ذوب می گردد. در تیزاب سلطانی پس از حرارت دادن منحل می شود. نام این منرال از نام منرال شناس سویسی، پروفیسور پ. نیگلی، گرفته شده است /۲ و ۵/.

اسپرلیت

Sperryllit: PtAs_2 ; Pt = 56,6%

اسپرلیت ارسنید بسیار کمیاب پلاتین از سلسله پیریت است که معمولاً ۵۲٪ تا ۵۶٪ پلاتین و مقدار کمی هم رودیوم، پلادیوم و آهن دارد. کرسنال های سفید قلعی روشن را می سازد. رنگ خاکه آن سیاه و جلائی آن فلزی است. بگونه منبع اصلی پلاتین در همه خاستگاه های پیرهوتین با پنتلاندیت، گاهگاه در کان های نیکل و مس و همچنان در بعضی رسوبات پیدا می شود. نام این منرال از نام کیمیدان کانادائی، ف. ل. اسپری، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

ارسنوپلاندینیت

Arsenopalandinit: $\text{Pd}_3(\text{As}, \text{Sb})_3$; Pd = 79,8%

ارسنوپلاندینیت ارسنید کمیاب پلادیوم است که کرسنال های بسیار کوچک دارد. در پهلوی تقریباً ۸۰٪ پلادیوم، در آن ارسنیوم و مقداری هم انتیمون موجود است. این منرال در منابع علمی بسیار کم شرح یافته است ۲/ و ۵/.

استیبیوپلاندینیت

Stibiopaladinit: Pd_5Sb_2 ; Pd < 70,4%

استیبیوپلاندینیت انتیمونید کمیاب پلادیوم یا آلیاژ طبیعی پلادیوم و انتیمون است که دانه های سفید نقره ئی را با گرایش گلابی می سازد. جلائی سخت فلزی دارد. رنگ خاکه آن سیاه است. صرف در تیزاب سلطانی منحل می گردد. در رسوب های پلادیوم دار و بعضی اوقات در سنگ های متامورفوزا شده تماسی میتواند وجود داشته باشد. نام این منرال از ترکیب کیمیائی آن گرفته شده است ۲/ و ۵/.

هالینگ ورتیت

Hollingworthit: (Rh, Pt, Pd) AsS; Rh = 25%, Pt + Pd = 20%

هالینگ ورتیت سولفید رودیوم، پلاتین، پلادیوم و ارسنیوم از دسته کوبالتین است که با ایرارسیت منرال ایزومورفیک یا هم مانند را تشکیل می دهد. از دانه گک های خورد (تا ۰,۰۴ ملی متر) ساخته شده و صرف گاهگاه با ضلع های کرسنالی موجود است. رنگ خاکستری تا سیاه دارد. هرگاه در آن نور منعکس شود، رنگ سفید خاکستری را بخود می گیرد. جلائی آن فلزی است. نام آن از نام زمین شناس بریتانیائی، پروفیسور س. هالینگ ورت (هالینگ ورت) گرفته شده است ۲/، ۴ و ۵/.

کوپریت

Cooperit: PtS; 79%-86% Pt

کوپریت در حقیقت باید کوپریت نوشته شود، مگر از اینکه منرال دیگری با همین نام وجود دارد، ناچار ام در اینجا عمداً به خطای ادبی دست بزنم.

کوپریت سولفید پلاتین و از سلسله براگگیت است که در کنار پلاتین تقریباً ۴٪ پلادیوم نیز در آن وجود دارد. دارای رنگ خاکستری فولادی و جلا فلزی است. در انعکاس نور رنگ آن گرایش نضواری اختیار می کند. دانه های نامرتب را می سازد. کرسنال های آن میتوانند شکل استوانه ئی را نیز بخود بگیرند. حتی در تیزاب سلطانی داغ منحل شدنی نیست. نام این منرال از نام کشف کننده آن، ر. ا. کوپر، گرفته شده است ۲/، ۴ و ۵/.

برآگگیت

Braggit: (Pt, Pd, Ni)S; 32%-58% Pt, 17%-38% Pd

برآگگیت سولفید کمیاب پلاتین، پلادیوم و نیکل است. افزون بر پلاتین و پلادیوم، تقریباً ۵٪ نیکل نیز در آن وجود دارد. به شکل دانه های خاکستری فولادی و یا خاکستری سفید، با جلا فلزی شناسائی گردیده است. حتی در تیزاب سلطانی منحل شدنی نیست. از جمله منرال هائیبست که منشاء مگمائی دارند. نام این منرال از نام های و. ه. براگ و و. ل. براگ که برای نخستین بار آن را تشخیص نموده اند، گرفته شده است. جای یاد آوری است که علاوه بر این منرال، منرال دیگری وجود دارد که برآگگیت نوشته میشود. در تمیز این دو منرال بناً احتیاط لازم است ۲/ و ۵/.

ویسوتسکیت

Vysockit: (Pd,Ni)S; 59,5% Pd

ویسوتسکیت سولفید کمیاب پلادیوم و نیکل از دسته براگگیت است. دانه گک های بسیار کوچک و ندرتاً میکروکرسنال های آن رنگ سفید نقره ئی و جلا فلزی دارند. ویسوتسکیت در مجموعه های دانه دار سولفیدهای عمومی، بویژه در کالکوپریت، پیریت و دیاباس، پیدا می شود. نام این منرال از نام زمین شناس شوروی، ن. ک. ویسوتسکی، که برای نخستین بار خاستگاه فلزات دسته پلاتین را در سایبریا کشف نمود، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

لاوریت

Laurit: RuS_2 ; 61%-65% Ru

لاوریت سولفید بسیار کمیاب روتنیوم از سلسله پیریت است. در کنار روتنیوم در آن کمی اوسمیوم هم وجود دارد. دانه گک های خورد سفید نقره ئی تا سیاه را می سازد. گاهگاه کرسنال های هشت سطحی نامکمل را تشکیل می دهد. **جلای** سخت فلزی دارد. ناشفاف است. زود می شکند. در تیزاب ها منحل نمیشود. در مگماتیت های بازیک و اولترابازیک و همچنان در رسوبات شناسائی گردیده است / ۲ و / ۵.

مونچیت

Moncheit: $(\text{Pt}, \text{Pd})(\text{Te}, \text{Bi})_2$; 25% Pt, 8,33% Pd, 50% Te, 16,67% Bi

مونچیت بسیار کم مورد شناسائی قرار گرفته است. آنچه در باره آن می دانیم، صرف در چند جمله کوتاه خلاصه میشود. مونچیت **رنگ** خاکستری دارد. **رنگ خاکه** آن خاکستری فولادی است. سختی آن را در درجه بندی موهس ۳،۵ تعیین نموده اند / ۲ و / ۸.

مرنسکیت

Merenskyit: $(\text{Pd}, \text{Pt})(\text{Te}, \text{Bi})_2$; Pd < 22,2%

مرنسکیت بیسموتولورید کمیاب پلادیوم و پلاتین است که به سلسله ملونیت تعلق می گیرد. در تراشیده شدگی هایش **رنگ** سفید دارد و کمی پلئوکروئیک است. در منرالوجی منرال را زمانی پلئوکروئیک می نامند که هنگام گذر نور از آن رنگ های گوناگون منعکس می شوند.

نام مرنسکیت از نام کاشف کان در کشور افریقای جنوبی، ک. مرنسکی، گرفته شده است / ۲، ۵ و / ۷.

فرودیت

Froodit: PdBi_2 ; 19% Pd

فرودیت بیسموتید بسیار کمیاب پلادیوم است. پارچه های هموار و دانه های کلوله آن **رنگ** خاکستری دارند. **رنگ خاکه** آن سیاه است. در شکستگی ها **جلای** فلزی دارد. توته ها و دانه های آن ندرتاً در کان ارسنیوم، سرب و مس یافت می شوند. نام این منرال از نام معدن فرود در کانادا گرفته شده است / ۲ و / ۵.

از نگاه استخراج صنعتی میتوان پلاتینوئیدها را به این انواع دسته بندی نمود /۲/:

- کان های لیکواسیوی سولفیدی نیکل - مس،

- کان های لیکواسیوی سولفیدی پلاتین (نیکل - مس)،

- کرومیت های پلاتین دار،

- تابه گاه ها،

- انواع دیگر.

پلاتینوئیدها در کان های لیکواسیوی سولفیدی نیکل - مس بگونه همآمیزه وجود دارند. مقدار پلاتینوئیدها در این کان ها متفاوت است و از چندین یک صدم پی پی ام تا چندین پی پی ام می رسد. در ترکیب پلاتینوئیدها مقدار پلادیوم در مقایسه با پلاتین و رودیوم بیشتر است. قسمت زیاد پلاتینوئیدها به شکل همآمیزه در سولفیدها موجود است و صرف مقدار کم آنها در منرال ها و محلول های دیگر (مانند اسپریلیت، فرودیت، ویسوتسکیت، زویاگینتسویت، فروپلاتینا و غیره) وجود دارد /۲/.

کان های لیکواسیوی سولفیدی پلاتین (نیکل - مس) را مرنسکی ریف نیز می نامند (توجه کنید به بحث مربوطه در بالا). در کامپلکس بوش ولد در کشور افریقای جنوبی شناسائی گردیده که ساحه گسترده استراته فورم را می سازد. در این ساحه در لایه هائی با دلی (ضخامت) ۰،۸ تا ۱،۵ متر سولفیدها (پیرهوتین، پنتلانیدیت، کالکوپیریت)، کرومیت و همآمیزه طلا و ۱۰ پی پی ام تا ۱۵ پی پی ام پلاتینوئیدها جا گرفته اند. پلاتینوئیدها در این نوع کان ها بگونه اسپریلیت، استیبیوپلانیدیت، ارسنوپلانیدیت، براگگیت، مرنسکیت، کوپیریت، لاوریت و غیره وجود دارند و قسمت بیشتر آنها را پلاتین (تقریباً ۶۰٪) و پلادیوم (تقریباً ۲۷٪) تشکیل میدهد /۲/.

کرومیت های پلاتین دار دو نوع اند:

الف) نوع اورال

بعضی اوقات این نوع کان را کان هیسترومگماتیک پلاتین نیز می نامند و از بابت موجودیت آن در اورال میانه آن را نوع اورال نامگذاری نموده اند. پلاتینوئیدها به شکل لانه ئی یا استوانه ئی در کرومیت وجود دارند و یاهم در دونیت ها، پریدوتیت ها یا پیروکسنیت ها پراکنده گشته و مقدار پلاتین در آنها از ۰،۰۰۳ پی پی ام تا ۰،۱ پی پی ام می رسد. منرال هائی که پلاتینوئیدها را تشکیل میدهند، اینهايند: پولیکسن، پلاتین ایریدیومی، اوسمیوم

ایریدیومی، لاوریت، استیبیوپلاندیت و غیره. کرومیت های پلاتین دار تقریباً ۵ پی پی ام پلاتینوئید دارد. اهمیت صنعتی را اما تابه گاه ها دارا اند /۲/.

(ب) نوع بوش ولد

افزون بر ساحه های پهناور افقی، اجسام عمودی را نیز می سازد. از دونیت های هورتونولیت که دارای ایلمنیت، کرومیت، مگنتیت و پلاتینوئید ها می باشند، تشکیل یافته است. قطر اجسام عمودی که شکل دودکش را دارند، ۱۰ تا ۱۰۰ متر است. مقدار پلاتینوئیدها در این نوع کان ها تا ده ها پی پی ام می رسد /۲/.

از میان تابه گاه ها زیادتین نقش را تابه گاه های الویال بازی می کنند که در دوره کواترنری (کوارتر یا دوره کوه های چهارم) شکل گرفته اند و در ساحه کان های اولیه ویا هم در ساحه سنگ های آذرین با مقدار اکسوری پلاتینوئیدها ده ها کیلومتر دورتر از کان های اولیه پیدا می شوند. بیشترین تراکم پلاتینوئیدها در این کان ها در بخش های پائینی رسوبات ویا روی زیر نهفته های سنگی آنها صورت می گیرد. منرال های این دسته را پولیکسن، پلاتین خالص، کوپروپلاتینا، پلاتین ایریدیومی، نویانسکیت، نویانسکیت روتنیومی، طلای ایریدیومی و غیره تشکیل می دهند. مقدار پلاتینوئیدها در تابه گاه های الویال از چندین ملی گرام تا صدها گرام در یک متر مکعب ریگ می رسد /۲/.

انواع دیگر پلاتینوئیدها را اسکارن های پلاتین دار، پگماتیت ها و رگه های هیدروترمال می سازند که اهمیت صنعتی کمتر دارند، با آنکه مقدار پلاتینوئیدها در آنها گاهگاه تا صد پی پی ام می رسد. افزون بر کان های نام برده شده میتوان از کان های طلای پلاتین دار یادآوری نمود که در آنها ۳،۹٪ تا ۴،۵٪ پلادیوم و ۰،۰۴٪ و ۰،۱٪ پلاتین در طلا موجود است. ناگفته نماند که پلاتینوئیدها در کان های رسوبی مس نیز کشف گردیده اند. تا ۳ پی پی ام پلاتینوئید در آنها پیدا میشود /۲/.

سجه گی اقتصادی کان های پلاتین و پلاتینوئیدها

در کان های مونومتالیک (یک فلزی) ۱۰ پی پی ام تا ۲ پی پی ام را میتوان استخراج نمود. مگر در بیشتر موارد پلاتینوئیدها بگونه تولیدات فرعی هنگام فرآوری منرال های نیکل – مس بدست می آیند. همچنان به اندازه کمتر از کان های کرومیت حاصل می شوند که سجه گی آنها پائین تر است. برای تابه گاه ها مقدار پلاتینوئیدها کم از کم چندین یک دهم گرام در متر مکعب ارائه گردیده است /۲/.

خواص پلاتینوئیدها

پلاتینوئیدها به نوع سبک و نوع سنگین دسته بندی می شوند. دسته سبک را روتنیوم، رودیوم و پلادیوم و دسته سنگین را اوسمیوم، ایریدیوم و پلاتین تشکیل می دهند. روتنیوم فلز شکننده است که کثافت آن را ۱۲،۳ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن را ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد تعیین نموده اند. رودیوم فلز شکل پذیر است. کثافت آن به ۱۲،۴ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن به ۱۹۶۶ درجه سانتی گراد می رسد. بهمین منوال، پلادیوم فلزیست شکل پذیر با کثافت ۱۲ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان ۱۵۵۵ درجه سانتی گراد. و اما عناصر دسته دوم: اوسمیوم فلز شکل ناپذیر است. کثافت آن را ۲۲،۷ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن را ۲۵۰۰ درجه سانتی گراد تعیین نموده اند. ایریدیوم را نیز میتوان فلز شکل ناپذیر تعریف کرد که کثافت آن مانند اوسمیوم ۲۲،۷ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوبان آن ۲۴۵۴ درجه سانتی گراد تعیین شده است. برعکس، پلاتین فلز شکل پذیر است و ۲۱،۵ گرم در سانتی متر مکعب کثافت و ۱۷۷۴ درجه سانتی گراد نقطه ذوبان دارد. از نگاه کیمیائی همه پلاتینوئیدها بسیار مقاوم اند و حتی در برابر نیزاب ها از خود مقاومت نشان میدهند. صرف پلادیوم از این قاعده مستثنی است. میتوان آن را در نیتریک اسید منحل نمود ۲/.

موارد کاربرد پلاتینوئیدها

همه پلاتینوئیدها در صنایع کیمیائی به کار می روند. بویژه بگونه کتالیزرها در تصفیه نفت، در تولید کالاهای پلاستیکی، در ساختن رویه ضد موربانه و غیره استفاده می شوند. بخش کم آنها به شکل آلیاژهای گوناگون در زیورسازی، طبابت دندان، الکترونیک، حجره های ترموالکتریک، داش های برقی، در شیشه سازی و در سفالگری مورد استفاده قرار می گیرد ۲/.

۶-۲: فلزات رادیواکتیو (رادیواکتیف)

فلز رادیواکتیوی که در طبیعت بصورت کان تراکم میکند، اکثراً اورانیوم است. کیمیدانان سه نوع ایزوتوپ این عنصر را تشخیص نموده اند که عبارتند از اورانیوم^{۲۳۴}، اورانیوم^{۲۳۵} و اورانیوم^{۲۳۸}. بیش از ۹۹٪ اورانیوم را در طبیعت ایزوتوپ اورانیوم^{۲۳۸} تشکیل میدهد. از اینرو بحث در باره کان های اورانیوم در حقیقت بحث پیرامون اورانیوم^{۲۳۸} است که در این کتاب نیز نمیتواند شکل دیگری را بخود بگیرد.

خاصیت رادیواکتیو اورانیوم^{۲۳۸} باعث می شود تا با نیمه عمر معین بصورت طبیعی به عنصر رادیواکتیو دیگر مبدل شود. با تجزیه اورانیوم^{۲۳۸} روند پیدایش و تغییر تدریجی

چندین عنصر آغاز می‌گردد که همگی خاصیت رادیواکتیو دارند (توریوم^{۲۳۴}، پروتاکتینیوم^{۲۳۴}، اورانیوم^{۲۳۴}، توریوم^{۲۳۰}، رادیوم^{۲۲۶}، رادون^{۲۲۲}، پولونیوم^{۲۱۸}، استاتیوم^{۲۱۸}، سرب^{۲۱۴}، بیسموتیوم^{۲۱۴}، پولونیوم^{۲۱۴}، تالیوم^{۲۱۰}، سرب^{۲۱۰}، بیسموتیوم^{۲۱۰}، پولونیوم^{۲۱۰} و تالیوم^{۲۰۶}، سرب^{۲۰۶}). پیدایش و تغییر عناصر تا زمانی ادامه پیدا میکند که عنصر ثابت بوجود نیاید. عنصر ثابتی که در پایان این روند شکل می‌گیرد، ایزوتوپ سرب^{۲۰۶} است. با پیدایش سرب^{۲۰۶} روند تغییر تدریجی عناصر این سلسله ختم می‌شود. بنا بر آنچه گفته شد، باید در نظر داشته باشیم که در کان اورانیوم افزون بر خود این عنصر میتواند یک و یا چندین عنصر رادیواکتیو دیگر نیز موجود باشد.

در پهلوی اورانیوم و عناصر دیگر رادیواکتیو که در اثر فروپاشی آن تدریجاً پیدا می‌شوند و سپس تغییر می‌نمایند، عنصر های دیگری نیز وجود دارند که دارای خاصیت رادیواکتیو اند. بگونه‌ای مثال میتوان از کاربن و کوبالت نام برد.

منرال های رادیواکتیو با اهمیت اقتصادی

شمار منرال های رادیواکتیو نسبتاً زیاد است. مگر از نگاه صنعتی مهم ترین منرال را اورانینیت تشکیل میدهد. در کنار اورانینیت میتوان از کوفینیت، برانریت و دیویدیت نیز نام گرفت که گاهگاه اهمیت اقتصادی دارند. در زیر شرح شماری از منرال های رادیواکتیو آورده شده است:

اورانینیت

Uraninit: UO₂; U<88%

اورانینیت اکسید اورانیوم است که بارها در آن میتوان همآمیزه های باریوم، بیسموتیوم، ونادیوم، کلسیم، آهن، آرسنیوم، سلفر و کوارتز را یافت نمود. اورانیوم در آن اکثراً با توریوم تعویض می‌گردد. مثلاً در پگماتیت ها تا ۱۶٪ اورانیوم به توریوم مبدل می‌شود (توجه کنید به ۶-۲). همچنان مقداری از اورانیوم را عناصر خاکی کمیاب، بویژه سریوم، تعویض می‌کنند. رنگ سیاه قیرگون دارد. رنگ خاکی آن نسواری تا نسواری خاکستری است. کرسنال های خوب آن در پگماتیت ها وجود دارند. کرسنال های کوچکتر آن در گرانیت ها، کانتکت ها و در برخی از رگه ها شناسائی گردیده اند. شکل های کلوله، گرده مانند، توده ئی یا انگوری را بخود می‌گیرد. گاهگاه پسندومورفوزای پساباکتریائی، پساستخوانی و پساجوبی را می‌سازد. نسبتاً شکننده است. ذوب نمی‌گردد، مگر در تیزاب های گرم، بویژه در نیتریک اسید و سولفوریک اسید منحل شدنی است. در اثر اکسیداسیون و آبخوردگی تجزیه میشود و کاربنات ها، سولفات ها و در برخی موارد فوسفات ها و آرسنات ها از آن بوجود می‌آیند. مهمترین منبع اورانیوم را تشکیل میدهد. بیشتر در گرانیت های

اسیدی، پگماتیت ها، رگه های فلزات و همچنان در زغال پیدا می شود. خاصیت رادیواکتیو دارد /۲ و /۵.

کوفینیت

Coffinit: $USiO_4$; 68% U

کوفینیت سیلیکات کمیاب اورانیوم از سلسله زیرکون است. رنگ سیاه و جلائی الماسی دارد. پارچه های کوچک آن نضواری جلوه می کنند. شکننده است. کرسنال های سوب میکروسکوپی یا زیرمیکروسکوپی دارد (صرف با میکروسکوپ های بسیار قوی میتوان آنها را دید). در سنگ های رسوبی و ریگی کشف شده است. در کوفینیت های حرارت پائین و دومی بعضی اتوم های آکسیجن با هیدروکسیل تعویض می گردند و جای سیلیسیوم خالی می ماند. خاصیت رادیواکتیو دارد. نام کوفینیت از نام ر. ک. کوفین امریکائی که برای نخستین بار کان های آن را به شناسائی گرفت، استنباط شده است /۲، ۴ و /۵.

برانریت

Brannerit: $(U, Ca, Y, Ce)(Ti, Fe)_2O_6$; 28%-44% U

برانریت اکسید کمیاب اورانیوم، کلسیوم، ایتریوم، سربوم، تیتانیوم و آهن است. کرسنال های جلادار سیاه یا زرد نضواری آن تا اندازه مشت کلان بوده و توتته های آن زرد یا بنفش نضواری جلوه می کنند. در تراشیدگی ها رنگ زرد سبز دارد. مجموعه های دانه دار و یا جغل ها را می سازد. جلائی آن شیشه ئی و رنگ خاکهء آن نضواری سیاه-سبز تا نضواری زرد است. خاصیت رادیواکتیو دارد. در پگماتیت ها، کان های هیدروترمال و همچنان در رگه های طلادار یافت می شود. در بعضی جاها از رسوبات نیز بدست می آید. نام این منرال از نام زمین شناس امریکائی، ج. ک. برانر، گرفته شده است /۲، ۴ و /۵.

دیویدیت

Davidit: $(La, Ce)(Y, U, Fe^{2+})(Ti, Fe^{3+})_{20}(O, OH)_{38}$; $U < 20\%$

دیویدیت اکسید اورانیوم، عناصر خاکی کمیاب، تیتانیوم و آهن است که در اوائل مخلوط ایلمنیت، مگنتیت، روتیل، کارنوتیت و شاید هم چونکیت قلمداد میشد. مگر در حقیقت منرال مستقلی است با رنگ سیاه و جلادار که ندرتاً کرسنال های مکعب مانند و بیشتر مجموعه های دانه دار و یا رگک ها را می سازد. اکثراً در کان هائی موجود است که در آن ها اورانیوم پیدا می شود. نام این منرال از نام پروفیسور استرالیائی، ت. و. ا. دیوید، گرفته شده است /۲ و /۵.

اورانوتوریت

Uranothorit: (Th, U)SiO₄; U<17%

اورانوتوریت سیلیکات توریم و اورانیوم از سلسله زیرکون است. از نگاه میکروسکوپی به توریت شباهت دارد. رنگ آن سیاه تا نضواری سرخ بوده و رنگ خاکه آن نضواری زرد است. نام این منرال بیانگر ترکیب کیمیائی آن می باشد ۲/ و ۵/.

اورانوفان

Uranofan: Ca(UO₂)₂Si₂O₇.5H₂O; 67% U

اورانوفان نسبتاً فراوان پیدا می شود. از سیلیکات اسید کلسیوم و اورانیل تشکیل یافته است. کرسنال های خورد سوزن مانند، شعاع مانند و یا نمد مانند را می سازد. رنگ آن زرد تیز و یا زرد عسل مانند است. در تیزاب ها به آسانی منحل می گردد. در اثر ازهم پاشیدگی اورانینیت بوجود می آید. گاهگاه مقدار آن در کان های اورانینیت به اندازه ای زیاد است که میتوان آن را استخراج نمود. نام این منرال از زبان یونانی گرفته شده است. اورانوفان را اورانوتیل و اورانولیت نیز می گویند ۲/ و ۵/.

کارنوتیت

Carnotit: K₂(UO₂)₂(VO₄)₂.3H₂O; 64% U

کارنوتیت ونادات آبدار پتاشیم و اورانیل است که به سلسله مایکاهای اورانیوم تعلق می گیرد. مجموعه های دانه دار را با رنگ های زرد تا زرد سبز می سازد. از کرسنال های میکروسکوپی تخته شکل ساخته شده است. در تیزاب ها به آسانی منحل می شود و محلول سبز از آن بوجود می آید. نخست منبع مهم ونادیوم پنداشته می شد، مگر در چند دهه اخیر بحیث منرال اورانیوم استخراج می گردد. بیشتر در سنگ های ریگی میده دانه یافت می شود. نام این منرال از نام فزیکدان فرانسه ئی، ن. ل. س. کارنوت، گرفته شده است ۲/ و ۵/.

اوتنیت

Autunit: Ca(UO₂)₂(PO₄)₂.10H₂O; 60% U

اوتنیت منرال نسبتاً فراوان است. از فوسفات آبدار اورانیل و کلسیوم ساخته شده و به دسته مایکاهای اورانیوم تعلق می گیرد. معمولاً کرسنال های مکمل و تخته مانند را تشکیل میدهد. مجموعه های ورقه مانند آن رنگ زرد روشن با گرایش سبز و گاهگاه هم رنگ طلائی و خیره را اختیار می کنند. سخت رادیواکتیو است. در نیتریک اسید منحل میشود. از جمله

منرال های دومی بشمار میرود و در اثر از هم پاشیدگی اورانینیت بویژه در گرانیته ها، پگماتیت های گرانیته ویا در رگه های کان های اورانیوم شکل می گیرد. نام این منرال احتمالاً از نام منطقه اوتن که در فرانسه قرار دارد، گرفته شده است /۲ و /۵.

توربرنیت

Torbernit: $Cu(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8-12H_2O$; 61% U

توربرنیت فوسفات آبدار مس و اورانیل از سلسله اورانیت است. در کنار اوتنیت از فراوان ترین مایکا های اورانیوم به شمار می رود. ۷٪ تا ۸٪ اکسید مس در آن وجود دارد. برخلاف اوتنیت هیچگاه عملیه فلورسنس در آن دیده نمی شود. کرسنال های سبز یا زمردی را به شکل های تخته ئی یا هرمی می سازد. شفاف است. خاصیت پلئوکروئیک دارد. به آسانی ذوب می گردد. در تیزاب ها منحل می شود. بارها اوتنیت را احاطه نموده و یکجا با آن در ساحه اکسیدی خاستگاه های اورانیوم شکل می گیرد. نام این منرال از نام کیمیدان سویدی (سویدی)، توربر برگمن، گرفته شده است /۲ و /۵.

از نگاه صنعتی میتوان کان های اورانیوم و توریوم را به انواع زیر دسته بندی نمود /۲:

- سنگ های ریگی اورانیوم دار،
- کنگلومرات های طلا – اورانیوم،
- کان های هیدروترمال،
- متاسوماتیت های اورانیوم دار،
- پگماتیت های اورانیوم دار،
- کاربناتیت های اورانیوم دار،
- کان های اینفیلتراسیونی در سنگ های آهک،
- مواد سوخت فسیلی اورانیوم دار،
- تراکم اورانیوم در تخته سنگ های سیاه،
- تراکم اورانیوم در فوسفوریت ها،

- تراکم توریوم و اورانیوم در تابه گاه ها.

سنگ های ریگی اورانیوم دار تقریباً ۳۸٪ ذخایر جهانی اورانیوم را می سازند. از نگاه شکل و مورفولوژی، این دسته را تراکم های گوناگون اورانیوم در رسوب های دریائی (رودخانه ئی)، جهیلی و ساحلی تشکیل می دهند. منرال های اورانیوم در آن ها بیشتر نوع **اپی جنیتیک** بوده و صرف در برخی موارد شکل **سین سدیمنتی (هم رسوبی)** ویا **اوتوکتون دیاجنیتیک** را اختیار می نمایند (منرال های **اپی جنیتیک** منرال هائی اند که پس از سخت شدن رسوب و پیش از تغییر آن در اثر متامورفوزا ویا هوا خوردگی شکل می گیرند. برعکس، منرال های **هم رسوبی** یا **سین سدیمنتی** همزمان با رسوبات تشکیل می یابند. منرال های **اوتوکتون دیاجنیتیک** منرال هائی نامیده میشوند که پس از ته نشین شدن رسوب و پیش از سخت شدن آن در اثر روندهای کیمیائی، فزیک و بیولوژیکی بوجود می آیند، پس از بوجود آمدن بجای خود باقی می ماندند و بجای دیگر انتقال نمی یابند). از نقطه نظر جاگزینی میتوان همه اجسام منرالی را **استراتی دپندنت** نامید که گاه به گونه کونفورم و گاهی هم به گونه ناکونفورم ظاهر میگردند. کان های کونفورم شکل استراته فورم (لایه مانند)، عدس مانند و خط مانند داشته و **پنکونکوردانت** نامیده می شوند. نوع ناکونفورم دارای خم و پیچ هاست و در برخی موارد زون های تکنیتیک را همراهی می کند /۲/.

منرال اورانیوم را در **سنگ های ریگی** زیادتز اورانینیت تشکیل می دهد. مگر گاهگاه در آن ها کوفینیت نیز پیدا می شود. اورانیوم در اکسیدها و هیدروکسیدهای تیتانیوم، فسفات ها و مواد عضوی جا می گیرد. میتوان از ونادات های اورانیوم (مثلاً توپامونیت، کرنوتیت و غیره)، فسفات های اورانیوم (مثلاً اوتنیت، نینگوییت و غیره) ویا هم منرال های دومی اورانیوم یادآوری نمود. کان های اورانیوم در **سنگ های ریگی** اکثراً **چندفلزی** اند و در کنار اورانیوم از آنها میتوان عناصر ونادیوم، مس، مولیبدنوم، سلنیوم، نقره و غیره را بدست آورد. در این کان ها کم و بیش ۱٪، ۰ تا ۱٪ **کانسنترات اکسید اورانیوم (تری اورانیوم اوکتاکسید U_3O_8)** موجود است (برای ساده ساختن جملات بجای این اصطلاح علمی در صفحات آینده از اصطلاح **کانسنترات اورانیوم** کار خواهیم گرفت که منظور همان تری اورانیوم اوکتاکسید است) /۲/.

کنگلمرات های طلا - اورانیوم تقریباً ۳۰٪ ذخائر جهانی اورانیوم را تشکیل می دهند. این کان ها بیشتر در پوشش های کهنه قشر زمین جا دارند که از رسوب های دریائی (رودخانه ئی)، جهیلی ویا **بحری اپی کانتیننتال** ساخته شده اند (رسوب های **بحری اپی کانتیننتال** رسوب هائی اند که در بحرهای فلات قاره ئی شکل می گیرند). اکثراً **بگونه تخته سنگ های سبز** متامورفوزا گردیده اند. منرال های اورانیوم دار در ترکیبات کوارتز، کلوریت و سربسیت پراکنده شده و بویژه از اورانینیت، اورانتوریت، برانریت و توکولیت تشکیل یافته اند. طوریکه بیشتر یکجا با طلای خالص، مقدار زیاد پیریت، مقدار کم سولفیدهای سرب، جست، نیکل، مس، کوبالت و بسیاری منرال های سنگین مثلاً مونازیت، زیرکون و غیره پیدا می

شوند. شکل هندسی اجسام منزالی **استراته فورم** است و با دلبی (ضخامت) نسبتاً کم (از ده ها سانتی متر تا چند واحد متر) این اجسام بخش های پهناور را دربر می گیرند. از بابت پهناوری شان حتی با مقدار کم کانسنترات اورانیوم (۰،۰۲٪ تا ۰،۱۵٪) انبار های بزرگ را می سازند /۲/.

کان های هیدروترمال اورانیوم از نگاه منرالوجی و مورفولوجی دسته رنکارنگ را تشکیل می دهند. میتوان آن ها را به انواع (تشکیل های) زیر دسته بندی نمود /۲/:

الف) تشکیل اورانیوم – کوارتز – کاربناتی و اورانیوم – کاربناتی

این نوع نسبتاً فراوان است و بسیاری اوقات اهمیت زیاد صنعتی دارد. گاهگاه حالت گذار به تشکیل های اورانیوم – سولفیدی یا اورانیوم – کوارتز – فلوریتی را می سازد. کان از اورانینیت تشکیل یافته است که بارها با کوفینیت ویا برانریت و کاربنات های رگه ئی با کوارتز همراهی می شود،

ب) تشکیل اورانیوم – سولفیدی (اورانیوم – پیریت جمع یا منفی سولفیدهای سرب، جست، مس و غیره)

از اورانینیت (بعضی اوقات با کوفینیت)، پیریت، گالنیت، اسفالریت، کالکوپریت و همچنان از بیسموتیوم، نقره و ارسنیوم ساخته شده است. معمولاً این تشکیل به چند دسته دیگر تقسیم میشود. در بسیاری مناطق جهان شناسائی گردیده است و بیشتر یکجا با انواع دیگر کان های هیدروترمال وجود دارد،

ج) تشکیل پنج عنصری (اورانیوم – نقره – نیکل – کوبالت – بیسموتیوم)

این نوع در نخستین مراحل استخراج صنعتی اورانیوم اهمیت ویژه داشت. بسیاری کان های این دسته در گذشته ها بگونه کان های نقره استخراج گردیده اند. منرال های این نوع را اورانینیت، ارسنیدها و سولفورسینیدهای نیکل و کوبالت یکجا با منرال های بیسموتیوم و نقره تشکیل می دهند که با کوارتز، کاربنات ها و همچنان با باریت و فلوریت همراهی می شوند،

د) تشکیل اورانیوم – کوارتز – فلوریت

نسبتاً فراوان است. اجسام منزالی را اورانینیت، فلوریت، کوارتز و همچنان بعضی اوقات پیریت تشکیل میدهند. این نوع را میتوان بدو دسته تقسیم نمود: نوع پلوتونی و نوع زیرآشفشانی (سوب ولکانیک)،

ل) تشکیل اورانیوم – تیتانیوم

به فعالیت های تکتونیک – مگماتیک در پلت فورم ها یا بستر های کهنه قشر زمین بستگی دارد. این کان ها بدو دسته تقسیم می شوند: نوع برانزیتی و نوع دیویدیتی،

م) تشکیل اورانیوم – مولیبدنوم

در کامپلکس های آتشفشانزاد نوع اندسیت – داسیت، تراکی ادسیت و ریولیت پیدا می شود. آفرینش این کان ها احتمالاً به فعالیت سنگ های اینتروزیو هیباییسال دیاپیروئید وابسته بوده است. اجسام منرالی در زون های نزدیک کانتکت ها، در مراکز فعالیت آتشفشان ها و یا در نزدیکی کامپلکس های آتشفشانی – رسوبی شکل گرفته و با تغییرات شدید متاسوماتیک همراهی شده اند. این نوع از نگاه جاگزینی و خواص خود به کان های پورفیری مس شباهت دارد،

ن) تشکیل های دیگر هیدروترمال

تشکیل های دیگر هیدروترمال اهمیت محدود دارند. بگونه مثال میتوان از کان های اورانیوم – ارسنیوم که در حرارت های پائین شکل می گیرند، از تشکیل اپاتیت – اورانیوم که در چین خوردگی های عهد پلئوزویکوم یکجا با کامپلکس های آتشفشانی اینتروزیو نوع اندسیت – دیوریت جا دارد و یا هم از کان های اورانیوم – سیماب نام برد /۲/.

متاسوماتیت های اورانیوم دار را اسکارن ها، البیتیت ها، گرانیتوئیدها و مسیف های لایه دار قلیائی می سازند /۲/:

الف) اسکارن های اورانیوم

اهمیت صنعتی کم دارند. از اورانینیت، توریانیت، آلنیت، دیویدیت، مگنتیت، سولفیدها و عناصر خاکی کمیاب تشکیل یافته اند،

ب) البیتیت های اورانیوم

پیدایش آن ها به فعالیت پروتو پلت فورم های عهد پروتوزویکوم و روند متامورفوزائی که با آن ربط دارد، وابسته است. در جاگزینی آنها شکستگی های منطقه ئی که با ساختارهای چین خورده کهنه هم جهت می باشند، نقش مهم را بازی نموده اند. معمولاً دونوع البیتیت ها را می شناسیم: نوعی را که به کامپلکس های کوارسیت های آهن بستگی دارد و تشکیل آهن – اورانیوم را می سازد و نوع دومی را که در البیتیت های لئنار جا گرفته است. در البیتیت ها منرال های اصلی اورانیوم را اورانینیت، کوفینیت، برانزیت، ملاکون و غیره تشکیل می دهند که با پیریت، سولفیدهای مس، سرب، جست، ارسنیدهای نیکل، کوبالت، بیسموت، اپاتیت، مگنتیت و غیره همراهی می شوند،

ج) گرانیتوئیدهای اورانیوم

دانه های پراکنده تا رگک ها را در جوان ترین اجزای سنگ های آذرین می سازند. حجم کان ها بسیار بزرگ است. جسم منرالی در گرانیتوئیدهای قرار دارد که در زون های **متاسوماتیت شده** تکتونیکی جا گرفته اند. منرال های این دسته عبارتند از: اورانینیت با مقداری از توریم و عناصر خاکی کمیاب، اورانوتوریت، زیرکون، تیتانیت، موناژیت، اکسنوتیم و غیره. مقدار کانسترات اورانیوم در آن ها از چندین یک صدم تا چندین یک دهم در صد می رسد،

د) مسیف های لایه دار قلیائی

اورانیوم در آنها یکجا با توریم و عناصر خاکی کمیاب تراکم می کند. جسم منرالی در آنها از **لوپاوریت ها و نوپانیت ها** تشکیل یافته است (**لوپاوریت** نوعی از سیننیت نفلینی است که یکجا با خیبینیت پیدا می شود. بیشتر اجزای تاریک، مثلاً آگیرین و ائودیالیت را داراست. **نوپانیت** سنگ قلیائی کلان دانه ایست که در اعماق زیاد شکل می گیرد. اکثراً از سودالیت، آگیرین، امفیبول، فلدسپارهای قلیائی و نفلین ساخته شده است و بگونه اکسوری ائودیالیت، رینکیت، روسنبوشیت و همچنان انالسیم و ناترولیت را داراست). اورانیوم و توریم در لوپاریت، پیروکلور، رینکیت، ائودیالیت، موناژیت، ملاکون توریت و غیره هم جا می گیرند. سجه گی این کان ها از چندین یک هزارم تا چندین یک دهم در صد تخمین می شود.

پگماتیت های اورانیوم دار اهمیت صنعتی کمتر دارند. معمولاً مقدار اورانیوم و توریم در آنها از چند یک هزارم تا چند یک صدم در صد تجاوز نمی کند. بسیار کم اتفاق می افتد که انباشته اورانیوم و توریم در آنها به اندازه ای باشد که بتوان آن را استخراج نمود. از منرال های اورانینیت، تورینانیت، توریت، آلنیت، توخولیت، زیرکون، تیتانیت، گدولینیت، موناژیت، اکسنوتیم، فرگسونیت، سمرسکیت، میکروولیت و غیره تشکیل یافته اند. از پگماتیت های قلیائی که منابع خوب تتنالیوم - نیوبیوم ویا هم زیرکونیوم است، میتوان اورانیوم و توریم را بگونه اجزای فرعی استخراج نمود /۲/.

کاربناتیت های اورانیوم دار بحیث منابع اورانیوم و توریم چندان اهمیت ندارند. از این کان ها عناصر اورانیوم و توریم صرف بگونه اجزای فرعی بدست می آیند، در حالیکه اجزای اصلی شان را عناصر خاکی کمیاب تشکیل میدهند. عناصر رادیواکتیو در آنها در پیروکلور، بستنسیت، پاریسیت، موناژیت، زیرکون، اکسنوتیم، توریت و غیره جا گرفته اند /۲/.

کان های اینفیلتراسیونی در سنگ های آهک را تراکم اورانیوم در پوسته جامد زمین که از کاربنات کلسیم ساخته شده باشد، تشکیل می دهد. منرال اصلی این نوع کان ها کارنوتیت است و در اثر روند اینفیلتراسیون بوجود می آید. گاهگاه میتوان توپامونیت را نیز در آنها یافت نمود /۲ و ۵/.

مواد سوخت فسیلی اورانیوم دار در اثر تراکم اینفیلتراسیونی و اپی جنتیک اورانیوم در لایه های زغال ویا در سنگ های خاکی زغال دار شکل می گیرند. مقدار اورانیوم در آنها اندک است. طوریکه کانسنترات اورانیوم در آنها معمولاً از یک یک هزارم در صد تا پنج یک صدم در صد تجاوز نمی کند. صرف گاهگاه میتواند کانسنترات اورانیوم در این کان ها تا دو یک دهم درصد بالا برود. اورانیوم در آنها یکجا با مولیبدنوم، ونادیوم، گرمانیوم (جرمانیوم)، عناصر خاکی کمیاب و غیره پیدا می شود. با آنکه به اندازه فراوان در طبیعت وجود دارند، بنا بر دشواری های مربوط به فرآوری آنها، اهمیت شان از نگاه صنعتی ناچیز است. برخی از دانشمندان به این باور اند که مواد سوخت فسیلی اورانیوم دار را در سنگ های ریگی خاستگاه های نفت نیز می توان جستجو نمود /۲/.

تراکم اورانیوم در تخته سنگ های سیاه را انباشته های اورانیوم بسیار فقیر تشکیل میدهند. مقدار کانسنترات اورانیوم در این نوع کان ها چندین یک هزارم در صد تا چندین یک صدم در صد تخمین می شود /۲/.

تراکم اورانیوم در فوسفوریت ها در فسیل ها و در فوسفوریت های تازه یا اخیر شکل می گیرد. اورانیوم در این نوع کان ها بگونه همآمیزه ایزومورفیک در اپاتیت نمو می کند و یا هم از سنگ های محیط جذب می شود. این کان ها به کان های **سین سدیمنتی (هم رسوبی)** تعلق می گیرند. در پهلوی اورانیوم در آنها عناصر خاکی کمیاب و گاهگاه مولیبدنوم نیز موجود است /۲/.

تراکم اورانیوم و توریوم در تابه گاه ها را تراکم منرال های خنثی و غیر فعالی که در آنها اورانیوم و بویژه توریوم بگونه همآمیزه پیدا می شوند، تشکیل می دهد. میتوان از مونازیت، زیرکون، پیروکلور، بادلیت، فرگسونیت، کولومبیت، توریت و اورانوتوریت نام برد که منرال های اصلی این دسته را می سازند. تابه گاه های نوع الوویال، ساحلی و فسیلی اهمیت بیشتر دارند و منرال مونازیت توریوم دار در آنها موجود است. تابه گاه ها اکثراً **پولی متالیک** یا **چند فلزی** می باشند. در کنار اورانیوم یا توریوم میتوان از آنها زیرکونیوم، تیتانیوم، قلع، عناصر خاکی کمیاب و غیره را بدست آورد /۲/.

سپه گی اقتصادی کان های اورانیوم

اهمیت اقتصادی کان های اورانیوم به حجم و نوع آن ها بستگی دارد. در هیدروترمال ها ۰،۱٪ تا ۲٪، در سنگ های ریگی اورانیوم دار، پگماتیت ها و متاسوماتیت ها ۰،۱٪ تا ۱٪، در کونگومرات های اورانیوم دار ۰،۰۲٪ تا ۰،۱۵٪، در فوسفوریت ها، سنگ های گلی و زغال ۰،۰۰۱٪ تا ۰،۰۰۵٪ کانسنترات اورانیوم استخراج می شود. بصورت عموم میتوان کان های اورانیوم را به این دسته ها تقسیم نمود /۲/:

- کان بسیار غنی $U_3O_8 > 1\%$

- کان غنی U_3O_8 0,3%-1%
- کان نیمه غنی U_3O_8 0,1%-0,3%
- کان فقیر U_3O_8 0,05%-0,1%
- کان بسیار فقیر $U_3O_8 < 0,05\%$

خواص اورانیوم

اورانیوم فلز جلادار است که رنگ سفید نقره‌ئی و خاصیت رادیواکتیو دارد. کثافت آن ۱۹،۰۵ گرم در سانتی متر مکعب و نقطه ذوب آن ۱۱۳۳ درجه سانتی‌گراد تعیین گردیده است /۲/.

موارد کاربرد اورانیوم

نخست اورانیوم در صنعت شیشه‌سازی و پسانتر بحیث منبع رادیوم استفاده می‌شد. در زمان حاضر این عنصر بگونه‌ای ماده سوخت در نیروگاه‌های برق هسته‌ئی، در تولید رادیوایزوتوپ‌ها و در تولید سلاح‌های اتمی بکار می‌رود /۲/.

پایان بخش اول

بخش دوم

غیر فلزات

۳: کان های غیر فلزی

اصطلاح کان غیرفلزی مانند اصطلاحات کان فلزی و مواد سوخت فسیلی تعریف مشخص ندارد. کان فلزی منبع فلز است و ماده سوخت فسیلی منبع انرژی حرارتی. هرکدام ترکیبات کیمیائی مشخصی دارد و تعریف نسبتاً خاصی. مگر کان غیرفلزی را نمیتوان به سادگی تعریف نمود. کان غیرفلزی از نظر خواص فزیک به شناسائی گرفته میشود، نه از نگاه ترکیب کیمیائی آن /۱۰/.

در این کتاب اصطلاح کان غیرفلزی به این منابع معدنی گفته میشود:

- منابعی که بصورت منرال ها و سنگ های اصلاح شده در صنایع بکار میروند، مانند سنگ صابون (طلق)، ازبست (پنبه کوهی) و الماس ویا سنگ های بنتونیت، گِل اخی یا خاک رنگی (ترکیبی از نسبت های متفاوت اکسید آهن و گِل که برای ساخت رنگدانه از آن کار گرفته می شود) و خاک دیاتومه (نوعی خاک است که از بقایای فسیلی جلبک های تک سلولی پوسته سخت دیاتوم بوجود آمده است)،

- منابعی که در پهلوی فلزات از آن ها عنصرهای غیرفلزی نیز بدست می آیند، مانند پیریت برای کسب سلفور، فلوریت برای بدست آوردن فلور و اپاتیت برای حاصل نمودن فاسفور،

- منابعی که بگونه مواد ساختمانی استفاده می شوند، مانند گرانیت، ریگ، جغل، گلی که از آن خشت می سازند و غیره.

۳-۱: انواع کان های غیر فلزی

از نگاه پیدایش کان های غیرفلزی را میتوان به این دسته ها تقسیم نمود /۱۰/:

- مگماتیت ها،

- پیگماتیت ها،

- متاسوماتیت های تماسی (اسکارن ها)،

- کاربناتیت ها،

- هیدروترمال ها،

- سوبلیمات ها،

- کان هائی که در اثر هوا خوردگی بوجود می آیند،

- رسوب ها،

- کان های دیاجنتیک،

- اوپوریت ها،

- کان های متامورفوجنیک.

برای آنکه که کتاب جنبه عملی را بخود بگیرد، در صفحات آینده تلاش خواهم نمود تا کان های غیر فلزی را نه از نگاه پیدایش، بلکه از لحاظ اهمیت اقتصادی - صنعتی به بررسی بگیرم.

۳-۱-۱: الماس

Diamond (Diamant): C

واژه الماس را در لاتین نخست ادمانت می گفتند که پسانها جایش را به واژه های دمانت، دیامانت و دایموند خالی کرد. شکل لاتین واژه را میتوان به زبان یونانی شکست ناپذیر ترجمه نمود. در زمانه های قدیم این واژه برای فلزات و سنگ های بسیار سخت استفاده می شد. از سده هفدهم میلادی واژه دمانت (دیامانت، دایموند) به معنی کنونی آن بکار می رود.

مهمترین خاصیت الماس سختی آن است. تاکنون در طبیعت ماده ای پیدا نشده است که از الماس سخت تر باشد. خاصیت دیگر الماس انعکاس ویژه نور از آن است. شکست زیاد نور و تجزیه آن در الماس سبب می شود تا این منرال جلادار به نظر برسد و نور از آن با رنگ های گوناگون انعکاس بیابد. الماس در تیزاب ها و القلی ها حل نمی شود. با آنکه حرارت را پنج چند بیشتر از مس هدایت میکند، هادی برق نیست.

الماس ساختار کرستالی مکعبی داشته و در شرایطی شکل می گیرد که فشار در آنجا خیلی بالا است و حرارت به ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد می رسد. چنین شرایطی در اعماق تقریباً ۱۰۰ کیلومتر زیر زمین در جایی که آکسیجن کمتر راه داشته باشد، میسر است. افزون بر کاربن میتواند الماس هم آمیزه های مانند المونیوم، سیلیسیوم، کلسیوم، مگنزیوم، آهن و غیره داشته باشد. در شرایط عادی بی رنگ است. موجودیت هم آمیزه ها در آن اما باعث می شود تا رنگ های گوناگون - سبز، آبی، زرد، سرخ، نضواری یا سیاه - را بخود بگیرد. در کرسنال های آن منرال های دیگر مانند اولیوین، پیروپ، کرومیت، انستاتیت، کوئسیت و دیوپسید بسته می شوند. بسته شدن منرالهای دیگر در آن از شرایط پیدایش آن حکایت میکند. مثلاً بسته شدن کوئسیت در کرسنال آن نشاندهنده این واقعیت است که الماس در بخش پائینی

حرارت و فشار شکل گرفته است. ساختار کرستالی الماس نسبتاً باز است. از اینرو کم و بیش ۳۰ عنصر دیگر میتواند در آن جاگزین شود. این همه در حالتی صورت می‌گیرد که کاربن - عنصری که از آن الماس ساخته شده است - به دشواری با عناصر دیگر تعویض می‌گردد.

الماس از زمانه های خیلی دور در تولید زیورات بکار می‌رود. مگر بیش از ۸۰٪ استخراج آن در گوه‌سازی کارآمد نبوده و در بخش های گوناگون صنعت استفاده میشود. انواع صنعتی الماس اینهايند:

- بورت (کرسنال های نامرتب و نامکملی که تقریباً ۹۹٪ استخراج الماس صنعتی را تشکیل میدهند)،

- بلاس (کرسنال های کلوله ای که هستهء نرمتر دارند)،

- کاربونادو (مجموعه های میده دانهء سیاه)،

- کانگو (پودر الماس که میتواند بگونهء مادهء ساینده بکار رود).

الماس صنعتی در تولید وسائلی که بریدن، تراشیدن و سائیدن را ممکن می‌سازند، استفاده می‌شود. مثلاً برای برش و صیقل دادن سنگ های قیمتی دیگر، در تولید ماشین های برش، در تولید افزار برمه کاری و غیره بکار میرود.

در کنار الماس طبیعی، الماس مصنوعی نیز وجود دارد که میتواند بویژه با الماس صنعتی رقابت نماید. تولید آن به اندازهء زیاد برای نخستین بار در سال ۱۹۵۴ میلادی صورت گرفت. در حرارت ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ درجهء سانتی گراد زیر فشار ۴۹۰۰ مگاپاسکال در شرایطی ساخته شد که عناصر نیکل، آهن، کوبالت، کرومیوم و گرمانیوم نقش کتالیزر را بازی می‌نمودند /۱۰/.

از نگاه پیدایش میتوان الماس را به دو دسته تقسیم نمود:

الف) الماس در کیمبرلیت ها،

. ب) الماس های پراکنده

الف) کانهای الماس در کیمبرلیت ها از جملهء کان هائی اند که در مگماهای نخستین جا گرفته اند. بیشتر در دودکش های آتشفشان در کیمبرلیت های بازالتوئید قرار دارند. بگونهء ایکه در نزدیکی روی زمین کیمبرلیت در اثر هوا خوردگی شکل خاک زرد و در قسمت های پایانتز رنگ آبی را بخود می‌گیرد. دودکش ها از ده ها تا صدها متر درازی دارند. دودکش های

کوچک فقیرتر اند و در عمق زیادتر به رگه ها تبدیل می شوند. مقدار الماس در کیمبرلیت ها از صفر شروع شده تا چندین کرات (قیراط) در یک تن می رسد. بگونه ای که مقدار الماس در کیمبرلیت های نزدیک روی زمین در مقایسه با کیمبرلیت هائی که در اعماق بیشتر جا دارند، زیادتر است. الماس اکثراً به شکل اوکتائدرال (هشت سطحی) نمو می کند /۱۰/.

ب) الماس های پراکنده در رسوب های دریائی (رودخانه ئی) ویا بحری در جوار کیمبرلیت های الماس دار اولیه پیدا می شوند. رسوب ها از ریگ و جغل های گل دار تشکیل یافته و مقدار الماس در آن ها از ۰،۲ کرات در متر مکعب تا ده ها کرات در متر مکعب تخمین می گردد. این کان ها در اثر هوا خوردگی شدید بوجود می آیند. بگونه ای که سنگ های الماس دار در اثر هوا خوردگی ارگیلیتیزا می شوند. روند ارگیلیتیزا امکان آن را میسر میسازد تا الماس را آب برده و در جائی رسوب نماید.

الماس های پراکنده در دریاها (رودخانه ها) ی کنونی به سه دسته تقسیم میشوند: الماس در بستر رودخانه ها، الماس در دامنه رودخانه ها، الماس در نشیب و فراز های رودخانه ها. الماس اکثراً در بخش های پائینی ریگ ها و در چقوری سنگ های زیرنهفته رسوب می نماید. در نشیب و فراز های رودخانه ها مقدار الماس در بخش های بالاتر در مقایسه با بخش های پائینی کمتر است. در دامنه رودخانه ها مقدار الماس با نزدیک شدن به سرچشمه رودخانه ها یعنی از پایان به بالا زیادتر می شود /۱۰/.

جستجوی الماس و فرآوری آن

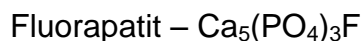
برای جستجوی دودکش های آتشفشانی کیمبرلیت میتوان از پژوهش ها و نقشه کشی های ائرومقناطیسی کار گرفت. پس از کشف کان، استخراج آن آغاز می گردد. الماس استخراج شده سپس در چند مرحله زیر فرآوری می شود:

- گذشتادن سنگ های الماس دار از آبگیرها،
 - فرآوری در مایعات سنگین مانند فروسیلیسیوم،
 - جدانمودن اجزای فلزی کان ذریعه و سائل الکترومقناطیسی،
 - جذب نمودن الماس به میزهای چرب،
 - چیدن الماس با دست،
 - دسته بندی دانه های الماس به کتگوری های مختلف.
- بخش زیاد الماس را استخراج کنندگان کوچک در تابه گاه ها تهیه می نمایند /۱۰/.

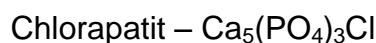
۲-۱-۳: فاسفور

مهمترین منبع فاسفور را اپاتیت تشکیل می دهد /۶/. اپاتیت فوسفات کلسیوم است که در آن عناصر دیگر نیز می توانند وجود داشته باشند. بنابر ترکیبات گوناگون، این انواع اپاتیت را می شناسیم:

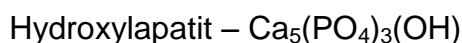
- فلور اپاتیت



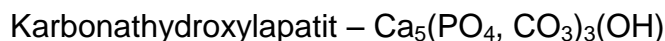
- کلور اپاتیت



- هیدروکسیل اپاتیت



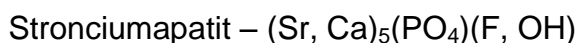
- کاربنات هیدروکسیل اپاتیت



- کاربنات فلور اپاتیت



- سترونیوم اپاتیت

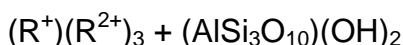


در اپاتیت مقدار کم کلسیوم می تواند با منگان دو ولانسه، مگنزیوم، آهن، سودیم، پتاشیم و یا توریوم تعویض شود. رنگ این منرال یکسان نیست و از بی رنگی گرفته تا سبز زرد، سبز روغنی، سبز بنفش و سبز آبی تغییر می کند. زیر میکروسکوپ رنگ آبی و یا زرد دارد، و یا هم بی رنگ است. در تراشیدگی ها بی رنگ و یا کمرنگ به نظر می رسد. رنگ **خاکه** آن سفید است. کرسنال های استوانه ئی را می سازد. ندرتاً میتواند شکل تخته ئی را بخود بگیرد. به شکل دانه دار، تار مانند و سوزن مانند نیز موجود است. می تواند شفاف باشد، مگر بیشتر ابری و غبارآلود جلوه میکند. **جلای** روغنی دارد. بسیار شکننده است. در طبیعت نسبتاً فراوان پیدا می شود. جزء اکسوری سنگ های آذرین، متامورفوزاشده و یا رسوبی را تشکیل می دهد. کان های مستقل را نیز می تواند بسازد. بگونهء مناسبی، سنگ آهک را زیر فشار می گیرد. جزء دائمی فاسفوریت ها است.

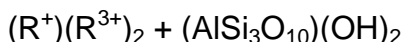
اپاتیت بحیث منبع مهم فاسفور در کشاورزی اهمیت دارد. در اثر هوا خوردگی، فاسفور از آن به کشتزارها نفوذ نموده و از این راه داخل بدن نباتات و دیگر زنده جان ها می گردد. از اپاتیت در تولید کود کیمیائی استفاده می شود. در ذوب فلزات و غیره نیز مهم است /۵/.

۳-۱-۳: مایکها

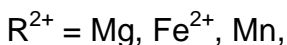
مایکها را الوموسیلیکات هائی می سازند که ترکیب کیمیائی گوناگون دارند. بصورت عموم میتوان فورمول کیمیائی مایکها را چنین بیان نمود /۶/:



و یا:



در فورمول های بالا:



مایکها بگونه منرال های مگمائی و پسامگمائی در سنگ های آذرین عمیق، بویژه در سنگ هائی با خواص اسیدی و یا خنثی، شکل می گیرند. کرسنال های کلان آن را در پگماتیت ها و در کان های هیدروترمالی که در حرارت های بالا ساخته می شوند، می توان جستجو نمود. در سنگ های متامورفوزا شده، بویژه در گنیس ها و در تخته سنگ ها، نیز نسبتاً فراوان اند. مگر مهمترین کان های مایکا در پگماتیت های گرانیتی پیدا می شوند که در آنها مایکا با کوارتز و فلدسپار یکجا موجود است و منرال هائی مانند تورمالین، گارنت، بریل، توپاز و غیره آنها را همراهی می کنند.

مایکا قابلیت خوب تورق را داراست. عایق خوب برق است و در برابر آتش و تیزاب ها از خود مقاومت نشان می دهد. از اینرو در ساختن مواد عایق برق، در تولید شیشه کوره های ذوب فلزات و بگونه پودر در تولید وسائل صوتی، مواد عایق حرارت، مواد چرب کاری، در تولید پوشش ها، ارابه ها، مواد منفجره و غیره بکار می رود.

از نگاه صنعتی، مهمترین انواع مایکا اینها اند: موسکوویت، فلوگوپیت و ورمیکولیت /۶/.

Muskovit

موسکوویت الوموسیلیکات تک کلونی پتاشیم با هیدروکسیل است که در طبیعت فراوان پیدا می شود. از بابت ترکیب، آن را مایکای پتاشیمی نیز می نامند. معمولاً مگنزیم در آن موجود نیست. مگر گاهگاه در آن کوارتز اضافی وجود داشته و پتاشیم را سیلیسوم و المونیوم را آهن، مگنزیم و منگان تعویض می کنند. **جلای** آن مرواریدی و **رنگ** آن خاکستری، زرد و یا سبز است. میتواند بی رنگ نیز باشد. در تراشیدگی ها بی رنگ به نظر می رسد. کرسنال هائی را می سازد که کمتر اوقات قابل اندازه گیری اند. بیشتر کرسنال های تخته ئی شش ضلعی را تشکیل می دهد و خراشیدگی در آن دیده می شود. بگونه تخته هائی با ابعاد کلان وجود دارد. میتواند با بیوتیت و مایکاهای دیگر یکجا نمو کند. در بسیاری موارد مجموعه های ورقه دار، گلاب مانند، کاسه مانند، شاهپر مانند و یا هم مجموعه های توده ئی را می سازد. میتواند بگونه پسنودومورفوزای کوردیریت، نفلین، فلدسپارها، توپاز و غیره شکل بگیرد. قابلیت شق شدن را داراست. خاصیت نوری آن به مقدار آهن و تیتانیوم وابسته است. بسیار به دشواری ذوب می گردد. در تیزاب ها منحل شدنی نیست. در کنار بیوتیت، از جمله فراوانترین مایکاها بشمار می رود. در اثر ازهم پاشیدگی سیلیکات های دیگر بوجود می آید. بحیث جزء اصلی ویا اکسسوری در بسیاری سنگ ها، بویژه در گرانیت ها و پگماتیت های آن، در شیبست ها، گنیس ها، فیلیت ها، سنگ های ریگی، ریگ ها و همچنان در آهک ها و دولومیت های متامورفوزا شده یافت می شود. به اندازه کمتر میتوان آن را در درزهای گرانیت ها و یا گنیس ها با کرسنال های فلدسپار جستجو نمود. در صنعت اهمیت زیاد دارد. بویژه نقش آن را در تولید عایق ها نمیتوان نادیده پنداشت. نام آن از نام مسکو گرفته شده است و زمانی در این شهر بجای شیشه در کلکین ها بکار می رفت /۴/.

فلوگوپیت

Flogopit

فلوگوپیت الوموسیلیکات پتاشیم و مگنزیم است با فلور و مقداری هم آهن که به سلسله بیوتیت تعلق می گیرد. کرسنال های کلان تخته ئی آن معمولاً شفاف اند. بیشتر بگونه مجموعه های شاهپر نما یافت می شود. **رنگ** آن زرد، سبز ویا نسواری سرخ است. بی رنگ نیز می تواند باشد. **جلای** مرواریدی دارد. گاهگاه کمی نورافشانی میکنند. در پگماتیت ها جا می گیرد. همچنان در آهک های کرسنالی، دولومیت ها، سرپنتینیت ها، تخته سنگ های کرسنالی و بصورت کل در سنگ های تماسی (کانتکت ها) موجود است. کان فلوگوپیت در مقایسه با موسکوویت کمیاب تر است. با آنها، از نگاه استخراج اهمیت آن ناچیز نیست. از

بابت قابلیت خوب تورق و مقاومت فوق العاده در برابر حرارت، از آن در صنایع استفاده می شود. نام فلوگوپیت از زبان یونانی گرفته شده است و بیانگر رنگ آن است /۴/.

ورمیکولیت

Vermiculit

منرال گلی ورمیکولیت الوموسیلیکات پیچیده قلیائی و آبدار مگنزیوم، المونیوم و آهن سه ولانسه است. مجموعه های سبز نضواری شاهپرمانند و یا کرسنال های تخته ئی را می سازد. ساختار لایه دار و طبقه ئی دارد. شبیه بیوتیت است. از لایه هائی تشکیل یافته که در آنها آب مالکولی و آیون های مثبت مگنزیوم قرار دارند. در مقایسه با مونتموریلونیت، توانائی تبادلء آیون ها در آن بیشتر است. در صورتیکه به تیزی حرارت داده شود، شکل کرمک ها را اختیار میکند. در اثر از هم پاشیدگی بیوتیت ویا فلوگوپیت، از طریق هیدروبیوتیت بوجود می آید. بحیث عایق خوب در صنایع بکار می رود. نام ورمیکولیت از زبان لاتین گرفته شده است. در لاتین، **ورمیس** بمعنی کرم است /۴/.

۳-۱-۴: فلدسپارها (یا فلدسپات ها)

Feldspar (Feldspat, Feldspath): (Ba, Ca, Na, K, NH₄)(Al, B, Si)₄O₈

مجموعه طبیعی الوموسیلیکات های بی آب قلیائی و کلسیومی را می گویند که با همدیگر ساختار کرسنالی و خواص بسیار مشابه دارند. فلدسپارها به دسته تکتوسیلیکات ها تعلق می گیرند. اجزای سنگ هائی را می سازند که در طبیعت فراوان پیدا می شوند و از اهمیت زیاد برخوردار اند. بسیاری دانشمندان از آنها بگونه مهمترین سیلیکات ها یاد می کنند. کان های این دسته افزون بر خواص و ساختار کرسنالی مشابه، دارای خاصیت نوری مشابه نیز می باشند. **رنگ** شان معمولاً روشن بوده و گاهگاه حتی صاف جلوه می نمایند. در تراشیدگی ها بی رنگ و یا ابری به نظر می رسند. فلدسپارها از سه جزء اصلی ساخته شده اند (اورتوکلاس، البیت و انورتیت) و از نگاه ساختار کرسنالی به دو دسته تقسیم می شوند: فلدسپار های یک کلونی (اورتوکلاس و سانیدین) و فلدسپارهای سه کلونی (میکرولین و پلاگیوکلاس ها). در حرارت های بلند میتوانند اورتوکلاس و البیت (فلدسپارهای قلیائی) بدون محدودیت به شکل اجزای **هم مانند** یا ایزومورفیک با همدیگر مخلوط و یکجا شوند و میتوانند در اثر سرد شدن شان پرتیت بوجود بیاید. برخلاف، اورتوکلاس و انورتیت هیچگاه با هم مخلوط نمی گردند. البیت و انورتیت در هرگونه حرارت میتوانند با همدیگر به قسم اجزای **هم مانند** مخلوطی را بسازند که پلاگیوکلاس (فلدسپار سدیم - کلسیومی) نامیده میشود. به استثنای چند حالت، فلدسپارها در همه سنگ ها وجود دارند /۴/.

فلدسپارها در تکتوسیلیکات ها سه دسته را تشکیل می دهند /۴/:

الف) فلدسپارهای پتاشیمی که اورتوکلاس و سانیدین یک کلونی و میکرولین و مزومیکرولین سه کلونی به آنها تعلق می گیرند،

ب) فلدسپارهای باریومی که هیالوفان و سلسیان را در بر می گیرند،

ج) پلاگیوکلاس ها و یا فلدسپارهای سودیم - کلسیومی که از البیت، اولیگوکلاس، اندزین، لبرادوریت، بیئونیت و انورتیت تشکیل یافته اند.

هرگاه فلدسپارها بصورت طبیعی از هم پاشیده شوند، میتواند از آنها کان غنی کائولین بوجود بیاید. در اثر تجزیه فلدسپارها در کشتزارها موادی شکل می گیرد که در تغذیه کشتزارها اهمیت دارد. از همین بابت در برخی زبان ها فلدسپارها را مواد غذایی کشتزارها نامیده اند. از فلدسپارها بگونه مواد روکش ساختمانی و همچنان به قسم سنگ های زینتی کار گرفته می شود /۴/.

۵-۱-۳: کوروندوم (سنگ سنباده)

Korundum: Al_2O_3

کوروندوم در بعضی مناطق فراوان است. این اکسید المونیوم با منرال هماتیت همنوع خوانده می شود. ۵۳،۰۴٪ المونیوم دارد و از بابت داشتن همآمیزه های دیگر رنگ های گوناگون را اختیار می کند. مثلاً اکسید آهن و تیتانیوم به آن رنگ آبی و اکسید کرومیوم به آن رنگ سرخ می دهد. بی رنگ نیز میتواند وجود داشته باشد. بیشتر رنگ آبی، خاکستری آبی، رنگ سرخ یا لکه دار دارد. هم شفاف است و هم ناشفاف یافت میشود. جلائی اندک شیشه ئی از خود نشان میدهد. کرسنال های آن گاهگاه خیلی کلان اند. مجموعه های دانه دار را نیز می سازد. در تراشیدگی ها خاصیت پلنوکروئیک دارد. در حرارت ۲۰۵۰ درجه سانتی گراد نوب می گردد. در تیزاب ها آسیب نمی بیند. صرف با سولفات سودیم اسیدی می تواند گداخته شود.

کوروندوم پس از الماس سخت ترین منرال است. از این خاصیت آن در تولید مواد ساینده استفاده میشود. نوع های رنگه آن بحیث سنگ های گرانبها در زیورسازی بکار می روند.

تراکم مونومنرالی یا یکه منرالی کوروندوم در طبیعت بسیار کمیاب است. بگونه عضو جداشده از مگما در پگماتیت ها، سینیت ها و پریدوتیت ها شکل می گیرد. بیشتر در سنگ های عجیب و غریبی مانند مارونیدیت و غیره پیدا میشود که از نگاه آفرینش به انواع گوناگون تعلق دارند. کنه های با اهمیت صنعتی آن اکثراً نوع کانتکت - پننوماتولیتیک اند و در نتیجه

تأثیر گرانیوتئیدها بر سنگ هائی که اکسید المونیوم دارند، بوجود می آید. شکل اجسام منرالی کوروندوم نامرتب است.

در زمان حاضر کوروندوم به شکل مصنوعی نیز تولید می شود /۵/.

۳-۱-۶: کوارتز کرستالی

زیر نام کوارتز کرستالی کوارتزی مشهور است که ساختار کرستالی دارد. کرسنال ها اشکال و رنگ های گوناگون را بخود می گیرند. درجهء سختی آنها در درجه بندی موهس ۷ تعیین شده است. نوع های مختلف کوارتز نام های جداگانه دارند، مانند **امتیست** (با رنگ بنفش)، **کوارتز دودی** (با رنگ نسواری - دودی)، **سیتترین** (با رنگ زرد)، **موریون** (با رنگ سیاه) و غیره. کوارتز خالص و شفاف **کرسنال** نامیده می شود.

خاصیت های ویژهء این منرال مانند سختی، مقاومت کیمیائی، نقطهء ذوبان بالا، توانائی گذراندن اشعهء ماورای بنفش و شفافیت آن سبب می شوند تا کوارتز در بخش های گوناگون مورد استفاده قرار بگیرد. مثلاً انواع شفاف و رنگهء آن در ساختن زیورات، کرسنال های خالص، شفاف و بی همآمیزهء آن در فزیک نور و عقیق در ساختن منشور بکار می رود.

کوارتز های کرستالی از نگاه پیدایش به دو دسته تقسیم گردیده اند /۶/:

الف) رگه های پگماتیئی،

ب) رگه های هیدروترمال مشهور به نوع آلپ.

۳-۱-۷: فلوریت

Fluorit: CaF_2

فلوریت منرالیست که ساختار کرستالی مکعبی دارد. دانه دار و یا توده ئی است. رنگ های گوناگون را اختیار می کند. میتواند بی رنگ نیز باشد. اکثراً بنفش، آبی، سبز و گاهی هم گلابی است. در حرارت ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجهء سانتی گراد رنگش را از دست میدهد و سفید می گردد. در تراشیدگی ها بی رنگ و یا لکه دار است. بیشتر بگونهء مجموعه های دانه دار، توده ئی یا کاه مانند پیدا می شود. شکننده و شفاف است. جلای شیشه ئی دارد. کرسنال های رنگهء آن، بویژه پس از گرم شدن، قابلیت فلورسنس را دارا اند. برق را هدایت نمی کند. به دشواری ذوب می گردد. هرگاه با سولفوریک اسید یکجا شود، فلورید هیدروجن را

آزاد می‌کند. قسمت زیاد فلوریتی که در جهان استخراج می‌شود، در ذوب فلزات و صنایع کیمیائی به شکل هیدروفلوریک اسید بکار می‌رود. فلوریت خالص در فزیک نور برای ساختن منشورها و عدسیه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد /۵ و /۶.

از نگاه پیدایش، کان‌های مهم فلوریت به نوع هیدروترمال تعلق می‌گیرند. کانها از محلول‌های کم‌حرارت، میانه‌حرارت و زیاد‌حرارت ساخته شده‌اند و در اعماق و مسافت‌های متفاوت از آتشفشان‌های مگما قرار دارند. رگه‌هایی را تشکیل می‌دهند که در درزهای تکتونیکی جا می‌گیرند و می‌توانند شکل‌های گوناگون را اختیار نمایند. بیشتر در سنگ‌های کاربناتی پیدا می‌شوند /۶.

۸-۱-۳: باریت

Baryt: BaSO₄

باریت در طبیعت بسیار فراوان است. گاهگاه در آن بگونه‌های هم‌آمیزه استرونیوم، کلسیوم یا سرب وجود دارد. کرسنال‌های شفاف، تیره و رنگارنگ را می‌سازد. بیشتر اوقات رنگ روشن و سفید را با گرایش به زردی، سرخی، آبی و خاکستری در آن می‌توان دید. ندرتاً سیاه نیز است و هم‌آمیزه‌های کاربنی دارد. کرسنال‌های آن اکثراً شکل‌های تخت‌ئی، ورقه‌ئی یا استوانه‌ئی را اختیار می‌کنند. می‌تواند مجموعه‌های دانه‌دار، کاسه‌مانند و گرده‌مانند را هم تشکیل دهد. بارها بصورت استلکتیت پیدا می‌شود. جلائی آن شیشه‌ئی است، مگر ورقه‌های آن جلائی مرواریدی دارند. از جمله‌های تیزاب‌ها، صرف در سولفوریک اسید غلیظ منحل می‌گردد. در بسیاری رگه‌های هیدروترمال و همچنان در سنگ‌های رسوبی وجود دارد. بارها کلسیت را زیر فشار می‌آورد، اما خودش از سوی کوارتز مورد فشار قرار گرفته و پسندومورفوزهای جالبی را می‌سازد /۵.

باریت از بابت رنگ سفید، خنثی بودن کیمیائی، کثافت زیاد و از بابت مقاومت در برابر اشعه‌های ایکس در صنایع گوناگون مثلاً در صنایع کیمیائی (تولید رنگ)، تخنیک برمه‌کاری، تولید مواد ساختمانی، شیشه‌سازی، طبابت، تولید مواد منفجره و در صنعت کاغذسازی بکار می‌رود /۶.

۹-۱-۳: ازبست ها یا پنبه های کوهی (پنبه های در نگیرنده، درناگیر یا ناسوز)

Azbest (Asbest, Asbestos)

ازبست یا پنبه کوهی نام چندین سیلیکات آهن، مگنزیوم و سودیم است که بافت تارمانند دارند. درست تر می بود هرگاه آن را در پارسی ابریشم کوهی می نامیدیم، زیرا تارهایی که از آنها ساخته شده است، بیشتر به ابریشم می مانند تا به پنبه. تارهای آن میتوانند به تارک های باریک و باریکتر تجزیه شوند، قابلیت کش شدن را دارند و به اندازه کافی محکم اند. ازبست ماده ایست که در برابر آتش مقاومت دارد و عملاً نمی سوزد (از همین بابت نام دوم آن در پارسی پنبه درناگیر یا ناسوز است). همچنان در برابر تیزاب ها و القلی ها از خود مقاومت نشان میدهد. صوت، حرارت و برق را بسیار کم هدایت می کند. از خواص نام برده شده در بالا هویداست که ازبست در صنایع مورد استفاده قرار می گیرد. مثلاً تارهای قابل بافت آن را که درازی آن ها تا هشت ملی متر می رسد و محکمی مناسب و قابلیت کش شدن را دارند، میتوان در صنایع نساجی و کاغذسازی بکار برد. در ساختن پوشاک ضد آتش، پرده های تیتر، ریسمان ها، تسمه ها، فیلترها، عایق های برق و حرارت می توان از آن استفاده نمود. تارهای کوتاه آن (۲ تا ۸ ملی متر) که به تارهای غیر قابل بافت مشهور اند، برای تولید پوش های ضد حرارت، نل ها و غیره بکار میروند /۶/.

ازبست ها از دیدگاه منرال شناسی به سرپنتین و امفیبول تعلق می گیرند. کریزوتیل از دسته سرپنتین است، در حالیکه پالیگورسکیت، اموسیت، کروکیدولیت، ترمولیت، انتوفیلیت و اکتینولیت به امفیبول مربوط می شوند. نه تنها از نگاه رنگ، بلکه از نگاه درازی تارها، عملیه های کیمیائی و خواص نوری از همدیگر متفاوت اند. در صنعت مهمترین نوع را کریزوتیل تشکیل می دهد.

کریزوتیل

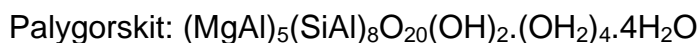
Chryzotil (Chryzotyl): $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

کریزوتیل منرال گلی است که در طبیعت فراوان یافت می شود. از نگاه ترکیب کیمیائی به سرپنتین های مگنزیوم بستگی دارد و الوموسیلیکات قلیائی مگنزیوم است. به سه نوع تقسیم می شود: کلینوکریزوتیل، اورتوکریزوتیل و پاراکریزوتیل.

کریزوتیل در حقیقت انتی گوریت است که کرسنال های ورقه ئی آن در اشکال لوله جا گرفته و تارهای باریک را می سازد. تارها معمولاً زیر نام **ازبست کریزوتیلی** شهرت پیدا نموده اند، بسیار باریک بوده و قابلیت تاب خوردن را دارند. رنگ کریزوتیل سبز، سبز خاکستری یا زردگونه است. **جلای** ابریشمی تا نیمه فلزی دارد.

نوع تارمانند کریزوتیل را ازبست کریزوتیلی می نامند و از اهمیت صنعتی زیاد برخوردار است. در سرپنتینیت ها رنگ های متعدد را تشکیل می دهد که در آنها تارها بصورت متقاطع افتاده اند. دبل (ضخامت) تارها ۱۰ تا ۶۰ میکرون است و اکثراً ۲ تا ۶ ملی متر درازی دارند. ندرتاً درازی تارها به ۵۰ تا ۶۰ ملی متر هم می رسد. قابلیت کشش تارها بسیار بالاست. استحکام کششی آنها ۸۰ کیلوگرام در یک ملی متر مربع تعیین گردیده است. قابلیت تاب خوردن، بافت خوردن و انعطاف پذیری را دارند. در برابر آتش خیلی مقاوم اند. نقطه ذوبان آنها به ۱۵۵۰ درجه سانتی گراد می رسد. خواص خوب حرارتی و صوتی دارند و عایق خوب به شمار می روند. در برابر القلی ها از خود مقاومت نشان می دهند. بدی آنها در شکنندگی نسبی آنهاست و همچنان در برابر تیزاب ها مقاوم نیستند. حتی در تیزاب های ضعیف و آب بحر از هم می پاشند. ازبست کریزوتیلی بنام ازبست در بخش های گوناگون صنعت بکار می رود /۵/.

پالیگورسکیت



پالیگورسکیت الوموسیلیکات آبدار و گلی مگنزیوم است که در بعضی جاها فراوان پیدا می شود. از نگاه ترکیب کیمیائی و ساختار به سپولیت شباهت دارد. مجموعه های سفید خاکستری یا نسواری، کریپتوکرسالی، تارمانند یا نمدمانند را می سازد. بارها به شکل تخته های کلان موجود است و یا هم در درزها جا می گیرد. همچنان در ترکیب رسوب های عمیق بحری سهم دارد. بعضی اوقات بحیث ازبست کم کیفیت بکار می رود. نام آن از نام منطقه ای در اورال گرفته شده است که برای نخستین بار در آنجا کشف گردید /۴/ و /۵/.

اموسیت



اموسیت نوع ازبست است که تنوعی از کلینوامفیبول، گرونریت یا کمینگتونیت و یا هم تنوعی از گرونریت و انتوفیلیت آهنگار شمرده می شود. مجموعه های تارمانند خاکستری، خاکستری نقره ئی، نسواری گونه و یا سبزگونه را می سازد. به هیدروترمال ها تعلق می گیرد. میتوان در آن خاصیت پلئوکروئیک را مشاهده نمود. تارهای آن بطور اوسط ۱۵ سانتی متر درازی دارند، مگر یگان وقت درازی آن ها حتی به ۲۷ سانتی متر می رسد. تارها در درزها به شکلی جا می گیرند که با دیوارهای درز زاویه عمودی را تشکیل می دهند. نام اموسیت از واژه اموسا که از حروف نخستین نام معادن ازبست در افریقای جنوبی ترکیب یافته، گرفته شده است (Asbestos Mines of South Africa) /۵/.

کروکیدولیت (ازبست ظریف)



کروکیدولیت تنوع ریبیکیت است که بنام **ازبست ظریف** شهرت دارد. تخته های دبل و تاردار آبی تاریک تا سبز آبی را میسازد. زمانی که از هم پاشیده شود، رنگ نصولاری زرد را بخود می گیرد. رنگ اصلی آبی آن در اثر اکسیداسیون آهن به رنگ نصولاری زرد مبدل می گردد. کروکیدولیت با رنگ نصولاری زرد بنام **چشم ببر** معروف است و سنگ گرانبها شمرده می شود (رنگ **چشم ببر** نتیجه تأثیر لیمونیت است). نوع آبی آن **چشم شاهین** یا **فالكون (فالكن)** نام دارد. هرگاه **چشم شاهین** را در آتشی که از داغی زیاد رنگ آبی سفید را اختیار می کند حرارت دهیم، سنگی با رنگ نصولاری سرخ بدست می آید که بنام **چشم گاو** مشهور است. کروکیدولیت را میتوان بصورت مصنوعی توسط تیزاب ها، بویژه ذریعه هیدروکلوریک اسید، رنگ نمود.

کروکیدولیت بحیث کان مهم **ازبست تخنیکي** استخراج می شود و استحکام تار های آن بسیار زیاد است. نام آن از زبان یونانی گرفته شده است /۵ و /۸.

ترمولیت



ترمولیت سیلیکات کلسیوم و مگنزیوم است که مقداری هم آهن دارد. به سلسله اکتینولیت تعلق می گیرد. بصورت ماکروسکوپی به ولاستونیت شبیه است. مجموعه های خط مانند، گاه مانند و شعاع مانند را می سازد. همچنان میتواند تارمانند باشد. رنگ آن سفید خاکستری، خاکستری و یا سبزگونه است. گاهگاه گرافیت به آن رنگ سیاه می دهد. نوع ازبستی آن **جلای** ابریشمی دارد. بیشتر اوقات می تواند از آن نور تیر شود. شکننده است. در اثر تمامورفوزای منطقه ئی از اولیوین و پیروکسن شکل می گیرد و با انتی گوریت، سنگ صابون و کاربنات ها همراهی می شود. نسبتاً به آسانی به سنگ صابون مبدل می گردد. عموماً در آهک های کرستالی و در دولومیت ها موجود است. در سنگ های تماسی (کانتکت ها)، تخته سنگ های کرستالی و سرپنتینیت ها نیز دیده شده است. در کشور سوئیس منطقه ای بنام وال ترمولا وجود دارد. نام ترمولیت از نام همین منطقه گرفته شده است /۴ و /۵.

انتوفیلیت



انتوفیلیت سیلیکات قلیائی مگنزیوم و آهن دوولانسه است که نماینده اصلی اورتوامفیبول ها شمرده می شود. مجموعه های سوزن مانند، تارمانند، استوانه ئی و ازبستی را می سازد. بی

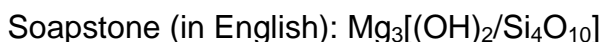
رنگ، زردگونه، نسواری یا سبز است. در تراشیدگی ها شکل پلئوکروئیک را بخود می گیرد. بارها با اکتینولیت یکجا نمو می کند. در سرپنتینیت ها و سنگ های متامورفوزاشده وجود دارد. بگونه ثانوی در سنگ های آذرین نیز یافت می شود. نام آن از لاتین گرفته شده و بیانگر رنگ آن است ۴/ و ۵/.

اکتینولیت



اکتینولیت سیلیکات قلیائی کلسیوم، مگنزیوم و آهن دوولانسه با مقداری فلور است. مقدار آهن نسبت به مگنزیوم در آن عموماً کمتر است. آهن در آن اکثراً ۵٪ تا ۲۰٪ را تشکیل می دهد، صرف بعضی اوقات از مرز ۵۰٪ بالاتر می رود. گاهگاه سودیم و المونیوم را نیز داراست. نسبتاً فراوان یافت می شود. نماینده اصلی سلسله اکتینولیت است. کرسنال های دراز و باریک استوانه ئی، سوزن مانند و یا تارمانند را می سازد. میتواند شکل گاه مانند، توده ئی، دانه دار و شعاع مانند را نیز اختیار نماید. رنگ آن گرایش های گوناگون سبز دارد. در تراشیدگی ها پلئوکروئیک، سبز روشن تا زردگونه است. جلائی آن شیشه ئی است. بارها به سنگ صابون گرایش نشان میدهد. در سنگ های متامورفوزاشده ایکه در حرارت کم شکل می گیرند (بوپژه در تخته سنگ های سنگ صابون و کلوریتی)، پیدا می شود. در کانتکت ها نیز می تواند وجود داشته باشد. همچنان تخته سنگ های مستقل اکتینولیتی را می سازد. نام آن از زبان یونانی گرفته شده و بیانگر شکل کرسنال های آن است ۴/ و ۵/.

۱۰-۱-۳: سنگ صابون



سنگ صابون سیلیکات آبدار مگنزیوم است که معمولاً همآمیزه های گوناگون را در بر دارد، از اینرو با رنگ های مختلف یافت می شود. اگر آن را با دست لمس نمائیم، حس چربی و لشمی می کنیم. بسیار نرم است، در درجه بندی موهس در پایین ترین درجه سختی قرار دارد (درجه سختی آن یک است). به دشواری ذوب می گردد (برای ذوب نمودن آن ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه سانتی گراد حرارت نیاز است). در برابر تیزاب ها و محلول های قلیائی از خود مقاومت نشان میدهد. برق و حرارت را خوب هدایت نمی کند. پودر آن را در کاغذسازی، صنعت لاستیک و نساجی بکار می برند. بحیث عایق برق در ولتاژهای بلند مورد استفاده قرار می گیرد. در تولید عایق ها، رنگ ها، پودرها، کریم های دندان، تباشیرها، شیشه های دودی، مواد منفجره و غیره می تواند سهم داشته باشد. از تخته سنگ

های سخت تر آن بحیث خشت های ضد حرارت در کوره های ذوب فلزات استفاده می شود. در سنگ تراشی نیز بکار می رود.

سنگ صابون را به چندین دسته می توان تقسیم نمود. بطور مثال:

(الف) سنگ صابون خالص – نوعی که رنگ سفید دارد،

(ب) استئاتیت – نوع کریبتوکریستالی سنگ صابون،

(ج) تخته سنگ – نوع متمورفوزاشده سنگ صابون که همآمیزه های گوناگون مانند کلوریت ها، اکتینولیت، مگنزیت، انتی گوریت، کاربنات های کلسیم و غیره را داراست.

از نگاه پیدایش کان های صنعتی سنگ صابون به دو نوع دسته بندی می گردند:

(الف) به کان هائی که در اثر فعالیت هیدروترم های غنی به سیلیکا، کاربن دی اکسید و یا مگنزیوم بوجود می آیند،

(ب) به کان هائی که به منابع هیدروترمال – متاسوماتیت کاربنات های مگنزیوم بستگی دارند.

در نوع (الف) سنگ صابون یکجا با کروم – اسپینلیدها، برنئونریت، مگنزیت، هماتیت و غیره در اثر تغییر هیدروترمالی منرال های مگنزیوم (انستاتیت، دیوپسید، اولیوین، ترمولیت، اکتینولیت، سرپنتین، اپیدوت و کلوریت ها) تشکیل می یابد.

نوع (ب) را اجسام منرالی عدس مانند، لایه مانند ویا نامرتب تشکیل میدهند. این نوع سنگ صابون خالص و با کیفیت است که با انستاتیت، دیوپسید، ترمولیت، اکتینولیت و منرال های دیگر مگنزیوم همراهی می شود /۶/.

۳-۱-۱۱: مگنزیت

Magnezit (Magnesit): $MgCO_3$; 47,82% MgO , 52,18% CO_2

مگنزیت کاربنات مگنزیوم است که هم به شکل منرال و هم بگونه سنگ یافت می شود. منرال آن را در بخش اول کتاب مورد شناسائی گرفتیم. اکنون ببینیم که بحیث سنگ چه ویژگی هائی دارد.

چنانچه گفته شد، مگنزیت کاربنات مگنزیوم است. مگر معمولاً همآمیزه های ایزومورفیک (هم مانند) $FeCO_3$, $CaCO_3$ را در بر دارد.

موجودیت هم‌آمیزه‌ها باعث می‌شود تا **منرال مگنزیت** شکل **سنگ مگنزیت** را بخود بگیرد. سنگ مگنزیت را میتوان در کان‌های (الف) **متاسوماتیک**، (ب) **رگه‌ئی** و (ج) **رسوبی** جستجو نمود. فراوانترین آن نوع رگه‌ئی است، مگر از نگاه اهمیت اقتصادی، مهمترین نوع را نوع متاسوماتیک تشکیل می‌دهد. نوع متاسوماتیک دارای **مگنزیت کرستالی** است که در اثر متاسوماتوزای هیدروترمالی سنگ‌های آهک و دولومیت‌ها بوجود می‌آید. نوع رگه‌ئی در سنگ‌های آذرین سرپنتینیتی در اثر روندهای هیدروترمالی یا هواوردگی شکل می‌گیرد و دارای **مگنزیت امورفیک (مگنزیت بی‌شکل)** می‌باشد.

از سنگ مگنزیت مگنزیم فلزی و مرکبات گوناگون کیمیائی تولید می‌کنند. از سوخته آن در صنعت نوب فلزات بحیث ماده ضد آتش (در دیوار کوره‌ها) کار گرفته می‌شود ۵/ و ۱۶.

۱۲-۱-۳: گرافیت

Grafit: C

گرافیت بسیار فراوان و برای تخنیک خیلی با اهمیت است. کاربن طبیعی می‌باشد که از نگاه ساختار به دو نوع دسته‌بندی شده است. نوع شش ضلعی و نوع رومبوئدر (نیمه شش ضلعی). هر دو نوع اکثراً یکجا نمو می‌نمایند. گرافیت بیشتر تخته‌ها یا ورقه‌های شش ضلعی را می‌سازد، مگر میتواند مجموعه‌های برگه‌ئی و یا توده‌ئی را نیز تشکیل دهد. رنگ آن خاکستری تاریک جلادار و یا کاملاً سیاه و رنگ **خاکه‌ء** آن خاکستری است. شفاف نیست. **جلای** فلزی و یا تیره دارد. برگه‌های آن یک اندازه انعطاف پذیر اند. هادی خوب برق و حرارت بوده و ثبات زیاد دارد. تقریباً ضد حرارت است، زیرا در حرارت بسیار بالا - ۳۰۰۰ درجه سانتی‌گراد - نوب می‌گردد. در تیزاب‌ها و محلول‌های قلیائی حل نمیشود. میتوان از آن در رناکتورهای برق هسته‌ئی، در تولید ظروف نوب فلز، روکش‌های حفاظت‌کننده، قلم‌های پنسل و غیره کار گرفت. گرافیت در طبیعت به طریقه‌های گوناگون شکل می‌گیرد. در لای تخته‌سنگ‌ها و در سنگ‌های آهک کرستالی عدس‌ها و اجسام پهن‌اور را می‌سازد. بارها در اثر متامورفوزای منطقه‌ئی بوجود می‌آید. درزهای برخی از پگماتیت‌ها را پر می‌کند. ندرتاً در سنگ‌های مگمائی (مگماتیک) پیدا میشود. زیادتراً در آهن‌های متئوریتی جا می‌گیرد. بصورت عموم میتوان موجودیت گرافیت را در کان‌های زیر خلاصه نمود:

- کان‌هایی که در اثر تراکم سنگ‌های مگمائی بوجود می‌آیند (گرافیت میان سنگ‌های مگمائی جاگزین می‌شود) - شکل نامنظم دارند و بصورت استثنائی میتوان آن‌ها را یافت کرد،

- کان های متاسوماتیت تماسی - خیلی کمیاب اند،

- کان های رگه ئی نوع پنئوماتولیت و هیدروترمال - گرافیت در آن ها کیفیت بلند دارد،

- کان های متامورفیک.

۳-۱-۱۳: مواد خام گلی

مواد خام گلی از ذرات سنگ های کلاستیک (از هم جدا شونده) ساخته شده اند. سنگ های کلاستیک سنگ هائی اند که از ذرات بسیار خورد سنگ های دیگر در اثر هواخوردگی آنها بوجود می آیند. ذراتی که مواد خام گلی را تشکیل می دهند، بسیار خورد استند و کلانی آنها معمولاً از ۰،۰۰۵ ملی متر تجاوز نمی کند. برای شناسائی آنها و جهت بدست آوردن معلومات در باره ترکیب کیمیائی شان به متوذهای ویژه، مانند رنتگن (اشعه ایکس)، میکروسکوپ های الکترونیک، دیفرانسیل آنالیز حرارتی، آنالیز نم زدا و غیره نیاز است.

مواد خام گلی را در صنایع می توان بصورت خام و یا پخته بکار برد. به شکل خام در قرطاسیه جات، رنگ سازی، صابون سازی، کریم سازی و غیره استفاده می شوند. میتوانند برای از بین بردن چربی نیز بکار بروند. به شکل پخته میتوان از مواد خام گلی در سفالگری، ذوب فلزات، در صنایع کیمیائی و غیره کار گرفت.

مواد خام گلی به این کان ها دسته بندی می گردند:

الف) گل ها و سنگ های گلی،

ب) بنتونیت ها،

ج) کائولین ها ۶/ و ۷/.

۳-۱-۱۳-۱: گل ها و سنگ های گلی

گل از منرال ها و سنگ های گوناگون ساخته میشود. بسیار کم اتفاق می افتد که صرف از یک منرال تشکیل یابد. در صورتیکه از یک منرال ساخته شود، آن را گل تک منرالی یا مونو منرالی می نامند. مگر اکثراً در اثر هواخوردگی سنگ های متنوع شکل می گیرد و در آن منرال های گوناگون جاگزین می گردند. بویژه الوموسیلیکات های آبدار (مانند کائولینیت، هالوئیزیت، مونت موریلونیت، نون ترونیت، ایلیت و غیره)، هیدروکسیدهای المونوم (مانند

هیدراگلیت، دیاسپور، بهمیت) و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (مانند هماتیت، مگنتیت، گنیت) اجزای اصلی گِل را تشکیل می دهند. افزون بر منرال های نامبرده شده، منرال های پیریت، مرکزیت، سنگ گچ، سنگ آهک، گلاوکونیت و غیره در ترکیب گِل سهم دارند. ذرات مایکاها، فلدسپارها، کوارتزا و غیره اجزای دیگر گِل هستند. از بابتی که ذرات سنگ ها و منرال ها ذریعه آب، باد و یخبندان ها از جاهای اصلی شان بجای دیگر انتقال می یابند، اجزای نباتی، حیوانی و غیره نیز به گِل افزوده می گردند /۶/.

گِل ها رنگ های گوناگون را اختیار می نمایند. هیدروکسیدهای آهن به گِل گرایش سرخ، کلوریت و گلاوکونیت به آن گرایش سبز، سولفیدهای آهن گرایش آبی و زغال و مرکبات عضوی به گِل گرایش خاکستری تا سیاه می دهد. آنچه در کاربرد گِل اهمیت دارد، خواص فیزیکی آن است. توان شکل پذیری گِل استفاده آن را در سفالگری ممکن میسازد، نقطه ذوبان بلند آن سبب می گردد تا از گِل بحدیث ماده ضد آتش کار گرفته شود، میتواند از محلول ها آيون های قلیائی مثلاً کلسیوم و مگنزیوم را جذب کند، توانائی جذب آب را دارد و غیره و غیره /۱۰/.

از سخت شدن گِل ها با گذشت زمان (منظور از زمان در اینجا مفهوم جیولوجیکی آن است) سنگ های گلی بوجود می آیند. در عمل، مرز میان گِل و سنگ گلی خیلی متحول است. بارها دیده شده است که یک دانشمند ماده ای را گِل نامیده، در حالیکه عین همان ماده را دانشمند دیگر سنگ گلی تعریف نموده است.

بصورت عادی، سنگ های گلی لایه ها را تشکیل نمیدهند. مگر موجودیت مایکاها و همآمیزه های دیگر در آن ها باعث می گردد تا شکل های لایه دار وحتى شکل های تخته سنگ را بخود بگیرند. گِل سخت شده را که لایه ها در آن دیده می شوند، سنگ گلی شیل (یا سنگ گلی پوسته نی) می نامند. هرگاه سخت شدن سنگ گلی پوسته نی بجائی برسد که گِل کم و بیش شکل کرستالی را اختیار نماید، از آن تخته سنگ گلی بوجود می آید. گلی که در خشت سازی بکار می رود، گِل عادی نام دارد /۶/.

از نگاه پیدایش معمولاً دو نوع گِل را می شناسیم /۶/:

الف) نوع رسوبی،

ب) نوع رزیدوال یا باقیمانده.

الف) گِل های رسوبی بنا بر شرایط و انتقال رسوب به دسته های فلوویال (رودخانه نی)، جهیلی و بحری تقسیم می شوند.

گل های فلوویال (رودخانه نی) گل هایی را گویند که در دریاها و رودخانه ها یافت می شوند و در آنها شکل لایه دار را میتوان مشاهده نمود. همآمیزه زیاد ریگی دارند (مقدار زیاد ریگ با آنها آمیخته شده است). معمولاً به آسانی ریخته می شوند. میتوان آنها را در تولید خشت و سمنت بکار برد.

در **گل های جهلی** مقدار ریگ کمتر است. از ذره های بسیار کوچک ساخته شده اند. چسپناکی بیشتر دارند. اهمیت اقتصادی گل های جهلی بسیار زیاد است، زیرا در برابر آتش از خود مقاومت بیشتر نشان می دهند.

گل های بحری در مناطق گوناگون در بحر ها شکل می گیرند /۶/.

ب) **گل های رزیدوال یا باقیمانده** در اثر هواخوردگی اجزای باقیمانده سنگ ها بوجود می آیند و معمولاً در همان جائیکه بوجود آمده اند، یافت می شوند. ترکیب کیمیائی و نمود آنها به ترکیب منرالی مادر - سنگ ها، شرایط اقلیمی پیدایش و مدت زمان پیدایش وابسته است. مثلاً اگر در اثر هواخوردگی ذرات باقیمانده آهک ها و دولومیت ها شکل گرفته باشند، میتوان در گل های رزیدوال مقدار بیشتر آهن و منرال های گلی بویژه مونت موریلومنیت را جستجو نمود. مثال خوب گل های رزیدوال گل **ترا روسا (Terra Rossa)** است /۱۰/. **ترا روسا** گلی است که به گل های **ترا کلسیس (Terra Calcis)** تعلق می گیرد. خاصیت ویژه آن ترکیب **هومیک (زنده جانی)** و رنگ سرخ آن است. با ذرات مادر - سنگ ها (آهک ها، دولومیت ها، تراورتن ها و غیره) اجزای باقیمانده نباتات و حیوانات آمیخته می شوند و ترا روسا را می سازند. از بابت موجودیت اکسیدهای کم آب تا بی آب آهن در آن، ترا روسا رنگ سرخ را اختیار می کند. این نوع گل در اقلیم های نیمه گرمسیر در شرایطی که حرارت بالا و بارندگی زیاد است، یافت می شود /۵/.

۲-۱-۱۳-۳: بنتونیت ها

بنتونیت ها سنگ های گلی نوع رزیدوال (باقیمانده) اند که در اثر از هم پاشیدگی خاکستر آتشفشان، بویژه سنگ های آذرین اسیدی، بوجود می آیند. جز اصلی منرالی آنها را مونت موریلونیت تشکیل می دهد.

بنتونیت ها از ورقه های خیلی نازک که اکثراً ضخامت کولوئیدی دارند، ساخته شده اند (ابعاد ذرات را زمانی کولوئیدی می نامند که خوردی آنها به یک هزارم یا حتی به یک میلیونم ملی متر می رسد). از بابت موجودیت مونت موریلونیت، بنتونیت ها توانایی زیاد جذب مواد را دارند. هرگاه با آب در تماس شوند، می پندند و حجم شان ۷ تا ۹ بار کلانتر می گردد. کان

های بنتونیت را در تخته سنگ ها، سنگ های ریگی و غیره می توان جستجو نمود. معمولاً ضخامت (دبلی) لایه های بنتونیت صرف چندین سانتی متر است.

از بنتونیت ها در ساحه های گوناگون کار گرفته می شود. بگونه مثال می توان از این بخش ها نام برد: در تولید مواد ظرف شوئی، در تولید رنگ ها، در تولید داروها، در نرم ساختن آب، در سفالگری، در تولید لوازم آرایش، در تولید مواد ساختمانی، در تخنیک برمه کاری، در کشاورزی و غیره /۶/.

۳-۱-۱۳-۳: کائولین ها (کاولین ها یا کولین ها)

کائولین سنگ رزیدوال (باقیمانده) سفید یا روشن غیر چسپناک و سخت ناشده است که در ترکیب آن کائولینیت و منرال های سلسله کائولینیت بیشتر از ۸۰ درصد وجود دارد. هرگاه حرارت داده شود، رنگ آن کاملاً و یا نسبتاً سفید می گردد. بیشتر اوقات در اثر از هم پاشیدگی سنگ هائی که به فلدسپارها غنی اند، شکل می گیرد. از انتقال و دوباره ته نشینی (رسوب نمودن) کائولین گِل های کائولینیتی و رسوبات دیگر ساخته می شوند. در عمل، کائولین به سنگ هائی هم اطلاق می گردد که ماده گلی آن به ۱۰٪ کاهش می یابد.

کائولین هم در اثر هواخوردگی و هم در اثر روندهای نوع هیدروترمال بوجود می آید. بگونه کان ثانی (دومی) میتواند از انتقال کان های اولیه (نخستین) نیز شکل بگیرد. به سخن دیگر، کان های کائولین از سه راه تشکیل می یابند:

(الف) در اثر هواخوردگی سنگ هائی که به فلدسپارها (گرانیت ها، پگماتیت ها، اركوزا ها) غنی اند،

(ب) در اثر تجزیه شدن هیدروترمالی سنگ های نامیرده شده در الف)،

(ج) در اثر از هم پاشیدگی، انتقال و دوباره ته نشینی (رسوب نمودن) کائولین های اولیه.

مهمترین روند پیدایش، نوع الف است که آنرا کائولینیزاسیون می نامند. کان های این نوع صرف در شرایط مخصوص اقلیمی و توپوگرافیکی در جاهائیکه عملیه کیمیائی اسیدی زمین رخ می دهد، بوجود می آیند. کائولینیزاسیون در موجودیت سولفوریک اسید که در اثر از هم پاشیدگی سولفیدها بدست می آید، می تواند زودتر و آسانتر بوقوع بپیوندد. همچنان موجودیت تیزاب های نباتات که مثلاً در خزه ها وجود دارند، می تواند روند کائولینیزاسیون را سرعت بخشد.

از کائولین در تولید ظروف سرامیک، مواد ضد حرارت و در قرطاسیه جات استفاده می شود
/۵/

۱۴-۱-۳: اوپوریت ها

اوپوریت نام عمومی رسوب هائیسیت که از آب های شور بدست می آیند. نخست اوپوریت به رسوباتی گفته می شد که در اثر تبخیر آبهای شور بوجود می آمدند، مگر در زمان حاضر این اصطلاح را دانشمندان در مورد رسوباتی نیز بکار می برند که در اثر تبخیر آب شکل نمی گیرند. زیرا ثابت گردیده است که حتی در اعماق زیاد در آب های ایستاده می توان رسوباتی را یافت نمود که با رسوبات تبخیری خواص یکسان دارند.

اوپوریت ها از کاربنات ها، سولفات ها و کلوریدها یکجا با هلوگنید (هلوجنید) های دیگر ساخته شده اند. فراوانترین منرال های اوپوریت ها را کلسیت، اراگونیت، دولومیت، سنگ گچ، انهدریت، سولفات های دیگر و کلوریدها تشکیل می دهند. اوپوریت ها میتوانند نوع بحری و یا نوع قاره ئی باشند. نوع اول در لگن ها، تالاب ها (لاگون ها یا مرداب ها) و همچنان در ساحات نزدیک بحر یافت می شود. نوع دوم رسوباتی اند که در جهیل ها در مناطق خشک و نیمه خشک بوجود می آیند /۵/.

شوری اوپوریت ها به شرایط اقلیمی و توپوگرافیکی پیدایش آنها بستگی دارد و توسط مقدار نمک در یک لیتر آب شور بیان می شود (واحد آن گرام در لیتر است).

کان هائی که به اوپوریت تعلق می گیرند، عبارتند از /۶/:

الف) کان های نمک طعام،

ب) کان های نمک های پتاشیم و مگنزیوم،

ج) کان های سنگ گچ.

۱-۱۴-۳: نمک طعام

Halit: NaCl

نمک طعام یا سودیم کلورید مرکبی است که در طبیعت بگونهء هالیت یافت می شود و کم و بیش در آن کلسیوم کلورید و مگنزیوم کلورید نیز موجود است. هالیت بصورت عادی بی

رنگ است، مگر موجودیت هم‌آمیزه‌ها در آن باعث می‌گردد که رنگ سرخ، زرد و یا آبی را بخود بگیرد. کرسنال‌های آن جلای شیشه‌ئی و ساختار مکعبی دارند. صرف بعضی اوقات شکل اوکتاادر را اختیار می‌کند. بیشتر در اثر پستودومورفوزا از سنگ گچ ساخته می‌شود. به آسانی منحل گردیده و محلولی را با مزه شور بوجود می‌آورد. آب بحر بگونه‌ای اوسط ۳،۵٪ نمک دارد که سه چهارم آن را نمک طعام تشکیل می‌دهد. سخت نم پسند (رطوبت پسند) است. معمولاً در آن مقداری از مواد محیط نیز یافت می‌شود (مثلاً نفت، گاز و غیره). منحصراً رسوب کیمیائی در بحرها و جهیل‌ها یکجا با انهدریت، سنگ گچ و نمک‌های پتاشیم‌کان‌های کلان را می‌سازد /۵/.

کان‌های نمک طعام در اثر ته‌نشینی سودیم کلورید از آب‌های بحری و یا جهیلی بوجود می‌آیند. شرط اساسی پیدایش‌شان این است که آب‌ها لگن‌های جدا و یا نیمه‌جدا را تشکیل دهند و در محیط گرم و یا خشک قرار داشته باشند /۵/.

سودیم کلورید ماده مهم در زندگی انسانهاست. نه تنها بگونه‌ای نمک طعام مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه در نگهداری مواد خوراکی (مثلاً گوشت) هم مؤثر است. در صنایع کیمیائی برای تولید سودیم، سودای خوردنی (جوش شیرین)، کلور، هیدروکلوریک اسید و غیره اهمیت دارد. در صنایع صابون‌سازی، کاغذ‌سازی، شیشه‌سازی، ذوب فلزات و رنگ‌سازی از آن کار گرفته می‌شود. در موسم زمستان با آن سرک‌ها و جاده‌ها را نمک‌پاشی می‌کنند تا برف سرک‌ها و جاده‌ها زودتر آب شود /۸/.

معمولاً در نمک طعام به سودیم کلورید اندکی یود (آیودین) افزوده می‌شود. علت این است که بدن انسان به مقداری یود (آیودین) نیاز دارد. کمبود یود (آیودین) در بدن می‌تواند بیماری غده تیروئید را بار بی‌آورد /۸/.

۲-۱۴-۱-۳: نمک‌های پتاشیم و مگنزیوم

نمک‌های پتاشیم و مگنزیوم ترکیباتی اند از سیلوانیت (هالیت و سیلوان)، کرنالیت و نمک سخت (هالیت، سیلوان و کیسریت/ یا هالیت، سیلوان و انهدریت) که در اثر روندهای معین و بسیار پیچیده از آب‌های بحری در خلیج‌ها یکجا با نمک طعام بدست می‌آیند /۱۰/.

سیلوانیت منبع مهم پتاشیم است. از کرنالیت در تولید مگنزیوم، پتاشیم، بروم و مرکبات آنها کار گرفته می‌شود. نمک سخت که مرکبست از هالیت (نمک طعام)، سیلوان و کیسریت یا هالیت (نمک طعام)، سیلوان و انهدریت، از جمله منابع مهم نمک‌های پتاشیم بشمار می‌رود /۵/.

۳-۱-۱۴-۳: سنگ گچ

سنگ گچ در بخش اول این کتاب مورد شناسائی قرار گرفته است. در اینجا صرف یادآور میشوم که سنگ گچ و انهیدریت از راه های گوناگون بوجود می آیند. مثلاً:

(الف) در اثر نشر سلفر آتشفشانی به توف هائی که به کلسیوم یا سنگ های آهک غنی اند،

(ب) در اثر فشار متاسوماتیتی سنگ های آهک توسط محلول های سولفاتی،

(ج) در اثر از هم پاشیدگی سولفاتها، بویژه پیریت ها،

(د) در اثر رسوب کیمیائی آب های بحر/۱۰/.

۳-۱-۱۵: منابع سلفر

سلفر در طبیعت هم به شکل عنصر (سلفر عنصری) و هم به شکل منرال (سولفیدها و سولفات ها) یافت می شود. در تولید سلفر خالص، بیشتر شکل عنصری آن بکار می رود. مگر میتوان آن را از منرالها، بویژه از سولفیدها و مخصوصاً از پیریت نیز بدست آورد /۶/.

سلفر عنصری صرف بعضی اوقات کان های کلان را می سازد. اکثراً در سنگ ها بصورت پراکنده و پاشان یافت می شود و یا هم اجسام عدس مانند، لایه دار و آشیانه ئی را تشکیل می دهد. از نگاه پیدایش می توان آن را به انواع زیر دسته بندی نمود /۶/:

(الف) کان هائی که به فعالیت آتشفشان ها بستگی دارند و **بالارو (تصعیدی = سوبلیماسیونی)** نامیده می شوند،

(ب) کان هائی که به اکسیداسیون سولفیدها بستگی دارند و در ساحه اکسیدی سولفیدها بوجود می آیند،

(ج) کان های رسوبی.

از نگاه اقتصادی صرف کان های **بالارو** و **رسوبی** اهمیت دارند.

کان های بالارو در مناطقی یافت می شوند که در گذشته نزدیک در آنجا یا آتشفشان فعال بوده (منطقه آتشفشان تازه) و یا هنوز هم در آنجا آتشفشان فعال است. سلفر در اینگونه کان ها در اثر فشار گازها و بخارها بالا رفته و سپس در جایی تراکم می کند. سلفر می تواند در اثر اکسیداسیون ناکافی هیدروجن سولفید (سولفید هیدروجن = سولفان) و یا در اثر تعامل هیدروجن سولفید با سلفر دی اکسید (دی اکسید گوگرد) نیز بوجود بیاید.

در کان های بالارو، سلفر در درزها، خالیگاه ها و یا در توف های آتشفشان جا می گیرد. گاهگاه سلفر در این کانها توسط گازهای آتشفشانی و بخارها گرم شده و به بیرون پرتاب می گردد. مثال خوب این روند در سال ۱۹۳۶ در جزیره هکایدو در جاپان دیده شد. در آن زمان از کراتر (دهانه آتشفشان) سلفر مایع با سجه گی ۹۹،۹٪ فواره کرد.

از نگاه اقتصادی بیشترین اهمیت را **کان های رسوبی** دارا اند که روند پیدایش شان هنوز هم چندان روشن نیست. برخی از این کان ها به نوع **سین جنتیک** تعلق می گیرند و برخی دیگر نوع **اپی جنتیک** نامیده شده اند /۶/.

پیریت (کیز آهنی)

Pyrit: FeS₂

پیریت که کیز آهنی نیز نامیده می شود، افزون بر آهن و سلفر مقدار کمی هم ارسنوم، کوبالت، نیکل، نقره، طلا، تالیوم و جست نیز دارد. چهار عنصر آخر (نقره، طلا، تالیوم و جست) در آن بگونه همآمیزه ها توسط منرال ها و سنگ های دیگر جاگزین می گردند. بیشتر از شصت شکل پیریت در طبیعت شناسائی شده که نوع مکعبی آن زیادتر از انواع دیگر وجود دارد. اکثراً توتۀ ئی، دانه دار، پاشان و یکجا با سولفید های دیگر یافت می شود. مجموعه های توده ئی و شعاع مانند را نیز می سازد که گاهگاه سبب می گردد تا با مرکزیت اشتباه شود. همچنان میتوان آن را به شکل غده مانند، گرده مانند، انگور مانند، دندریتی و به قسم پوش ها و پوسته ها یافت نمود. **رنگ** زرد روشن برنجی دارد که اکثر اوقات گرایش های گوناگون را اختیار می کند. در انعکاس نور رنگ سفید زرد را بخود می گیرد. **رنگ خاکه** یا **خط** آن نسواری یا سیاه سبز است. **جلای** بلند فلزی دارد. بسیار شکننده است. خاصیت مقناطیسی ندارد و هادی خوب برق نیست. در حرارت بالاتر از ۵۷۰ درجه سانتی گراد به پیرهوتین مبدل می گردد. در مقایسه با مرکزیت ثابت تر است. در نیتریک اسید منحل می شود، مگر در هیدروکلوریک اسید منحل شدنی نیست. روی آن را اکثراً لیمونیت می پوشاند و در اثر هواوردگی به بسیار آسانی به لیمونیت مبدل می گردد. پیریت فراوانترین سولفید در طبیعت است و بارها کان های بزرگ را تشکیل می دهد. در مگماتیت ها، دیوریت ها، پگماتیت ها و گابروها یافت می شود. منرال اصلی برای تولید سولفوریک اسید است و یگان وقت کان طلا دار را نیز می سازد /۴/.

۱۶-۱-۳: دیاتومیت ها

دیاتومیت سنگ رسوبی است دارای سوراخ ها و از **دیاتوم** ها و اسکلت های **رادیولریاها** تشکیل گردیده است. **دیاتوم** جلبک یک سلولی می باشد که جعبه دوگانه یا دو لایه آن از

مواد سیلیکا دار شکل گرفته است. رادیولریاها زنده جان های یک سلولی خوردی استند که اکثراً توسط اوپال پوش شده اند (جعبه آنها از اوپال ساخته شده است) و با سوراخ ها و اشکال خارمانند مزین گردیده اند. از مواد دیگری که در ساختار دیاتومیت سهم دارند، میتوان مواد گلی، دانه گک های خورد کوارتز و گلاوکونیت را نام برد.

کان دیاتومیت در اثر رسوب جیوکیمیائی جعبه های کوارتزار در لگن هائی که فقیر به کاربنات کلسیوم و غنی به الوموسیلیکات ها اند، بوجود می آید. بهترین محیط برای پدید آمدن کان دیاتومیت لگن های آبداری اند که در نزدیکی آتشفشان قرار دارند. خاکستر آتشفشان موادی را در خود دارد که در شکل دادن جعبه ها سهم می گیرند. کان دیاتومیت در رسوبات ترشیری (کوه هائی که در مرحله سوم بوجود آمده اند) هم در لگن های بحری و هم در لگن های جهیلی یافت می شود.

دیاتومیت موارد کاربرد گوناگون دارد. می توان از آن در تولید فیلتر، بویژه در شکر سازی استفاده نمود. می توان آن را با سمنت درآمیخت و یا از آن خشت های سبکی که عایق حرارت و صدا اند، تولید کرد. می تواند بچیث کتالیزر استفاده شود. همچنان در تولید شیشه مایع و اولترامارین، در صنایع کیمیائی و در صنعت نفت بکار می رود /۶ و /۸.

۱۷-۱-۳: آهک و دولومیت

آهک و دولومیت از جمله سنگ های کاربناتی رسوبی استند که در ترکیب آهک عنصر کلسیوم و در ترکیب دولومیت کلسیوم و مگنزیوم وجود دارند. معمولاً با آنها منرال های گوناگون مانند کوارتز، سولفیدها، سولفات ها، منرال های گلی، فلدسپارها و گلاوکونیت مخلوط می شوند. همآمیزه های زنده جان مرده را نیز میتوان در آنها پیدا نمود /۶.

آهک

Limestone: CaCO_3

آهک دو نوع ساختار کرستالی دارد: ساختار سه ضلعی (تری گونال) و ساختار لوزی (رومبیک). آهک با ساختار سه ضلعی کلسیت نام دارد، در حالیکه نوع لوزی آن را اراگونیت می گویند. آهک در طبیعت با دولومیت مخلوط شده و سلسله آهک - دولومیت را تشکیل میدهد. همچنان می تواند با گِل مخلوط گردد و سلسله آهک - گِل را بسازد. نظر به مقدار دولومیت و یا گِل در آهک میتوان اصطلاحات دیگری را به شناسائی گرفت که در پایان جدول بندی شده اند /۶:

الف) سلسله آهک – دولومیت

۱۰۰٪ - ۹۰٪ کلسیت	۹۰٪ - ۵۰٪ کلسیت	۱۰٪ - ۵۰٪ کلسیت	۱۰٪ - ۰٪ کلسیت
آهک	آهک دولومیتی	دولومیت آهکی	دولومیت
۱۰٪ - ۰٪ دولومیت	۱۰٪ - ۵۰٪ دولومیت	۹۰٪ - ۵۰٪ دولومیت	۱۰۰٪ - ۹۰٪ دولومیت

ب) سلسله آهک – گِل

۱۰۰٪ - ۹۰٪ کلسیت	۹۰٪ - ۵۰٪ کلسیت	۱۰٪ - ۵۰٪ کلسیت	۱۰٪ - ۰٪ کلسیت
آهک	آهک گلی	گِل آهکی	گِل
۱۰٪ - ۰٪ گِل	۱۰٪ - ۵۰٪ گِل	۹۰٪ - ۵۰٪ گِل	۱۰۰٪ - ۹۰٪ گِل

آهک اکثراً ریشهء بحری دارد. صرف قسمت کم آن در لگن های آب شیرین بوجود آمده است. از نگاه طرز پیدایش میتوان آهک را اینسان دسته بندی نمود:

الف) آهکی که ریشهء دنتزیتی دارد و در اثر تراکم توته های مواد آهکی بوجود آمده است، مانند جوش سنگ ها و برکسیه های آهکی و غیره،

ب) آهکی که ریشهء عضوی دارد و از قسمت های باقیماندهء زنده جان ها ساخته می شود، مانند آهک ها در تپه های بحری و غیره،

ج) آهکی که ریشهء بیوکیمیائی دارد و اکثراً در اثر فوتوسینتزای خزء بحری بوجود می آید (فوتوسینتزا روند بیوکیمیائی است که در جریان آن جسم – در اینجا خزء بحری – نور را جذب نموده و آن را به انرژی کیمیائی تبدیل می کند)،

د) آهکی که ریشهء کیمیائی دارد و در اثر فرار گاز کاربن دی اکسید و تراکم کلسیت در آبهای بحری بوجود می آید (علت فرار گاز کاربن دی اکسید میتواند موج بحر، بالارفتن حرارت آب بحر، کاهش فشار اتموسفر در هوا و غیره باشد).

بنا بر خواص فیزیکی و شیمیایی خود، آهک موارد کاربرد گوناگون دارد. از آهک میتوان در تولید گچ، سمنت، کاربید، رنگ، تهیه سنگ های زینتی، در سفالگری و در تولیدات شیمیایی استفاده نمود /۶/.

دولومیت

Dolomit: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

همانگونه که در بخش اول این کتاب گفته شد، دولومیت سنگ کربناتی است. با آنکه از کلسیم، منگنزیم، کربن و اکسیژن ساخته شده است، همیشه هم آمیزه های دیگر نیز در آن وجود دارند. بویژه کلسیت و مرکبات گلی را می توان در آن یافت نمود. با آهک سلسله آهک – دولومیت را می سازد. به عین ترتیب قادر است تا با گِل مخلوط شود و سلسله دولومیت – گِل را تشکیل دهد. سلسله دولومیت – گِل را میتوان توسط جدول روشن ساخت /۱۰/.

سلسله دولومیت – گِل

۹۰٪ - ۱۰۰٪ دولومیت	۵۰٪ - ۹۰٪ دولومیت	۱۰٪ - ۵۰٪ دولومیت	۰٪ - ۱۰٪ دولومیت
دولومیت	دولومیت گلی	گِل دولومیتی	گِل
۰٪ - ۱۰٪ گِل	۱۰٪ - ۵۰٪ گِل	۵۰٪ - ۹۰٪ گِل	۹۰٪ - ۱۰۰٪ گِل

بنا بر طرز پیدایش، دولومیت به دو دسته تقسیم میشود:

الف) دولومیت نخستین (اولیه) – که در اثر تراکم شیمیایی مستقیماً در آب بوجود آمده است، بطور مثال دولومیتی که کان های نمک را همراهی می کند،

ب) دولومیت دومی (ثانی) – که در اثر زیر فشار قرار گرفتن کلسیم کربنات، یعنی در اثر روندهای دیاجنتیک و اپی جننتیک شکل می گیرد.

باید یادآور شوم که موضوع پیدایش دولومیت هنوز هم مضمون بحث دانشمندان است و تا کنون دانشمندان در باره آن به نتیجه واحد نرسیده اند /۶/.

دولومیت ماده خام مهم است که در صنعت های گوناگون بکار میرود. در رشته ساختمانی می توان از آن گچ دولومیتی ساخت که در برابر آتش مقاومت بیشتر دارد. می توان از آن در

صنایع ذوب فلزات، شیشه سازی، سفالگری و همچنان در تولید کود کیمیائی، مواد پاک کاری و غیره کار گرفت /۶/.

۳-۱-۱۸: منابع مواد خام برای ریخته گری

مواد خامی را که در ریخته گری و ذوب فلزات اهمیت دارند، اکثراً سنگ هائی می سازند که میان **بازالت اولیونیتی** و **بازانیت نفلینی** قرار گرفته اند. یعنی آن دسته سنگ هائی اند که در برابر تیزاب مقاومت دارند، بسیار محکم اند و اکسیدهای اصلی شان از مقدارهای زیر تجاوز نمی کنند /۶/:

$43,5\% < \text{SiO}_2 < 47\%$,

$11\% < \text{Al}_2\text{O}_3 < 13\%$,

$4\% < \text{Fe}_2\text{O}_3 < 7\%$,

$5\% < \text{FeO} < 8\%$.

در ریخته گری و ذوب فلزات، **بازالت اولیونیتی** با ذرات میکروسکوپی نفلین و سنگ هائی که **بازانیتونیده** نامیده می شوند، از اهمیت ویژه برخوردار می باشند.

بازالت

بازالت نام نامشخص سنگ های بازیگ است که برای نخستین بار آن را روزن بوش بکار برد. در حقیقت بازالت سنگ آتشفشانی را گویند که شکل توده ئی و میده دانه را اختیار نموده و در آن معمولاً دانه های تاریک برجسته می شوند. رنگ سیاه یا سیاه خاکستری دارد. کلان بافت است. اکثراً شکل سوراخ سوراخ و یا بادامی را داراست. ترکیب آن طوریت است که در برجستگی های آن اوگیت، تیتان اوگیت، آگیرین اوگیت و کمتر وقت پیروکسن های لوزی، امفیبول، اولیوین و بیوتیت یافت می شود و در متن آن اوگیت، پلاگیوکلاس بازیگ (لبرادوریت - انورتیت)، شیشه، مگنتیت، ایلمنیت، اپاتیت و غیره وجود دارد. اولیوین در سوراخ های گرد و زئولیت در خالیگاه های بادامی شکل آن جا می گیرد. در صورتیکه در آن اولیوین موجود باشد، آن را **بازالت اولیونیتی** می نامند. اکثراً مانند سیلاب سنگی به نظر می رسد و قشر زمین را پوش می کند. مگر می تواند شکل رگه ئی را نیز بخود بگیرد. در طبیعت از جمله فراوانترین سنگ های **افوزیو (سنگ های آتشفشانی فوران کننده)** به شمار می رود.

بازالت ها در اثر ذوب شدن بخشی از پوستهء بالائی زمین که از پریدوتیت های اولترابازیک ساخته شده باشد، بوجود می آیند. در مقایسه با کوندزیت ها، بازالت ها به عناصری مانند لیتیوم، سدیم، پتاشیم، روبیدیوم، سزیوم، استرونیوم، بریلیوم، کلسیوم، باریوم، المونیوم، گالیوم، ایندیوم، تلوریوم، اسکندیوم، عناصر خاکی کمیاب، سیلیزیوم، گرمانیوم، قلع، سرب، تیتانیوم، زیرکونیوم، هفنیوم، توریوم، ارسنیوم، انتیمون، نیوبیوم، تننتال و اورانیوم غنی اند. میزان ذوب آنها (میزان ذوب به مقدار حرارت بستگی دارد)، مقدار اجزای فرار کننده در آنها (مثلاً آب)، ترکیب سنگ های اصلی، خاصیت باقیمانده ها و همچنان عمقی که در آن سنگ ها ذوب می شوند، همه و همه عواملی اند که ترکیب بازالت ها را تعیین می نمایند. در صورتی که فشار بالا باشد بیشتر اوقات بازالت های پیکریتیک، در صورتی که مقیاس ذوب بالا باشد پیکریت های تولیتیک و در صورتی که میزان ذوب کمتر باشد پیکریت های قلیائی بوجود می آیند. بهمینگونه در صورت فشار پائین تولیت های اولیونیتی و در صورت ذوب ناچیز بازالت های اولیونیتی قلیائی شکل می گیرند.

با آنکه چندین حالت گذار میان بازالت ها وجود دارد، معمولاً دو نوع مگمای بازالتی را می توان اساسی نامید:

(الف) مگمای تولیتی (که توسط سیلیزیوم مشبوع شده است)،

(ب) مگمای قلیائی (که با سیلیزیوم مشبوع نگر دیده است).

مگمای بازالتی که یکجا با سنگ های قلیائی - آهکی (اندزیت ها) یافت می شود و بازالت گلی نام دارد، اهمیت اقتصادی زیاد ندارد. همچنان مگمای نقلینی در سنگ های قلیائی دارای اهمیت زیاد نیست.

از بازالت در تولید مواد ساختمانی و بویژه در ریخته گری کار گرفته میشود. بازالتی که در ریخته گری به کار میرود، **بازالت ریخته گری** نام دارد و از بازالت های دیگر متفاوت است. بازالت ریخته گری را میتوان ذوب نمود و ریختاند و یا آن را دوباره کرسنال ساخت. **بازالت دوباره کرسنال شده** در برابر زنگ زدگی میخانیکی و کیمیائی مقاومت دارد و مثلاً بجای فولاد در کاشی کاری کوره های **کوک سازی (کک سازی، کوکس سازی) زغال** و در تولید ظروف برای صنایع کیمیائی مورد استفاده قرار می گیرد (**کوک سازی زغال** روندی است که در جریان آن زغال سیاه در حرارت بیشتر از ۱۰۰۰ درجهء سانتی گراد در شرایط بدون هوا پیرولیزا یا از هم پاشیده می شود و از آن زغالی بدست می آید که بحیث هیزم در کارخانه های ذوب فلزات بکار می رود). از بازالت ریخته گری میتوان در تولید **پشم منرالی (پشم معدنی)** که بحیث عایق صدا بکار میرود، نیز استفاده کرد. **بازالت سوراخ سوراخ و تفالهء بازالت** را در کانکریت (بتون) می اندازند تا کانکریت وزن کمتر را اختیار نماید. **بازالت استوانه ئی** که در اثر هواخوردگی و تغییر حرارت و فشار بوجود می آید،

برای ساختن دیوارهای لب بحر جهت کاهش اثرات منفی امواج بحر مفید است. در بسیاری کشورهای جهان حتی معیار هائی وجود دارند که تکنولوجی استفاده از بازالت را مشخص می کنند /۵/.

بازانیت

بازانیت اصطلاحی است که در عهد باستان از آن استفاده بعمل آمده است. بمعنی امروزی، بازانیت سنگ آتشفشانی (اکزتروزیو) را گویند که ساختار پورفیریک دارد و از پلاگیوکلاس (لبرادوریت)، نفلین، لئوسیت، اوگیت، اولیونیت و تا اندازه ای هم از امفیبول و بیوتیت ترکیب یافته است. نظر به اینکه کدام جزء به مقدار زیادتر در ترکیب آن سهم می گیرد، بنام های **بازانیت نفلینی**، **بازانیت لئوسیتی** و غیره یاد می شود /۵/.

بازانیتوئیدها

بازانیتوئید نام سنگ آتشفشانی (اکزتروزیو) است که حالت گذار میان بازالت نفلینی و بازانیت را تشکیل می دهد /۵/.

۱۹-۱-۳: منابع مواد خام پندیدنی

برخی سنگ ها هنگام بالا رفتن حرارت می پندند، حجم شان را کلان می کنند و غلظت شان از ۱ تن در متر مکعب پایانتز می رود. این نوع سنگ ها را **سنگ های پندیدنی** می نامند. علت پندیدن سنگ های پندیدنی موجودیت اجزای فرار کننده مانند آب و گاز در آنهاست که در صورت بالا رفتن حرارت می کوشند فرار کنند.

منابع مواد خام پندیدنی را پرلیت و بعضی گل ها، سنگ های گلی و تخته سنگ ها تشکیل می دهند. از گل ها میتوان گل های نئوجنیک خاکستری را نام برد. از تخته سنگ ها میتوان نوع کلوریت - سربیسیتی را مثال آورد که در بعضی مناطق بحیث ماده خام پندیدنی استخراج می شود /۶/.

پرلیت

Perlit

پرلیت شیشه آتشفشانی است که از دانه های کولوه خورد ساخته شده است. در اثر بالا رفتن حرارت می پندد. علت پندیدن آن آزاد شدن اجزای گریزان، بویژه آب است. **پرلیت پندیدنی** عایق خوب صوت و حرارت است. میتوان آن را با گچ، سمنت، گل، اسفالت (قیر) و غیره

مخلوط نمود. از اینرو بیشتر در تولید تخته های کانکریتی (بتون) و یا در ساختن عایق های صوتی و حرارتی از آن استفاده می شود. بحیث فیلتر در تصفیه مواد کیمیائی نیز از آن کار می گیرند /۵ و /۶.

۲۰-۱-۳: سنگ های اروپتو (آتشفشانی) تزئینی (زینتی)

از جمله مهمترین سنگ های اروپتو (اروپتیف) که در بخش ساختمانی بکار می روند، میتوان گرانیت ها و گرانیتوئیدها را نام برد (گرانیتوئید نام عمومی است و به سنگ های عمقانی ای گفته می شود که ترکیب گرانیتی تا کوارتز - دیوریتی دارند. معمولاً زمانی این اصطلاح بکار می رود که انواع مختلف سنگ ها در آن به یکدیگر مبدل می گردند و بدون تحلیل میکروسکوپی نمیتوان اجزای آن را از همدیگر تفکیک نمود). در پهلوی گرانیت ها و گرانیتوئیدها سنگ های دیگری نیز وجود دارند که بگونه سنگ های ساختمانی و یا تزئینی استفاده می شوند، مانند سیئیت ها، ریولیت ها، اندزیت ها، ملافیرها، دیاباس ها و فونولیت ها /۱۰/.

گرانیت (سنگ خارا)

Granit

گرانیت (سنگ خارا) نام قدیمی و مجهول الاصل است. شاید از واژه لاتینی گرانوم گرفته شده باشد که میتوان آن را دانه ترجمه نمود. گرانیت به سنگ های عمقانی گفته می شود که در آنها فلدسپارهای پتاشیمی، پلاگیوکلاس و کوارتز وجود دارند. گرانیت دارای اجزای روشن و اجزای تاریک (مافیت ها) است (مافیت اجزای تاریک سنگ ها را گویند، چه ترکیب مافیک داشته باشند یا نه). برخی دانشمندان بر این باور اند که گرانیت دارای ۳۵٪ تا ۸۰٪ فلدسپارهای قلیائی از فلدسپارهاست و بیشتر از ۲۰٪ اجزای روشن آن را کوارتز تشکیل می دهد. مقدار معمول مافیت ها (اجزای تاریک) در آن ۵٪ تا ۲۰٪ تعیین گردیده است.

گرانیت سنگ دانه دار است که دانه ها در آن اکثراً کلانی متوسط دارند. مگر میتوان آن را به شکل سنگ دانه دار با دانه های خورد و همچنان با دانه های کلان نیز یافت نمود. میتواند سیمای پورفیریک داشته باشد. ترکیب منرالی آن را معمولاً فلدسپار پتاشیمی (اکثراً اورتوکلاس و همچنان میکرولین، پرتیت، میکرو پرتیت، انورتوکلاس)، پلاگیوکلاس، کوارتز و بیوتیت (در گرانیت تیزابی همچنان موسکویت، کمتر زمان امفیبول، پیروکسن) تشکیل میدهند. بگونه اکسسوری در آن شماری از منرال ها را می توان ردیابی نمود، مانند اپاتیت، زیرکون، تیتانیت، اورتیت، همتیت، ایلمنیت، روتیل و غیره. در تیزابی ترین نوع آن که به

گریسن ها پیوند دارند (نوع موسکوویتی)، منرال هائی مانند تورمالین، کاسیتریت، فلوریت، توپاز، مولیبدنیت و مایکای لیتیومی وجود دارند. در گرانیتهای که با رسوب ها تماس برقرار نموده باشد، میتوان اندالوزیت، کوردیریت، دیستن، سیلیمانیت، گارنت و غیره را یافت نمود. منرال های ثانی (دومی) نیز در گرانیتهای ریبایی می شوند، مثلاً کلوریت، اپیدوت، اورالیت، سریسیت، کاولینیت و کلسیت. بصورت دقیق گرانیتهای بر مبنای اجزای تاریک شان دسته بندی می گردند. طرز پیدایش سنگ های گرانیتهای بحث انگیز است. از نگاه کرسنال بندی عموماً دو نوع گرانیتهای را می شناسیم: نوع مگمایی و نوع متاسوماتیک. نوع مگمایی در اثر کرسنال بندی سنگ های ذوب شده بوجود می آید، در حالیکه نوع متاسوماتیک محصول و نتیجه فشردن رسوب ها و سنگ های دیگر ذریعه محلول های گرانیتهای است /۵/.

از گرانیتهای میتوان در ساختمان ها بحیث سنگ فرش کار گرفت. از توتاهای آن بگونه جغل نیز استفاده می شود.

سینیت

Syenit

اصطلاح سینیت در ادبیات باستان بکار رفته (پلینوس) و به سنگ هائی گفته می شده است که در نواحی اسوان مصر در منطقه سینین وجود داشتند. در پتروگرافی این اصطلاح را برای نخستین بار ا. گ. ورنر (۱۹۷۸ میلادی) بکار برد و با آن سنگ های نواحی درسدن را که در آلمان موقعیت دارد، نامگذاری نمود. پسان ها دیده شد که هم سنگ های نواحی اسوان و هم سنگ های نواحی درسدن چیز دیگری بجزء از گرانیتهای نیستند. پس از برملا شدن این حقیقت مدتی زیادی زیر این نام سنگ های عمقانی مرکب از فلدسپار و امفیبول شناخته می شدند. تا آنکه ه. روزن بوش (۱۸۷۷ میلادی) با این نام سنگ های عمقانی بدون کوارتز را که فلدسپار پتاشیمی در آن ها بیشتر از پلاگیوکلاس است (صرف نظر از اجزای تاریک آنها)، معرفی نمود.

سینیت سنگ آتشفشانی عمقانی است که معمولاً از دانه های متوسط تا کلان تشکیل یافته است. بافت کلان و ساختار دانه دار دارد. بارها به شکل پورفیریکی یافت می شود. رنگ آن گوناگون است. می تواند سفید، سرخ، خاکستری خیره، خاکستری تاریک و لکه دار باشد. ظاهراً از گرانیتهای تاریکتر است. اجزای روشن آن را فلدسپار پتاشیمی (اورتوکلاس، میکروالین، میکروپرتیت) و پلاگیوکلاس (اکثراً با ترکیب اولیگوکلاس و ندرتاً با ترکیب اندزین) تشکیل میدهند. گاهگاه رنگ سرخ را بخود می گیرد که علتش موجودیت هماتیت در آن است. کوارتز در آن وجود ندارد و اگر وجود هم داشته باشد، مقدار آن از ۵٪ زیادتر نیست. از اجزای تاریک در آن بیوتیت، امفیبول و کمتر وقت پیروکسن (دیوپسید، اوگیت دیوپسیدی و هیپرستن) یافت می شود. بصورت اکسوری در آن معمولاً منرال های گوناگون

را میتوان دید، مانند اپاتیت، زیرکون، اورتیت، تیتانیت، مگنتیت، اولیوین، گارنت. بطور منرال اولیه (نخستین)، موسکویت در آن موجود نیست. بر مبنای اجزای تاریک میتوان آن را به سیننیت بیوتیت - امفیبولی، سیننیت پیروکسنی و غیره دسته بندی نمود. سیننیت در طبیعت نسبتاً کمیاب است. انبارهای کوچک را می سازد و یا هم رویه پلوتون های گرانیتوئیدی و سنگ های قلیائی را تشکیل می دهد /۵/.

ریولیت

Ryolit

ریولیت سنگ نئولکانیک (آتشفشانی نو) است که مقدار زیاد کوارتز در آن وجود دارد و مقدار فلدسپار قلیائی در آن بیشتر از پلاگیوکلاس می باشد. دارای ساختار پورفیری است. معمولاً بافت سوراخ دار، فلوتیدی و یا بادام مانند دارد. رنگ آن خاکستری است و می تواند به سیزی یا سرخی گرایش نشان دهد. برجستگی های آن را سانیدین، کوارتز، بیوتیت و ندرتاً پلاگیوکلاس، امفیبول و پیروکسن می سازد. ماده اصلی آن خیلی میده دانه است، خاصیت گوناگون دارد (ف. زیرکل هفده نوع ماده اصلی را در آن معرفی نموده است) و از عین منرال هائی تشکیل یافته که برجستگی های آن را ساخته اند. اکثراً شیشه در آن وجود دارد. بگونه اکسسوری میتوان در آن مگنتیت، تری دیمیت، کوردیریت، گارنت و بسیاری منرال های دیگر را یافت نمود. در اثر فعالیت پساآتشفشانی بارها از روند کائولین شدن یا الونیت شدن متأثر می گردد. ریولیت در سلسله کوه های نو پیدا یکجا با اندزیت یا داسیت یافت می شود. در منابع آلمانی گاهگاه ریولیت را لیپاریت نیز می نامند /۵/.

اندزیت

Andezit (Andesit)

اندزیت سنگ نئولکانیک (آتشفشانی نو) از نوع اکزتروزیو (بیرون ریز) است که از نگاه ترکیبی به دیوریت می ماند. رنگ های گوناگون را اختیار می کند. می تواند خاکستری روشن تا خاکستری تاریک، سرخ، سبز، نضواری تا سیاه باشد. ساختار پورفیری هیالوپیلیتیک یا پیلوتکسیتیک دارد (ساختار پیلوتکسیتیک ساختار مگماتیت های بیرون ریز را گویند که از ماده نمد مانند ساخته شده اند و ماده اصلی آنها را میکروولیت ها تشکیل می دهند. ساختار هیالوپیلیتیک ساختار برخی از اندزیت ها و پورفیریت ها را گویند که از شیشه ساخته شده اند، بگونه ایکه شیشه میکروولیت ها را در خود قید نموده است). برجستگی های اندزیت را پلاگیوکلاس (اکثراً اندزین یا لبرادوریت) و یک یا دو جزء تاریک (پیروکسن، امفیبول، بیوتیت) تشکیل می دهند. ماده اصلی آن نیز دارای عین منرال هاست، در ضمن گاهگاه شیشه در آن وجود دارد. پلاگیوکلاس ماده اصلی در مقایسه با پلاگیوکلاس برجستگی ها تیزابی تر است. بگونه اکسسوری میتوان در اندزیت این منرال ها را یافت

نمود: تیتانیت، اورتیت، اپاتیت، مگنتیت، گارنت، زیرکون، پیریت، تری دیمیت و ندرتاً اولیوین و کوارتز. بر مبنای اجزای تاریک آن، اندزیت را به انواع پیروکسنی (فراوانترین)، امفیبولی و بیوتیتی دسته بندی می کنند. معمولاً در سلسله کوه ها یافت می شود. نام این سنگ از نام سلسله کوه های آند گرفته شده است /۵/.

ملافیر

Melafyr

ملافیر سنگ افوزیو (فوران کننده) یا سوب افوزیو است که از نگاه ترکیب منرالی به سنگ بازالت می ماند و کهنه گی عهد کاربن تا کوه های دوره دومی را داراست. از دانه های خورد تا میانه تشکیل یافته و رنگ سبز خاکستری، سیاه خاکستری و نسواری سرخ دارد. بافت دانه ها در آن توده ئی یا بادام مانند و ساختار دانه ها اوفیتی است (ساختار اوفیتی ساختار سنگ های بازالتی رگه ئی و افوزیو را گویند که خالیگاه میان دانه های نامرتب پلاگیوکلایس را اوگیت پر می کند). بعضی اوقات می تواند ساختار پورفیری نیز داشته باشد. ترکیب منرالی آن چنین است: پلاگیوکلایس (لبرادوریت، بیتونیت)، اوگیت، همچنان گاهگاه هیپرستن، اولیوین، شیشه، مگنتیت و ایلمنیت /۵/.

دیاباس

Diabas

دیاباس نامیست که در مناطق مختلف جهان معنی یکسان ندارد.

در روسیه، اروپای شرقی و اروپای مرکزی دیاباس سنگ افوزیو (فوران کننده) و سوب افوزیو را گویند که در دوره پلئوزویکوم شکل گرفته است. از نگاه ماکروسکوپی از دانه های خورد تا میانه ساخته شده و رنگ سبز خاکستری دارد. بافت آن توده ئی و گاهی هم بادام مانند است. در صورت هواخوردگی، قابلیت تورق پیاز مانند را داراست. ساختار اوفیتی دارد. ترکیب منرالی آن چنین است: اوگیت، پلاگیوکلایس و استثناً اولیوین. بصورت اکسسوری میتوان در آن مگنتیت، ایلمنیت، تیتانیت، امفیبول، بیوتیت، اپاتیت و پیریت را یافت نمود. دیاباس میتواند در اثر متامورفوزای خود بخودی (اتومتامورفوزا) به منرال های دومی کلوریت، کلسیت، اورالیت، سرپنتین، اپیدوت، زوبیسیت، کوارتز و زئولیت غنی شود.

در ایالات متحده آمریکا دیاباس به سنگ اینتروزویو می گویند که ترکیب بازالتی و ساختار اوفیتی دارد، بدون آنکه کهنه گی و کلانی دانه های آن در نظر گرفته شود. جای یادآوری است که در آمریکا همه سنگ های افوزیو را بازالت می نامند.

در انگلستان بدون در نظر داشت کهنه گی، نوع اینتروزویو و اتوماتورفیک را دیاباس کلان دانه، نوع افوزیو را دولریت و نوع افوزیو میده دانه را بازالت می گویند /۵/.

فونولیت

Fonolit (Phonolit)

فونولیت سنگ قلیائی آتشفشانی بیرون ریز است که شکل توده ئی و **جلای** روغنی دارد. میتوان آن را تخته، تخته از هم جدا کرد. بیشتر اوقات **رنگ** آن خاکستری سبز است و گاهگاهی هم لکه دار می باشد. ساختار پورفیری دارد و ماده اصلی آن کرستالی است. برجستگی های آن را سانیدین (ناتروسانیدین)، نفلین، آگیرین و امفیبول قلیائی و متن آن را سانیدین، نفلین، سودالیت، لئوسیت، آگیرین، آگیرین اوگیت و بصورت اکسوری مگنتیت، تیتانیت (به اندازه زیاد)، اسپینل، گارنت، لاونیت و ندرتاً اولیوین، اپاتیت و زیرکون تشکیل می دهند. گاهگاه در خالیگاه های آن منرال های دومی مانند زئولیت، کلوریت، اوپال، کلسیت و غیره جا می گیرند. فونولیت در مناطق سنگ های افوزیو قلیائی یافت می شود و انبارها و رگه ها را می سازد /۵/.

۲۱-۱-۳: ریگ ها و جغل ها

ریگ ها و جغل ها مواد رسوبی اند که از دانه ها و توته های منرال های گوناگون در اثر هواخوردگی و انتقال آن ها توسط آب، باد و یا یخ توده ها بوجود می آیند. معمولاً در پوشش کوه های دوره چهارم، در لایه های سخت ناشده کوه های دوره سوم، در رسوبات جوانتر که در ته دریاها وجود دارند و همچنان در مناطقی که سنگ های ریگی از هم فرو می پاشند، شکل می گیرند. سختی، مقاومت در برابر آتش، سیالیت و خواص کیمیائی ریگ ها و جغل ها سبب می گردد که از آنها در بخش های رنگارنگ صنعت کار گرفته شود /۶/.

ریگ

کلانی دانه ها و توته ها در ریگ از ۰،۰۵ تا ۲ ملی متر می رسد. بر اساس کلانی دانه ها ریگ را به این دسته ها تقسیم می کنند /۱۰/:

الف) ریگ کلان دانه – ۰،۵ تا ۲ ملی متر،

ب) ریگ میانه دانه – ۰،۲۵ تا ۰،۵ ملی متر،

ج) ریگ میده دانه – ۰،۰۵ تا ۰،۲۵ ملی متر.

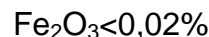
ریگ میده دانه ایکه بسیار محرک است، بنام **ریگ روان** یاد می شود. بویژه در معادن زغال موجودیت ریگ روان گاهگاه مشکل ایجاد می کند و باید پیش از پیش در برابر آن تدابیر ایمنی کار اتخاذ گردد. این دسته بیشتر در لگن های کوه های دوره سوم موجود است.

ریگ به اندازه زیاد از منرال های کوارتز، فلدسپارها، مایکاها، گلاوکونیت، زیرکون، تورمالین، مگنتیت، ایلمنیت، گارنت ها و توته سنگ های کوارتزار ساخته شده است. از نظر موجودیت منرال ها ریگ را می توانیم به ریگ کوارتزی، ریگ فلدسپاری، ریگ گلاوکونیتی و غیره دسته بندی نمائیم. بهمین گونه می توان ریگ را از نگاه ماهیت آن نیز دسته بندی کرد، مانند ریگ الوویال، ریگ ائولیک، ریگ دریائی، ریگ بحری، ریگ جهیلی، ریگ گلاسیال (بخ توده ئی) و ریگ گلاسیال - فلوویال. مهم ترین دسته بندی ریگ از نظر کاربرد آن صورت می گیرد /۶/:

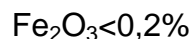
(الف) **ریگ ریخته گری** - در تولید قالب های ریخته گری فلزات (فولاد، مس، برنز و غیره) از آن استفاده می شود. خواص مهم این نوع ریگ را سختی، تخلخل، قابلیت شکل پذیری و مقاومت آن در برابر حرارت تشکیل می دهد. عموماً خواص مناسب را برای استفاده در ریخته گری ریگ گل دار داراست. بر اساس مقدار گل، ریگ ریخته گری به **ریگ چرب** و **ریگ کوارتزی** تقسیم می شود. مقدار همآمیزه های گلی در ریگ چرب ۶٪ تا ۲۵٪ و در ریگ کوارتزی ۵،۰٪ تا ۱٪ تعیین گردیده است. ریگ چرب در تولید قسمت های بیرونی قالب ریخته گری و ریگ کوارتزی جهت تولید بخش های درونی قالب به کار می رود. از این بابت ریگ کوارتزی را **ریگ ریخته گری هسته ئی (درونی)** نیز می نامند. ریگ هسته ئی که در تولید قالب استفاده می شود، باید دارای خالیگاه ها باشد. برای این منظور به آن گیاه اضافه می گردد تا هنگام ریختن فلز به قالب در بگیرد و خالیگاه ایجاد نماید. بجای ریگ ریخته گری میتوان از ریگ مصنوعی نیز کار گرفت،

(ب) **ریگ شیشه سازی** - ماده اصلی برای ساختن شیشه است و در صنعت شیشه سازی استفاده می شود. دانه های یکسان دارد. بگونه ایکه کلانی دانه ها ۰،۲ تا ۰،۵ ملی متر می باشد. ترکیب آن طوریت که مقدار کوارتز در آن بسیار زیاد است و از ۹۳٪ تجاوز می کند. در عین حال:

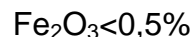
- در ریگی که برای تولید عدسیه استفاده میشود



- در ریگی که برای تولید آئینه بکار می رود



- در ریگی که از آن برای تولید شیشهء تخته ئی استفاده می کنند



(ج) **ریگ ساختمانی** – در تولید مصالحهء ساختمانی و کانکریت (بتون)، در تولید خشت (یکجا با گِل)، در تولید سنگ های مصنوعی و همچنان جهت پرنمودن چقرمی های زمین به کار می رود،

(د) **ریگ فیلتر ساز** – برای فیلتر نمودن کثافات از مایعات استفاده می شود. تکنولوژی کاربرد آن طوریبست که مایع از ظرف یا ظروف پر از ریگ گذشتانده می شود و کثافتاتی که در آن موجود استند در ریگ باقی می مانند. بطور مثال از ریگ فیلتر ساز در تصفیهء آب ها کار می گیرند.

بصورت عموم می توان گفت که نشانه های مهم ریگ گردی، کلوله گی و قابلیت از هم جدا شدن دانه ها در آن است. همین نشانه ها و خواص تکنیکی در کاربرد ریگ ها در صنعت تأثیر مهم دارند. بطور مثال موجودیت گِل، مقدار زیاد مایکاهها، پیریت، سنگ گچ، گیاه و غیره در ریگ ساختمانی به کیفیت آن آسیب می رساند /۶/.

جغل

جغل رسوب سخت ناشده ای را گویند که از توته سنگ ها و منرال های گوناگون با کلانی بیشتر از ۲ ملی متر ساخته شده است. مقداری مختلف گِل و ریگ در آن یافت می شود. دانه های مایکا، گِل، هوموس (خاک گیاه دار)، پیریت و سنگ گچ در جغل همآمیزه های مضر را تشکیل می دهند. در کانکریت (بتون) همچنان برخی از سنگریزه ها و دانه های کوارتز که به شکل اوپال، کالسدون یا شیشهء آتشفشانی وجود دارند، بحيث اجزای زیانبار تلقی می گردند، زیرا القلی هائی که هنگام سخت شدن کانکریت (بتون) آزاد می شوند (هیدروکسید پتاشیم، هیدروکسید سدیم) با منرال های کوارتز تعامل می نمایند و مرکب های کوارتزی قلیائی را می سازند که آب را از کانکرت جذب می کنند و باعث کفیدن آن می گردند /۶/.

جغل از دیدگاه های مختلف به دسته های مختلف دسته بندی می شود. از نگاه پتروگرافی می توان آن را به دستهء **تک نوعی** و **چند نوعی** تقسیم نمود. **جغل تک نوعی** از یک نوع سنگریزه و **جغل چند نوعی** از چندین نوع سنگریزه تشکیل یافته است.

بهمین ترتیب، از نگاه کلانی دانه ها میتوان جغل را به **مونو مودال**، **بی مودال** و **پولی مودال** دسته بندی نمود. در **جغل مونو مودال** دانه ها بیشتر کلانی یکسان دارند. بگونهء مثال میتوان از جغل ساحلی نام برد که اکثراً کلانی دانه ها در آن با همدیگر مساوی است. مگر در **جغل بی مودال** دانه ها دو نوع کلانی را اختیار می کنند. مثال خوب این دسته را جغل دریائی

تشکیل می دهد. در **جغل پولی مودال** کلانی دانه ها متفاوت است. این نوع جغل بیشتر در یخ توده ها جا دارد.

اکثر اوقات جغل ها را از نگاه پیدایش نیز دسته بندی میکنند. **جغل دریایی (فلوویال)**، **جغل جهیلی**، **جغل ساحلی**، **جغل گلاسیال (یخ توده نی)** و **جغل گلاسیو فلوویال** مثال های اینگونه دسته بندی استند /۶/.

بیشترین مقدار جغل در صنعت ساختمانی استفاده می شود. بویژه در کانکریت (بتون) جغل کاربرد زیاد دارد. در کانکریت (بتون) عادی میتوان از جغل درشت که از سنگریزه هائی با کلانی حتی ۷ سانتی متر ساخته شده است، کار گرفت. در بتونی که یکجا با فلز به کار می رود، جغلی استفاده می شود که کلانی سنگریزه ها در آن از ۳ سانتی متر تجاوز نمی کند. بصورت عموم، در بتون جغل نباید همآمیزه های گلی و هوموسی (خاک گیاه دار) داشته باشد. همچنان موجودیت کالسدون، اوپال، شیشه آتشفشانی، مایکا ها، کیزها و سولفات ها در جغلی که در بتون مورد استفاده قرار می گیرد، سودمند نیست /۶/.

۲۲-۱-۳: سنگ های ریگی و کوارتزیت ها

سنگ های ریگی سنگ های کلاستیک رسوبی استند و از میده دانه های کوارتز که با هم بوسیله آهک، گل، آهن، اوپال، کالسدون و غیره پیوند یافته اند، ساخته شده اند. در کنار دانه های کوارتز می توانند در آنها فلدسپارها، کاربنات ها، موسکویت و غیره نیز وجود داشته باشند. در صورتیکه ماده پیوند دهنده دانه های کوارتز را در سنگ ریگی منرال کوارتز تشکیل دهد، آن را **کوارتزیت (کوارسیت)** می نامند. به سخن دیگر، **کوارتزیت** سنگ ریگی است که هم دانه های آن و هم ماده ای که این دانه ها را با همدیگر پیوند می دهد، از کوارتز ساخته شده است. بگونه ای که حتی با ذره بین نمیتوان دانه ها را از ماده پیوند دهنده آنها فرق کرد /۶/.

بر مبنای شرایط پیدایش، سنگ های ریگی و کوارتزیت ها به دسته های زیر تقسیم می شوند /۱۰/:

الف) کان رسوبی - نوعی از سنگ های ریگی است که ماده پیوند دهنده در آن به صورت اولی خود باقی مانده است. شکل و حجم اینگونه سنگ های ریگی مختلف است و به شرایط رسوب دانه ها بستگی دارد. اکثراً لایه ها و عدس ها را می سازد که دبلای آن ها از ۱ متر تا ۵۰ متر می رسد،

ب) کان متامورفوجنیک - در اثر متامورفوزای منطقه ئی از کان رسوبی بحری بوجود می آید. بیشتر کان های کوارتزیت به همین دسته تعلق می گیرد. کلانی افقی اینگونه کان ها می تواند به چندین کیلومتر مربع و دبلای شان حتی به ۱۰۰۰ متر برسد.

از سنگ های ریگی و کوارتزیت ها در صنایع ساختمانی، کیمیائی، شیشه سازی و همچنان در تولید مواد ساینده، ضد حرارت (مقاوم در برابر آتش) و غیره کار گرفته می شود /۶/.

۲۳-۱-۳: زئولیت

Zeolit

زئولیت مجموعه منرال هائی را می نامند که از الوموسیلیکات های آبدار یک ولانسه و دوولانسه - بویژه کلسیوم، سدیم، باریوم، استرونیوم، پتاشیم و ندرتاً مگنزیوم و منگان - تشکیل یافته اند. مقدار مالکول های آب در آن متفاوت است و به حرارت و فشار بخار آب محیط بستگی دارد. با آنکه در ساختار زئولیت صرف چند عنصر سهم دارد، تا کنون کم و بیش ۳۵ نوع منرال زئولیت شناسائی گردیده است. از آن جمله صرف ۷ منرال دارای اهمیت صنعتی می باشد که در پایان این بحث هر یک را معرفی خواهیم نمود.

یکی از خواص مهم زئولیت ها آن است که هرگاه به اندازه ۳۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شوند، آب های خود را طوری از دست می دهند که به ساختار تخلخلی آن آسیب نمی رسد و خالیگاه های میکروسکوپی با درجه شکافیت ۵۰٪ بوجود می آیند. زئولیت هائی که آب های شان را از این طریق از دست می دهند، توانائی خوب جذب مواد را دارند که مثلاً در جدا نمودن گاز از هم آمیزه های آن مورد استفاده قرار می گیرد. همچنان در جذب نمودن دی اکسید سلفر و دی اکسید کربن از دود کارخانه ها، جهت جذب نفت از آب، در گاز سازی زغال، در تولید کلکتور (جمع کننده) های نور آفتاب و غیره می توان از زئولیت های کم آب کار گرفت. در برخی از کشورها زئولیت را در کشاورزی به کار می برند، زیرا زئولیت به هوادار شدن زمین زراعتی و حفظ نمناکی آن کمک نموده و آزاد شدن اجزای کود کیمیائی را کندتر می سازد. از زئولیت می توان جهت تولید آکسیجن از هوا، در تولید کاغذ و همچنان در تولید کریم دندان استفاده کرد /۶/.

زئولیت ها در اثر تغییر شیشه های آتشفشانی، پلاگیوکلاس ها، نفلین، کوارتز بیوجنیک و ژل های الوموسیلیکاتی در سنگ های آتشفشانی - رسوبی بوجود می آیند. علت این تغییر تأثیر آب در خالیگاه های سنگ ها است که به شرایط فیزیکی و کیمیائی محیط بستگی دارد. بر مبنای طرز پیدایش، میتوان زئولیت ها را به این انواع دسته بندی نمود /۱۰/:

الف) کان هائی که از سنگ های آتشفشانی بوجود آمده اند و میتوان آنها را در آبهای بسته شور، آبهای باز شیرین، آبهای ساحلی و یا هم در اعماق بحر ها جستجو نمود،

ب) کان هائی که در اثر متامورفوزای کم درجه از سنگ های آتشفشانی – رسوبی بوجود آمده اند،

ج) کان هائی که در اثر فعالیت هیدروترمالی زمین و یا در اثر فعالیت آبهای معدنی بوجود آمده اند،

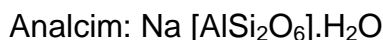
د) کان هائی که در جهیل ها و بحر ها بدون موجودیت سنگ های آتشفشانی بوجود آمده اند.

از چهار نوعی که نام برده شد، نوع الف) اهمیت صنعتی بیشتر را داراست. تقریباً شکل مونومرالی را بخود می گیرد و دبلای آن حتی به ۱۰۰ متر می رسد.

زئولیت ها اکثراً در سنگ های رسوبی کوه های دوره سوم و چهارم یافت می شوند و در سنگ های کهنه تر کمتر دیده شده اند. از اینرو دانشمندان باور دارند که منرال های زئولیتی با گذشت زمان به منرال های ثابت تر تغییر می کنند /۶/.

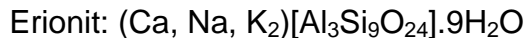
زئولیت هائی که اهمیت صنعتی دارند، اینهايند:

انالسیم



انالسیم منرالی با ساختار کرسطالی مکعبی است که به خاندان لئوسیت تعلق می گیرد. **همنوع** لئوسیت و پولوسیت است. کرسطال های بی رنگ، سفید خاکستری، زرد یا سرخ آن را می توان بصورت جداگانه و یا یکجائی یافت نمود. به شکل کرسطال های دوگانه و همچنان بصورت مجموعه های دانه دار و توده ئی نیز فراوان است. می تواند در اثر پسئودومورفوزای لئوسیت، نفلین و سودالیت بوجود بیاید. شکننده است. در تیزاب ها از هم می پاشد و سیلیسید اسید را آزاد می کند. شفاف و یا هم غبارآلود به نظر می رسد. در خالیگاه ها و درز های سنگ های بازیگ بیرون ریز و رگه ئی به شکل کان هیدروترمال بوجود می آید. همچنان در کان های فلزی نیز جا می گیرد و یا هم در اثر تغییر نفلین پدید می آید. در زمان حاضر برخی از دانشمندان انالسیم را زئولیت نمی پندارند، هر چند شماری دیگر بر زئولیت بودن انالسیم معتقد اند /۵/ و /۶/.

اریونیت



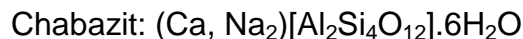
اریونیت الوموسیلیکات آبدار کلسیوم، سودیم و پتاشیم است که به خاندان کبازیت تعلق می گیرد. به شکل تارمانند در توف های آتشفشانی یافت می شود /۵ و /۶.

فریریت



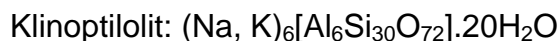
الوموسیلیکات آبدار سودیم، پتاشیم و مگنزیوم از خاندان اشیاردیت است که به موردنیت می ماند. کرسنال های سفید یا سفید خاکستری نازک و تخته ئی را می سازد. بیشتر اوقات اما مجموعه های شعاع مانند را تشکیل می دهد. ورقه های آن **جلای** مرواریدی دارند. در هیدروکلوریک اسید منحل نمی گردد. گاهگاه در سنگ بازالت بگونه ها یکجا با کالسدون و کلسیت یافت می شود /۵ و /۶.

کبازیت (کبازیت، شابازیت، خابازیت)



کبازیت الوموسیلیکات آبدار کلسیوم و سودیم است که گاهگاه کمی کلسیوم آن با مگنزیوم و پتاشیم تعویض می گردد. کرسنال های شفاف بی رنگ و یا سفید خاکستری را می سازد. ندرتاً سرخ یا نصولاری نیز میتواند باشد. **جلای** آن شیشه ئی است. سیمای خراشیده شده دارد و اکثراً چند کرسنال آن بگونه خوشه یکجا یافت می شود. شکننده است. در هیدروکلوریک اسید منحل می گردد. بسیاری اوقات در خالیگاه های سنگ بازالت و فونولیت جا می گیرد. به اندازه کم در رسوبات چشمه های آب داغ نیز یافت می شود. نام این منرال ریشه یونانی دارد /۵ و /۶.

کلینوپتیلولیت



کلینوپتیلولیت مجموعه های دانه دار و توده ئی را می سازد. بی رنگ، سفید، خاکستری، گلایی، سرخ یا سبز است. شفافیت دارد و نور می تواند از آن تیر شود. **جلای** آن شیشه ئی است. در سنگ های آتشفشانی – رسوبی یافت می شود و بیشتر دارای بافت دانه دار و جسم شکننده است. بحیث زئولیت در صنایع ساختمانی و کشاورزی اهمیت زیاد دارد /۴.

Mordenit: (Ca, Na₂,K₂)[AlSi₅O₁₂].7H₂O

موردنیت الوموسیلیکات آبدار کلسیوم، سودیم و پتاشیم است. از جمله زئولیت هائیت که در طبیعت کمتر یافت می شود. اجسام سوزن مانند یا تخته ئی بی رنگ و یا سفید خاکستری، زرد، گلابی یا سرخ را می سازد. اکثراً به شکل مجموعه های شعاع مانند بروز می کند. جلای شیشه ئی یا ابریشمی دارد. شفاف است. در تیزاب ها صرف بصورت نامکمل منحل می گردد. بیشتر در سنگ بازالت و ملافیر جا می گیرد ۴/ و ۵/.

فیلیپسیت

Phillipsit: (K, Ca)[Al₃Si₅O₁₆].6H₂O

فیلیپسیت الوموسیلیکات پتاشیم و کلسیوم از خاندان کیسموندین است که همیشه مقدار کمی سودیم دارد. از جمله زئولیت هائیت که در طبیعت زیادتر یافت می شود. کرسنال های کوچک بی رنگ، سفید خاکستری، زرد یا سرخ را می سازد. شفاف است. جلای شیشه ئی دارد. شکننده است. در تیزاب ها از هم می پاشد و ژله را تشکیل می دهد. در خالیگاه های سنگ بازالت جا می گیرد، زیرا می تواند در اثر فروپاشی فلدسپارها یا جانشینان شان بوجود بیاید. در گل های عمیق بحری نیز وجود دارد. نام این الوموسیلیکات از نام زمین شناس و منرال شناس انگلیسی، پروفیسور و. فیلیپس گرفته شده است ۵/ و ۶/.

۲۴-۱-۳: سنگ های گرانبها (سنگ های قیمتی)

سنگ های گرانبها منرال ها و سنگ هائی را گویند که بیشتر برای تزئین افراد، اجسام و یا ساختمان ها استفاده می شوند. اصطلاح **سنگ گرانبها** در نامگذاری برخی از موادی که ماهیت عضوی (ارگانیک) دارند، نیز استعمال می گردد. بگونه مثال میتوان از کهربا، مرجان، مروارید و شبق (کهربای سیاه، سنگ موسی، مهر سیاه) نام برد.

در گذشته سنگ های گرانبها را به سه دسته - سنگ های گرانبها، سنگ های نیمه گرانبها و سنگ های تزئینی - تقسیم می نمودند. مثلاً الماس، یاقوت، یاقوت کبود و زمرد سنگ های گرانبها نامیده می شدند، کرسنال، کوارتز نسواری، کوارتز گلابی، امتیست، سیتزین، موریون، کالسدون، یشم (در انگلیسی جاسپر)، آگات، اونیکس (عقیق سلیمانی)، اوپال، گارنت (لعل) و تورمالین را سنگ های نیمه گرانبها می گفتند و سنگ های نفريت، امازونیت، لاجورد، لیراوریت، ملاکیت، رودونیت، انهدریت، سنگ گچ، سنگ صابون (طلق)، فلوریت، سرپنتینیت، نمک طعام، مرمر و شبق را سنگ های تزئینی می نامیدند. از آنجائی

که معیار علمی برای دسته بندی سنگ ها به گرانبها، نیمه گرانبها و تزئینی وجود ندارد، در جهان امروز هر سه دسته زیر نام سنگ های گرانبها شناخته می شوند.

برای اینکه بتوانیم سنگی را گرانبها بنامیم، باید خواص معین داشته باشد. بطور مثال جلا، شفافیت، زیبایی، رنگ جالب، توانائی انعکاس نور، سختی، مقاومت در برابر محیط، کمیابی در طبیعت و غیره، همه و همه خاصیت هائی اند که سنگ گرانبها را گرانبها می سازند.

ارزش سنگ گرانبها به نوعیت، کیفیت و به وزن آن تعلق دارد. نوعیت خوب، کیفیت خوب و وزن زیاد ارزش سنگ گرانبها را بالا می برد، در حالیکه موجودیت همآمیزه های بیگانه، درز و یا شکستگی ارزش حتی گرانبهاترین سنگ ها را کاهش می دهد. معیار دیگری که بر ارزش سنگ گرانبها اثر می گذارد، ذوق و علاقه خریداران است.

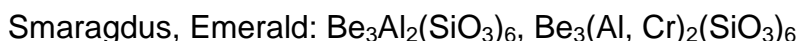
همانگونه که در بالا اشاره شد، سنگ های گرانبها در تولید زیورات و در صنعت سنگ تراشی و ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرند. علاوه بر آن از سنگ های گرانبها در بخش های گوناگون تخنیک نیز کار گرفته می شود. علت آن خواص مناسب سنگ های گرانبها است. مثلاً الماس از بابت سختی آن در تولید افزار برمه کاری، کندن کاری و همچنان در تولید وسائل ساینده و تراشنده به کار میرود، از کوروندوم دیر زمانی در تولید ساعت، قطب نما، ترازو و غیره استفاده می شد و کالسدون و تنوعات آن را برای سائیدن مواد استمال می نمایند. در ضمن از بسیاری سنگ های گرانبها می توان عناصر کمیاب مانند بریلیوم، زیرکونیوم، هفنیوم و غیره را بدست آورد /۶/.

در پهلوی الماس مشهور ترین سنگ های گرانبها اینهائند (الماس در اوائل بخش دوم این کتاب مورد شناسائی قرار گرفته است):

۱-۲۴-۱: بریل و تنوعات آن

درباره بریل در بخش اول این کتاب بحث شده است. در اینجا صرف تنوعات آن را به شناسائی می گیریم. تنوعات بریل که بحیث سنگ های گرانبها شناخته می شوند، عبارتند از: زمرد، مورگانیت، اکوامرین، هلیودور (بریل طلایی) /۱۰/.

زمرد



زمرد نوع کمیاب و گرانبهای بریل است با رنگ سبز که ندرتاً بیشتر در تماس پگماتیت های گرانیتی با هیپر بازیت ها یافت می شود. از جمله گرانبهاترین سنگ هاست که گاهگاه ارزش

آن حتی از الماس هم زیادتر است. کان های آن در اثر فعالیت های پهنوماتولیتیک رگه های پگماتیتهی اکثرأ در جاهایی بوجود می آیند که محلول ها و اجزای گریزان برلیومدار با سنگ های قلیائی کرومیومدار به تماس آمده باشند. بیشتر در سنگ های آهک، تخته سنگ های فلوگوپیت و در سنگ های شیبست یافت می شود. نام این سنگ گرانبها از زبان یونانی گرفته شده است /۵/.

مورگانیت

Morganit

مورگانیت نوع گرانبهای بریل است که رنگ گلابی یا سرخ گلابی با غلظت های مختلف دارد. در صورتیکه رنگ گلابی خیره داشته باشد، آنرا **بریل گلابی** و هرگاه رنگ آن گلابی غلیظ باشد، آن را **ورویویوت** می نامند. در ترکیب مورگانیت یک اندازه سزیوم و لیتیوم نیز شامل است. منشورهای کوتاه تخته ئی را می سازد و خاصیت دیکروئیک دارد. نام مورگانیت از نام ج. پ. مورگان گرفته شده است که در نیویارک دارندهء کلکسیون سنگ های گرانبها بود /۵/ و /۱۱/.

اکوامارین (اکوامارین)

Akvamarin, Aquamarine

اکوامارین (اکوامارین) نوع گرانبهای بریل است که رنگ آبی، سبز آبی و یا ندرتأ زرد دارد. کرسنال های استوانه ئی شفاف را می سازد و بیشتر اوقات زنگ زده به نظر می رسد. اکثرأ در درزها و خالیگاه های گرانیت ها یا پگماتیتهای گرانیتی یافت می شود. نام اکوامارین (اکوامارین) از زبان لاتین گرفته شده است و بیانگر رنگ آن است. در سدهء نهم میلادی دلپسندترین رنگ آن سبز بحری بود و معنی واژهء اکوامارین (اکوامارین) نیز آب بحر است، با آنکه در زمان حاضر اکوامارین (اکوامارین) آبی و آبی تیره ارزش بیشتر دارد. این سنگ گرانبها دارای خاصیت دیکروئیک است. از زاویه های مختلف، آبی یا بی رنگ به نظر می رسد. باید یاد آوری نمایم که تقریبأ همه اکوامارین (اکوامارین) هائی که بگونهء سنگ های گرانبها در بازار عرضه می گردند، حرارت داده می شوند تا رنگ شان برجسته تر جلوه کند /۵/ و /۱۱/.

هلیودور

Heliodor

هلیودور نوع زرد سبز تا زرد روشن و شفاف بریل است که در آن مقداری هم اکسید آهن وجود دارد. کرسنال های استوانه ئی را می سازد و توانائی لومینیسنس (نورافشائی) را

داراست. اکثراً در پگماتیت های گرانیتی یکجا با اکوامرین یافت می شود. از جمله گرانیهاترین سنگ ها به شمار میرود. نام آن از زبان لاتین گرفته شده است. در زیورفروشی آن را **بریل طلانی** نیز می نامند /۵/ و /۱۱/.

گوشنیت

Goshenit

گوشنیت نوع بی رنگ یا سفید خاکستری بریل است که برای تقلید الماس یا زمرد از آن کار گرفته می شود. بگونه ایکه نخست زرورق نقره ئی یا سبز را تهیه می کنند و سپس در آن گوشنیت را طوری جاگزین می نمایند که دیده نشود. نام این سنگ از واژه گوشن گرفته شده است. گوشن نام منطقه ایست در ایالات متحدهء امریکا که برای نخستین بار در آنجا گوشنیت را کشف نموده اند /۵/ و /۱۱/.

۲-۲۴-۱-۳: کریزوبریل و تنوعات آن

درباره کریزوبریل در بخش اول این کتاب بحث شده است. در اینجا صرف تنوعات آن را به شناسائی می گیریم. تنوعات کریزوبریل را الکساندریت و سیموفان تشکیل می دهند.

الکساندریت

Alexandrit: Al_2BeO_4

الکساندریت نوع کمیاب کریزوبریل است که در آن کرومیوم بگونهء همآمیزه وجود دارد و به آن رنگ سبز تاریک را می دهد. در نور طبیعی رنگ آن سبز آبی تا سبز تاریک است، مگر در نور مصنوعی رنگ سرخ زرد تا ارغوانی و بنفش را اختیار می کند. به سخن دیگر، در روز زمرد است و در شب امتیست. کرسنال های دوگانگی سه جزئی را می سازد. همچنان میتواند به شکل دانه ها یافت شود. در سنگ های تماسی بیوتیتی موجود است. الکساندریت سنگ گرانیهائیست که علاقه مندان زیاد دارد. نام الکساندریت از نام دوک بزرگ، الکساندر نیکولایویچ گرفته شده است /۵/.

سیموفان (چشم گربه)

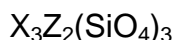
Cymofan, Cymophane: Al_2BeO_4

سیموفان نوع گرانیهای کریزوبریل است که **چشم گربه** نیز نامیده می شود. واژه سیموفان ریشه یونانی دارد که میتوان آن را پیدایش و موج ترجمه کرد /۸/. این واژه بیانگر خاصیت

آن است، زیرا سیموفان درخشش متحرک شیری، آبی یا سبز دارد که با تراشیدن سنگ به شکل عدس، قوی تر میشود. میتوان آن را در رسوباتی که در اثر فعالیت آنها بوجود آمده است، جستجو نمود /۵/.

۳-۱-۲۴-۳: گارنت (گرانات) و تنوعات آن

گارنت به دسته نئوسیلیکات هائی گفته می شود که فورمول کیمیائی بسیار مغلق دارند:



در فورمول کیمیائی بالا:

X = Ca, Mg, Fe²⁺, Mn (آیون های مثبت دوولانسه)

Z = Al, Fe³⁺, Cr, V³, Zr, Ti (آیون های مثبت سه ولانسه)

نظر به آنکه کدامیک از این آیون ها در ترکیب گارنت زیادتیر سهم است، آن را به دسته های زیر تقسیم میکنند:

الف - گارنت المونیومی (پیروپ، الماندین، اسپسارترین)

ب - گارنت آهنی (اندرادیت)

ج - گارنت کلسیومی (گروسولار)

د - گارنت کرومیومی (اوواروویت)

ل - گارنت تیتانونادیومی.

گارنت ها خاصیت دارند که عناصر هم مانند در آنها جای شان را به بسیار آسانی با همدیگر تعویض می کنند. از اینرو بویژه در گارنت های المونیومی، آهنی و کرومیومی میتوان مقدار زیاد همآمیزه ها را یافت نمود. در طبیعت گارنت های خالص در مقایسه با گارنت های همآمیزه دار بمراتب کمیاب تر وجود دارند. صفات دیگر گارنت ها را میتوان چنین خلاصه نمود: کرسنال های کلان را می سازند، مگر بیشتر اوقات به شکل دانه ها یافت می شوند. میتوانند هم شفاف باشند و هم ناشفاف، هم جلای شیشه ئی داشته باشند و هم جلای قیرگون. به مشکل نوب می گردند. در تیزاب ها عملاً منحل شدنی نیستند. در طبیعت همیشه در حرارت های بلند بوجود می آیند. اکثراً در تخته سنگ های کرستالی (شیست ها، گنیس ها، اکلوگیت ها) و سرپنتینیت ها جا می گیرند. همچنان سنگ های مستقل را می سازند. دانه های آن ها را

در رسوب هائی که در اثر فعالیت آب بوجود آمده اند، نیز میتوان پیدا نمود. نام گارنت یا گرانات از زبان لاتین گرفته شده است. گرانوم در لاتین دانه معنی می دهد. در منابع فارسی گاهگاه گارنت را لعل ترجمه می کنند /۵ و /۸.

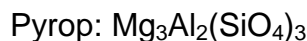
گارنت هائی که حیثیت سنگ های گرانپها را دارند، اینهايند:

الماندین (الماندن)



الماندین سیلیکات المونیوم و آهن دوولانسه از دسته گارنت های المونیومی است که گاهگاه با آن کمی منگان آمیخته میشود. دانه های کلوله یا کرسنال های سرخ، نسواری و یا ندرتاً سیاه را می سازد. خاصیت ویژه آن گرایش آن به رنگ بنفش است. از اینرو می گویند که الماندین رنگ خون کیوتر را داراست. هنگامی که تراشیده شود، بی رنگ جلوه می کند و یا هم رنگ گلابی را بخود می گیرد. زیادتراً در سنگ های متامورفوزاشده منطقه ئی که به فلدسپارها فقیر استند، یافت می شود. میتوان آنرا بویژه در شیبست ها، گنیس ها، امفیبولیت ها و گرانیت ها پیدا کرد. نام آن از نام منطقه البانده که در آسیای صغیر موقعیت دارد، گرفته شده است. در قرون وسطی الماندین در البانده زیر نام کاربون کولوس فرآوری می شد /۴ و /۵.

پیروپ



پیروپ سیلیکات المونیوم و مگنزیوم است که به دسته گارنت های المونیومی تعلق می گیرد. همیشه مقداری مگنزیوم در آن با آهن تعویض می شود و همچنان دارای کمی کرومیوم است که قسمتی از المونیوم را در آن تعویض می کند. رنگ جذاب سرخ و خونین دارد. اکثراً سرخ تاریک به نظر می رسد و همچنان به رنگ نسواری گرایش نشان می دهد. جلای شیشه ئی را داراست. دانه های کلوله آن ندرتاً تا اندازه دانه های آلوبالو کلان اند. به شکل مکعبی نیز یافت می شود. زیادتراً در سنگ های اولترابازیک و سرپنتینیت هائی که از آنها بوجود می آیند، موجود است. همچنان در رسوب ها نیز میتوان آن را پیدا نمود. نام پیروپ از واژه یونانی پیروپوس گرفته شده است که آتش مانند و یا چشم آتشین معنی می دهد /۴، ۵ و /۸.

۴-۲۴-۱-۳: اولیوین و تنوعات آن

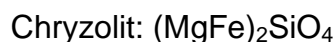
در اینجا منظور از دو سنگ است: اولیوین و کریزولیت.

اولیوین



اولیوین سیلیکات آهن دوولانسه و مگنزیوم است که میتوان آن را در حقیقت **همآمیزه** هم مانند فیالیت و فورستریت نامید. گاهگاه در آن نیکل و کرومیوم بگونه همآمیزه پیدا می شوند. گاهی هم مقداری مگنزیوم آن را تیتانیوم تعویض می کند. کرسنال های نمویافته، استوانه ئی کوتاه یا تخته ئی دبل را می سازد. اکثراً به شکل دانه دار یافت می شود. رنگ سبز یا سبز زرد دارد و هنگام از هم پاشیدن رنگ نسواری یا نسواری سرخ را بخود می گیرد. هم شفاف است و هم میتواند ناشفاف جلوه کند. **جلای** شیشه ئی دارد. در شکستگی ها میتواند جلای روغنی نیز داشته باشد. قابلیت شق شدن آن کم است. شکننده است و به دشواری ذوب می گردد. اولیوینی که در ترکیب آن سهم آهن بیشتر است، در تیزاب ها آسانتر ذوب می شود. هرگاه از هم فرو بپاشد، سرپنتین از آن بوجود می آید. در بسیاری از مگماتیت ها - به ویژه در مگماتیت های بازیگ مانند گابرو، دیاباس، ملافیر و سنگ بازالت - جا می گیرد. به صورت مستقل میتواند پریدیت ها، دونیت و غیره را تشکیل دهد. همچنان در تخته سنگ های کرسنالی، در سنگ های آهک دانه دار و در برخی از متئوریت ها (شهاب سنگ ها) میتواند یافت شود. نام آن از لاتین گرفته شده و زیتونی معنی میدهد که بیانگر رنگ آن است / ۴ و / ۵.

کریزولیت



نوع شفاف اولیوین است که بحیث سنگ گرانبها بکار می رود. **جلای** شیشه ئی و رنگ جذاب سبز زرد (زیتونی) دارد. غلظت رنگ آن با افزایش سهم آهن در ترکیب کیمیائی آن زیادتر می شود. معمولاً دانه دار است. کریزولیت را پریدوت نیز می نامند / ۵.

۵-۲۴-۱-۳: کوروندوم (سنگ سنباده) و تنوعات آن

در باره کوروندوم در جای دیگر کتاب معلومات ارائه شد. اکنون تنوعات گرانبهای آن را مورد شناسائی می گیریم. گرانبهاترین انواع کوروندوم که علاقه مندان زیاد دارند، یاقوت (روبی یا روبین) و یاقوت کبود (سفیر) می باشند / ۶.

یاقوت (روبی یا روبین)

Ruby, Rubin

روبی یا روبین که در فارسی یاقوت ترجمه میشود، نوع گرانبهای کوروندوم است. رنگ سرخ یا سرخ بنفش (گلابی) دارد که زیر نام رنگ خون کبوتر مشهور است. علت آن موجودیت اکسید کرومیوم در ترکیب یاقوت است که بگونه همآمیزه در آن وجود دارد و چنین رنگ را به وی می دهد. اکثراً در سنگ های آهنک و در رسوباتی که در اثر فعالیت آبها شکل گرفته اند، یافت می شود. همچنان در سنگ های گرانبه نیز جا می گیرد. معمولاً با آن میتوان سفیر (یاقوت کبود) را یکجا پیدا کرد. در گذشته ها از یاقوت در تولید ساعت کار گرفته می شد، مگر در زمان حاضر جای آن را در این صنعت، یاقوت مصنوعی گرفته است /۵/.

یاقوت کبود (سفیر)

Sapphire, Safir

سفیر یا یاقوت کبود تنوع آبی کوروندوم است. رنگ آبی آن از موجودیت مرکبات آهن در آن حکایت می کند. میتواند زرد یا بی رنگ نیز باشد که آن را لئوکو سفیر می نامند. کان های سفیر به کان های نخستین (اولیه) و کان های دومی (ثانوی) تقسیم می شوند. کان های نخستین آن را سنگ های مگماتیک می سازند و کان های دومی را می توان در کان های خاکه پیدا نمود. کان های خاکه عملاً یگانه منبع قابل استخراج سفیر را تشکیل می دهند. معمولاً یکجا با سفیر یا یاقوت کبود در آنها یاقوت (روبی، روبین) نیز یافت می شود. در عصر حاضر مقدار زیاد سفیر را بگونه مصنوعی تولید می کنند که می تواند بخوبی جای سفیر طبیعی را اختیار نماید. نام سفیر احتمالاً از زبان عبری گرفته شده است /۵/.

۶-۲۴-۱-۳: کوارتز و تنوعات آن

کوارتز در بحث ۶-۲۴-۲-۲-۲ مورد شناسائی قرار گرفت. اکنون ببینیم که تنوعات گرانبهای آن چه ویژگی هائی دارند. منظور از بلور (کریستال)، امتیست، الماس مرمروش، کوارتز دودی، موریون، سیتزین و کوارتز گلابی است که بگونه سنگ های گرانبها یا نیمه گرانبها خرید و فروش می شوند. /۶/.

بلور (کریستال)

Crystal

بلور پاکترین نوع کوارتز کریستالی است که به شکل استوانه های خورد و کلان در درزهای تخته سنگ های کریستالی، در خالیگاه های پگماتیت ها و در درزهای پلوسیدریت ها و سنگ های فلیش یافت می شود (سنگ فلیش نوعی از سنگ های رسوبی است). با بلور ۳۸۰۰ سال پیش از میلاد مردم بابل آشنائی داشتند. در زمان حاضر این سنگ بگونه سنگ تزئینی بکار می رود و همچنان در تجهیزات نوری و رادیوئی نیز مورد استفاده قرار می گیرد. نام بلور (کریستال) از اصطلاح لاتینی کریستالوس گرفته شده است /۵/.

امتیست

Amethyst

امتیست نوع کریستالی کوارتز است که رنگ بنفش، بنفش آبی تا سرخ تاریک را بخود می گیرد. رنگ آن از موجودیت همآمیزه آهنی در ترکیب آن و همچنان از متأثر شدن آن توسط اشعه رادیواکتیو (رادیواکتیف) حکایت می کند. کریستال های خوب محدود را در اجسام خوشه مانند تشکیل می دهد. ندرتاً شکل عصا مانند و گاهی هم رگ مانند را اختیار می کند. هرگاه ۲۶۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شود، به سیتترین یا توپاز طلائی مبدل می گردد. در گرانیته ها، خالیگاه های ملافیبری، در بعضی رگه های فلزی و همچنان در درزهای سنگ های ریگی جا می گیرد. نام امیتیست از زبان یونانی گرفته شده است /۵/.

الماس مرمروش (ماره مروش، مره مروش) یا الماس هرکیمر

Herkimer Diamond

الماس مرمروش (هرکیمر) از کریستال های خورد و مستقل کوارتز که معمولاً خوب رشد نموده اند و شکل کوتاه استوانه ئی دارند، تشکیل یافته است. بعضی اوقات رنگ نصواری خیره را بخود می گیرد. در درزهای سنگ های ریگی تخته نما پیدا می شود. نام آن از نام منطقه مرمروش گرفته شده که در آنجا به مقدار زیاد کشف گردیده است. مرمروش در منطقه مرزی میان اوکراین و رومانیا موقعیت دارد /۵/.

کوارتز دودی (کوارتز نسواری)

Smoky Quartz

کوارتز دودی تنوع کرسطالی کوارتزی را می نامند که شفاف است، میتواند از آن نور تیر شود و یا هم حالت گذار به کرسنال و یا برعکس، حالت گذار به موریون سیاه و ناشفاف را بسازد. کوارتز دودی را در برخی زبان ها کوارتز نسواری نیز میگویند، زیرا رنگ آن سیاه نسواری نامرتب به شکل دود یا ابر است. هنوز درست روشن نشده که چرا کوارتز دودی چنین رنگی با این شکل را بخود می گیرد. شاید دلیل آن موجودیت المونیوم، آهن و یا سیلیسیوم آزاد باشد که از اشعه رادیواکتیو (رادیواکتیف) متأثر گردیده اند. از کوارتز دودی بیشتر بحیث سنگ تزئینی کار می گیرند. معمولاً در پگماتیت ها، ملافیرها و تخته سنگ های کرسطالی – بویژه در درزها – جاگزین می شود /۵/.

موریون

Morion

موریون تنوع نسواری سیاه تا سیاه کوارتز کرسطالی است که نور میتواند صرف از توتیه های کوچک آن تیر شود. علت رنگین بودن آن درست روشن نیست. برخی ها به این نظر اند که دلیل آن تغییرات در ساختار کرسطالی آن است، مگر برخی ها گمان می کنند که علت رنگین بودن آن موجودیت المونیوم و یا اشعه رادیواکتیو (رادیواکتیف) است. در حرارت ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه سانتی گراد رنگ خود را از دست می دهد. موریون در بعضی زیورات بگونه سنگ گرانبها استفاده می شود. نام آن از لاتین گرفته شده است /۵/.

سیتترین

Citrin

سیتترین تنوع کمیاب زرد تا نسواری زرد کوارتز کرسطالی است. دلیل رنگین بودن آن موجودیت هیدروکسیدهای آهن سه ولانسه در آن می باشد. معمولاً زیر نام **توپاز طلایی** در زیورات به کار می رود. در پگماتیت ها وجود دارد. در اثر حرارت دادن کوارتز دودی یا امیتیست در ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد بصورت مصنوعی نیز بدست می آید. نام سیتترین از لاتین گرفته شده و بیانگر رنگ لیموئی آن است /۵/.

Rose Quartz

کوارتز گلابی تنوع گلابی روشن یا بنفش کوارتز است که ندرتاً کرسنالی می باشد. بصورت کلان دانه یا توته ئی یافت میشود. دلیل رنگین بودن آن موجودیت سوزنک های باریک روتیل و شاید هم موجودیت مرکبات منگان سه ولانسه در آن است. معمولاً تیره و غبارآلود بوده، صرف در برخی جاها از خود شفافیت نشان می دهد. در نور، تاریک می شود. میتوان در آن درزها را مشاهده نمود. در پگماتیت های گرانیتی جا دارد. بعضی اوقات بحیث سنگ گرانبها بکار می رود /۵/.

۳-۱-۲۴-۷: اوپال و تنوعات آن

Opal: SiO₂.nH₂O

اوپال در برخی جاها فراوان یافت می شود. اکسید آبدار سیلیسوم است که افزون بر ۱٪ تا ۳۴٪ آب میتوان در آن همآمیزه های مگنزیوم، کلسیوم، المونیوم، آهن، آرسنیوم و سلفر را ردیابی نمود. معمولاً بی رنگ و سفید خاکستری است، مگر میتواند رنگ های گوناگون را نیز بخود بگیرد. شفاف است و جلای شیشه ئی یا مومی دارد. همیشه یکپارچه است. در القلی ها منحل می گردد. اکثراً به کالسدون و سپس به کوارتز مبدل میشود /۵/.

اوپال ها در شرایط گوناگون در اثر تراکم مواد منزالی از محلول هائی بوجود می آیند که اکسید سیلیسیوم در آنها وجود دارد. براساس رنگ میتوان اوپال را به انواع مختلف دسته بندی نمود، مثلاً هیالیت، اوپال عادی، اوپال شیری، اوپال دندریتی، اوپال گوشتی، اوپال مومی، اوپال چوبی، هیدروفان، اوپال آتشین، هارلکین، اوپال قیمتی و اوپال سیاه /۶/.

هیالیت تنوع شفاف اوپال است که نور میتواند از آن تیر شود. جلای سخت شیشه ئی دارد. شکل های گرده مانند، انگوری، تشله ئی و اسپلئوتمی را بخود می گیرد. مگر اکثراً به شکل پوسته یا گره در درزها و خالیگاه های سنگ های بازالت جاکزین می شود. ۳،۵۵٪ تا ۸،۳۵٪ آب در آن وجود دارد. گاهگاه مقدار کم مرکبات اورانیوم نیز در آن جا می گیرد که دلیل درخشیدن آن در اشعهء فرابنفش است. نام هیالیت از زبان یونانی گرفته شده و بیانگر جلای آن است. واژهء هیالوس در یونانی شیشه معنی می دهد /۵/.

اوپال عادی نا شفاف است و غبارآلود به نظر می رسد. اوپال شیری رنگ سفید یا خاکستری داشته و تیغه هایش درخشش خاص دارند. در صورتیکه دانه گک های سیاه دندریتی در اوپال موجود باشند، اوپال را دندریتی می نامند. در اوپال گوشتی اکسید آهن وجود دارد و به آن

رنگ گوشت را می دهد. ویژگی **اوپال مومی** رنگ نضواری زرد آن است. از درون شدن مواد اوپالی در چوب، **اوپال چوبی** بوجود می آید که دارای ساختار چوبی می باشد /۶/.

هیدروفان نوع دیگر اوپال است که خاصیت جالب دارد. در شرایط عادی، شیری و غبارآلود به نظر می رسد. علتش کمی آب در آن است. مگر به مجردیکه در آب داخل شود، شفاف می گردد و رنگ خود را تغییر می دهد /۵/.

زیباترین و ارزشمندترین نوع، **اوپال آتشین** است که رنگ سرخ آتشین دارد و درجه **اوپال گشتن (اوپالیزاسیون)** آن بسیار بالاست. **هارلکین**، نوع دیگر اوپال، رنگ های گوناگون را بخود می گیرد. تنوع اوپال که زیاد مورد جستجوی علاقمندان است، **اوپال قیمتی** نام دارد. درجه اوپال گشتن اوپال قیمتی نیز بسیار قوی به نظر می رسد. گرانبهاترین نوع اوپال، **اوپال سیاه** است که میتوان آن را تنوعی از اوپال قیمتی نامید /۶/.

۸-۲۴-۱-۳: مولداویت (ولتاوین)

Moldavit (Vltavin)

مولداویت شیشه ای با رنگ سبز روشن یا سبز تاریک است که میتواند شفاف یا ناشفاف باشد. به تکنیت ها تعلق می گیرد. در حقیقت شیشهء سیلیسیوم است که خاصیت تیزابی دارد و مقدار زیاد اکسیدهای سیلیسیوم و المونیوم در آن موجود است. میتواند با شکل های مکمل تخم مانند، الیپسوییدی و غیره یافت شود و یا هم شکل نامکمل داشته باشد (پارچه ها و توته های گوناگون را بسازد). درازی آن معمولاً از ۱ تا ۴ سانتی متر می رسد. سیمای خط دار داشته و یک اندازه زنگ زدگی را میتوان در آن مشاهده نمود. در اثر عوامل میخانیکی میتواند رخ های خود را از دست دهد و گرد شود. طرز پیدایش آن هنوز درست روشن نیست. در گذشته ها آن را متئوریت شیشه ئی می پنداشتند. برخی ها را عقیده بر آنست که مولداویت مادهء مهتاب است که در اثر افتادن سنگ های آسمانی به مهتاب از تن آن جدا شده و به زمین رسیده است. مگر به باور برخی دیگر مولداویت سنگی است از روی زمین که در اثر افتادن متئوریت به زمین ذوب گردیده و شکل خود را تغییر داده است. مولداویت در رسوبات میوسن میانه یافت می شود. نام این سنگ گرانبها از واژهء آلمانی مولداو گرفته شده است. مولداو نام دریائی است که در جمهوری چک امروزی موقعیت دارد و در زبان چکی آن را ولتاوا می گویند. برای نخستین بار مولداویت در سرزمین چک در منطقه ایکه تین ند ولتاوا نام دارد، کشف گردیده است. مولداویت را در زبان چکی **ولتاوین** می نامند /۵/.

۹-۲۴-۱-۳: سنگ های گرانبها و تزئینی دیگر

در اینجا سنگ های گرانبها یا تزئینی را معرفی می کنیم که در بحث های بالا مورد شناسائی قرار نگرفته اند.

۹-۲۴-۱-۳: کالسدون و تنوعات آن

کالسدون از نگاه کیمیائی اکسید سیلیسیوم است. در حقیقت میتوان آن را نوعی از کوارتز نامید که از ماده سیلیسیومی (کوارتزی) ساخته شده و تفاوت آن با کوارتز عادی در خواص نوری آن است. تنوعات کالسدون را کارنئول، سرد (سارد)، پلازما، آگات خزه، کریزوپراس، انهیدروس، یشم و آگات تشکیل می دهند /۶/.

کالسدون

Chalcedon: SiO₂

کالسدون منرال میکروکرتالی (با ساختار کرتالی بسیار خورد) یا کریپتوکرتالی (با ساختار کرتالی پنهان) است که شکل گرده مانند دارد و هرگاه آن را دو نیم کنیم، منحنی های بسته ای را در آن می یابیم که جذابیت خاص دارند. از نگاه ساختار و رنگ، متاکلوئید رنگارنگ یا مجموعه متاکلوئید ها را می سازد (متاکلوئید ماده منرالی است که در اثر کرتال بندی خود بخودی کلونید بوجود می آید، طوری که کرتال بندی کلونید با از دست رفتن مکمل یا نیمه مکمل آب همراه است). اکثراً میتوان از آن نور تیر شود. بصورت معمول خاکستری تاریک، خاکستری آبی یا خاکستری زرد است. در تراشیدگی ها بی رنگ جلوه می کند. در مقایسه با کوارتز کثافت کمتر دارد. بارها دارای آب و هم آمیزه های اوپال یا کوارتز بوده و در پتاشیم هیدروکسید در مقایسه با کوارتز آسانتر منحل می گردد. میتوان در آن خالیگاه های میکروسکوپی وجود داشته باشند که امکان رنگ دادن مصنوعی آن را میسر می سازند. همیشه به شکل منرال دومی (ثانوی) در حرارت های پائین (تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد) بوجود می آید و عمدتاً درزها و خالیگاه ها را پر می کند. میتواند در اثر پسئودومورفوزای فلوریت، کلسیت و منرال های دیگر ساخته شود. بیشتر اوقات هنگام بی آب شدن و کرتال بندی خود بخودی تیزاب های سیلیسیومدار یا اوپال شکل می گیرد /۵/.

کارنئول (عقیق)

Karneol (Carnelian)

کارنئول تنوع زرد، سرخ یا نسواری سرخ کالسدون است که در آن کمی هماتیت پراکنده شده و رنگ آن را متأثر می‌سازد. دانه های نامرتب تخم مانند و عدس مانند را بویژه در رسوب ها و بعضی اوقات در سنگ های ملافیبری و امثال آنها تشکیل می‌دهد. میتواند بصورت رگک ها نیز ظاهر شود. کارنئول حتی در قرون وسطی بگونه سنگ گرانبها مورد استفاده قرار می‌گرفت. نام آن از لاتین استنباط شده و بیانگر رنگ آن است /۵/.

سرد یا سارد (عقیق)

Sard

سرد یا سارد تنوع کارنئول است که رنگ نسواری دارد و یا در صورتیکه در آن کمی هماتیت موجود باشد، رنگ نسواری سرخ را بخود می‌گیرد. هرگاه از آن نور تیر شود، رنگ روشن سرخ را اختیار می‌کند که بعضی اوقات جلوه نارنجی دارد. سرد یا سارد حالت گذار تدریجی به کارنئول را تشکیل می‌دهد. تقریباً در همه کان های کارنئول یافت می‌شود و کارنئول را همراهی می‌کند. نام آن از واژه سردیس گرفته شده است. سردیس شهر باستانی در آسیای صغیر بود که پایتخت لیدیا (لیدی) را تشکیل می‌داد و پسانها مقر ساتراپ های پارس بوده است. در پارسی قدیم اسپاردا خوانده می‌شد. در زمان حاضر این منطقه سرت نامیده می‌شود و در ترکیه کنونی موقعیت دارد /۵/.

پلازما

Plazma

پلازما نوع کریپتوکرسالی دانه دار یا تارمانند کالسدون (و بعضی اوقات جاسپر) است که رنگ هائی با گرایش سبز دارد و اکثراً دارای لکه هاست. رنگ آن را کلوریت، امفیبول و ازبست سبز می‌سازند که در آن پراکنده شده اند. نور از آن بسیار کم تیر می‌شود. بیشتر اوقات ناشفاف است. حتی در عهد باستان بحیث سنگ تزئینی بکار می‌رفته است. نمونه های آن را در ویرانه های روم باستان میتوان یافت. نام پلازما از زبان یونانی گرفته شده است /۵/.

آگات خزه (عقیق خزه)

Moss Agate

آگات خزه نوع کالسدون (پا آگات) است که در آن اشکالی مانند خزه و بته یافت می شوند. از دندریت های سه بعدی ساخته شده است که پیش از سخت شدن در تیزاب سیلیسیوم جا گرفته و سپس شکل کرسنال شده کالسدون را اختیار نموده اند. میتواند سیاه، نضواری سرخ، زرد یا سبز باشد. رنگ سیاه را به وی اکسیدهای منگان، رنگ نضواری سرخ و زرد را اکسیدهای آهن و رنگ سبز را به آگات خزه کلوریت ها میدهند /۵/.

کریزوپراس

Chryzopras

کریزوپراس نوع کالسدون است که رنگ سبز سیبی با گرایش های مختلف دارد. رنگ آن را سیلیکات های آبدار نیکل متأثر می سازند. در روشنی، رنگ آن در اثر از دست دادن آب خیره می گردد. نسبتاً شکننده است. میتواند از آن نور تیر شود. در سرپنتینیت ها وجود دارد. نام آن از زبان یونانی گرفته شده است /۵/.

انهیدروس

Enhydros

انهیدروس نوع کالسدون است که رنگ خاکستری روشن دارد. سیمای آن دارای غده هاست. در غده های کلوله یا تخم مانند آن آب با هوا یا محلول موادی که از آن انهیدروس تشکیل یافته، جا می گیرد. انهیدروس در حرارت و فشار نسبتاً پائین در سنگ های ملافیبری بوجود می آید. نام آن از لاتین گرفته شده است /۵/.

کالسدون میتواند با سنگ های دیگر مخلوط شود و سنگ های گرانبها یا تزئینی دیگر را بسازد. مشهورترین آنها یشم (جاسپر) و آگات است که در ترکیب شان کالسدون، کوارتز و اوپال وجود دارند /۶/.

Jasper

یشم مخلوط کالسدون با کوارتز و اوپال است که در آن کلوریت ها و اکسیدهای آهن وجود دارند و رنگ آن را متأثر می سازند. کم شفاف تا ناشفاف است و رنگ های گوناگون دارد. بیشتر به رنگ سبز، زرد و یا سرخ گرایش نشان می دهد. دارای ساختار ظریف است. از همین بابت حتی در عهد باستان بحیث سنگ تزئینی استفاده می گردید. یشم را میتوان در سنگ های ملافیبری جستجو نمود. واژه یشم (جاسپر) احتمالاً از زبان پارسی یا سریانی گرفته شده است /۵/.

آگات

Agate

آگات تنوع کالسدون است که در آن لایه های کالسدون و کوارتز میکرو – کریپتوکرسنالی با مواد رنگ دهنده طبیعی مانند هماتیت، لیمونیت یا کلوریت یکی پی دیگر پهلو به پهلو جا می گیرند. در هسته خود اکثراً دارای خالیکه است که دیوارهای آن را کوارتز مزین می سازد، بگونه ای که بر روی کوارتز بعضی اوقات کرسنال های کلسیت و ندرتاً کرسنال های زئولیت جا گزین می شوند. اکثراً در دیاباس ها، ملافیرها و سنگ های بازالت وجود دارد. بعضی آگات ها را میتوان بصورت مصنوعی رنگ نمود. نام آگات شاید از واژه اکات گرفته شده باشد. اکات نام قدیمی دریائی است در سیسیل (ایتالیا) که امروز بنام دیریلو مشهور است. برخی ها بر این باور اند که واژه آگات ریشه عربی دارد /۵/.

نظر به رنگ لایه ها آگات را به انواع گوناگون دسته بندی می کنند. مثلاً آگاتی را که در آن لایه های سیاه و سفید در پهلو هم قرار گرفته اند، اونیکیس می نامند. بهمین ترتیب، اگر لایه های آگات نصولی سرخ و سفید باشند، آن را سردونیکیس (ساردونیکیس) می گویند /۶/.

۲-۹-۲۴-۱-۳: لاجورد

Lazurit, lasurit, Lapis Lazuli: $(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S}, \text{Cl})_2$

یکی از سنگ های دیگری که بحیث سنگ گرانبها یا نیمه گرانبها خرید و فروش می شود، لاجورد است. لاجورد در سرزمین افغانستان امروزی کم از کم صدها سال پیش مورد استخراج قرار گرفته و هنوز هم در این مملکت استخراج می شود.

لاجورد الوموسیلیکات پیچیده، سولفات، سولفید و کلورید سدیم و کلسیم است که **همنوع** نوسنان خوانده می شود و به دسته سودالیت ها تعلق می گیرد. کرسنال های آن کمیاب اند. معمولاً دانه دار است و در آن دانه های پیریت پراکنده می گردند. **رنگ** آن آبی غلیظ و **رنگ خاکه** آن آبی روشن است. گاهگاه میتواند رنگ سبز یا بنفش را نیز اختیار کند. لبه های آن شفاف به نظر می رسند و **جلای** شیشه ئی دارند. قابلیت شق شدن آن زیاد نیست. به دشواری ذوب می گردد. در هیدروکلوریک اسید از هم می پاشد و بوی ناخوشایند هیدروجن سولفید از آن بلند می شود. بسیاری اوقات با دیوپسید، موسکوویت، کلسیت و دیگر سنگ ها و منرال ها یکجا نمو می کند. در کان های تماسی یکجا با سنگ آهک یافت می شود. نام لاجورد ریشه فارسی یا احتمالاً ریشه عربی دارد / ۵ و / ۸.

۳-۹-۲۴-۱-۳: سنگ مرمر

Marble, Marmor, Marmo, Mramor

سنگ مرمر کاربناتی است که در اثر متامورفوزای کلسیت یا دولومیت بوجود می آید. بنابر طرز پیدایش، آن را به مرمر کلسیتی و مرمر دولومیتی دسته بندی می کنند. میتوان در آن منرال های گوناگون را به شکل همآمیزه ردیابی نمود. از این نگاه به مرمر های دیوپسیدی، فورتریتی، ترمولیتی، پریکلاسی، بروسیتی، ولاستونیتی و غیره نیز دسته بندی می شود. رنگ های گوناگون - سفید، نضواری، خاکستری، سیاه و غیره - را اختیار می کند. ساختار آن نیز مختلف است. میتواند توده ئی، کرسنالی، رگه ئی یا لکه دار باشد. مرمر از لحاظ تکنیکی سنگ دولومیتی یا آهکی است که میتوان آن را تراشید و صیقل داد. خواص مهم دیگر مرمر رنگ، محکمی، مقاومت و جلای آن است. بنابر همین خواص از مرمر بگونه سنگ ساختمانی یا تزئینی کار می گیرند / ۵.

۳-۱-۲۵: آب های زیر زمین (آب های زیرزمینی)

آب منبع طبیعی است که برخلاف مواد خام دیگر میتواند تجدید شود. آبی را که در کره زمین وجود دارد، هیدروسفر می گویند. آب سنگ ها بخشی از هیدروسفر است. هیدروسفر را همه آب ها در اتموسفر، روی زمین و در سنگ ها تشکیل میدهند. اجزای مختلف هیدروسفر با هم سیستمی را می سازند که آن را **گردش آب (یا در زبان انگلیسی هایدروژیولوجیکل سایکل)** می نامند. آب **زیرزمینی** (آبی که زیر زمین قرار دارد) نتیجه جذب آب اتموسفر (برف و بارن) و آب رودخانه ها و جویبارها توسط قشر زمین است. همچنان آبهایی که در اعماق زمین موجود اند، میتوانند در اثر روندهای جیولوجیکی به بخار

میدل شوند، به بخش های بالائی قشر زمین خود را برسانند و منبع دیگر آب های زیرزمینی را تشکیل دهند. آب زیرزمینی همه آبهای را می نامند که به شکل مایع در زیر زمین جا دارند و در عین زمان در ترکیب منرال ها و سنگ ها - چه از نگاه فیزیکی، چه از نگاه کیمیائی - سهیم نیستند. تعریف دیگر آب زیرزمینی چنین بیان می گردد: آب زیرزمینی مجموع آبهای را می گویند که بصورت طبیعی در زون های مشبوع و در تماس با سنگ ها جاگزین شده اند و یا هم سیستم های آبرو (درناژ) و چاه ها را تشکیل می دهند. علمی که آب زیرزمینی را به شناسائی می گیرد، **هیدروژیولوجی** نامیده می شود و محیط جیولوجیکی که در آن آب زیرزمینی در گردش است، **ساختار هیدروژیولوجیکی** نام دارد. مجموع قوانینی را که باعث پیدایش، موجودیت، حرکت و ترکیب آب زیرزمینی در محیط می گردند و همچنان تغییر این قوانین را رژیم **هیدروژیولوجیکی** می نامند /۱۲ و /۱۳.

آبی که از بیرون توسط زمین جذب می شود، نخست از خاک می گذرد. قسمتی از آن در ریشه گیاه ها و خاک روی زمین جذب می گردد و قسمتی هم به سفر خود بسوی اعماق زمین ادامه می دهد. تا به جایی می رسد که قشر زمین دیگر نفوذناپذیر است. با رسیدن به چنین جا بالاخره آب از حرکت باز می ماند و دند می شود. آبی را که در ریشه گیاه ها و در خاک روی زمین جذب می گردد، **آب زمینی** می نامند. آبی را که بسوی اعماق زمین در حال حرکت است، **آب روان** می گویند. آبی که در جای نفوذناپذیر قشر زمین دند گردیده است، **آب زیرزمینی حقیقی** نام دارد. آب زیرزمینی که دارای اجزای معمول است و شرایط آب معدنی یا آب منرالی را برآورده نمی سازد، **آب ساده** نامیده می شود. این آب منبع خام **آب آشامیدنی** را تشکیل میدهد. از تصفیه همین آب، آب آشامیدنی بدست می آید. آب زیرزمینی که از نگاه ترکیب اجزای محلول در آن و یا از نگاه داشتن گاز ها، حرارت و خواص فیزیکی (مثلاً رادیواکتیو) از آب ساده فرق دارد، **آب معدنی یا آب منرالی** نامیده می شود /۱۲ و /۱۳.

آب زیرزمینی (یا آب آزاد) در خالیگاه های سنگ های رسوبی، در درزهای سنگ های مگمائی و متامورفوزاشده و همچنان در شکاف ها و خالیگاه های آهک ها و دولومیت های نوع **کارست** جا می گیرد. همه این خالیگاه ها و شکاف ها را میتوان ذریعه **شکافیت** تعریف نمود. **شکافیت** عدد بی واحد است که تناسب بین حجم مجموعی شکاف ها (خالیگاه ها، درزها) و حجم کلی سنگ را نشان می دهد. یعنی:

$$n = V_1/V_t$$

در فورمول بالا:

n ... شکافیت

V_1 ... حجم مجموعی شکاف ها (خالیگاه ها، درزها) [متر مکعب]

V_t ... حجم کلی سنگ [متر مکعب]

شکافیت سنگ را میتوان بصورت دقیق در لابراتوار و بصورت تخمینی توسط محاسبه تعیین نمود. در لابراتوار شکافیت سنگ طوری تعیین می گردد که از نمونه سنگ شکافیت آن را بصورت مستقیم مشخص می کنند. تعیین شکافیت توسط محاسبه اما از ارزیابی ترکیب دانه ها در سنگ صورت می گیرد.

در هیدرولوجی شکافیت نوع درناژ یا آبرو (شکافیت درناژی یا شکافیت آبروی) اهمیت ویژه دارد. شکافیت درناژی یا شکافیت آبروی توانائی سنگ ها را نشان می دهد که تا چه اندازه در آنها شکاف ها یا خالیگاه های آبرو حرکت و جریان آب را توسط قوهء جاذبهء زمین میسر می سازند. سنگ هائی که شکافیت آبروی شان از ۰،۲ تا ۰،۴ است، سنگ های زیاد نفوذپذیر و سنگ هائی که شکافیت آبروی شان از ۰،۰۵ تا ۰،۲ می رسد، سنگ های کم نفوذپذیر نامیده می شوند.

افزون بر شکافیت، در تشخیص نمودن نفوذپذیری سنگ ضریب نفوذپذیری، ضریب فیلتراسیون و وزن مخصوص آب پارامتر های تعیین کننده هستند.

ضریب نفوذپذیری بیانگر توانائی محیط است که تا چه اندازه از خود نفوذپذیری نشان میدهد. به خواص آب بستگی ندارد و از نگاه نظری برای یکنوع محیط، ثابت (کانستانت) است. مگر در عمل میتواند صرف برای محیط راکد و بی اثر، ثابت باشد. واحد ضریب نفوذپذیری متر مربع است.

ضریب فیلتراسیون سرعت آب را در گرادیان مشخص هیدرولیکی نشان میدهد. یعنی:

$$k = v/l$$

در فورمول بالا:

k ... ضریب فیلتراسیون [متر در ثانیه]

v ... سرعت فیلتراسیونی آب [متر در ثانیه]

l گرادیان هیدرولیکی [%]

گرادیان هیدرولیکی در فورمول بالا چنین تعریف می شود:

$$l = (H_1 - H_2)/L$$

در حالیکه:

۱ گرادیان هیدرولیکی [%]

H_1 ... بلندی آب از سطح بحر در شاخابه (جائی که از آن آب به حرکت آغاز می کند) [متر]

H_2 ... بلندی آب از سطح بحر در روزنه (جائی که آب می رود و از آنجا بیرون می شود)

[متر]

L مسافه میان شاخابه و روزنه [متر]

باید یادآور شوم که ضریب فیلتراسیون برای مایعات مختلف یکسان نیست و به حرارت و وزن مخصوص مایع بستگی دارد. ضریب فیلتراسیون در حقیقت نفوذپذیری محیط را بیان می کند که شکافیت و ویسکوزیته مشخص دارد.

رابطه میان ضریب نفوذپذیری و ضریب فیلتراسیون را میتوان چنین تعریف نمود:

$$K = k \cdot \eta / \gamma$$

در فارمول بالا:

K ... ضریب نفوذپذیری [متر مربع]

k ... ضریب فیلتراسیون [متر در ثانیه]

η ... ویسکوزیته دینامیکی [نیوتن ضرب ثانیه بر متر مربع]

γ وزن مخصوص مایع [نیوتن بر متر مکعب]

ویسکوزیته دینامیکی آب:

$$\eta = 0,001002 \text{ N.s/m}^2$$

وزن مخصوص آب:

$$\gamma = 9789 \text{ N/m}^3$$

ضریب نفوذپذیری و ضریب فیلتراسیون محیط توسط آله پرماتر در لابراتوار و یا هم ذریعه آزمایش های هیدرودینامیکی مستقیماً در ساحه تعیین می گردند. در آزمایش های هیدرودینامیکی ساحه ئی تغییر سطح آب با کشیدن یا با ریختن آن در سوراخی که برمه کاری

شده است، مطالعه می گردد و ضریب های نفوذپذیری و فیلتراسیون از تغییر سطح آب در رابطه با کشیدن آب از سوراخ یا ریختن آن در سوراخ مشخص می شوند /۱۲/.

با کمک ضریب فیلتراسیون سنگ ها را به **نفوذپذیر** و **نفوذ ناپذیر** دسته بندی می نمایند. سنگ های نفوذپذیر **کلکتورها** را می سازند و ضریب فیلتراسیون شان چنین است /۱۲/:

$$k = n.10^{-2} - n.10^{-7} \text{ m/s}$$

کلکتورها سنگ ها و سنگریزه هائی هستند که با هم از طریق خالیگاه ها و شکاف ها ارتباط دارند و آب میتواند از آنها تیر شود. به سخن دیگر، سنگ ها و سنگریزه های نفوذپذیری که توانائی گردآوری آب را دارند و میتوانند انتقال و همچنان کشیدن آب را میسر بسازند، **کلکتور** نامیده میشوند. جغل ها، ریگ ها، سنگ های ریگی، سنگ های نوع کارست و سنگ های آذرین و متامورفیکی که دارای درز هستند، **کلکتورهای خوب** را می سازند. برخلاف خاک ها، ریگ های خاکدار، سنگ های ریگی خاکدار، لس ها، سنگ های آذرین و متامورفیک با کفیدگی ناچیز و آهک ها و دولومیت هائی که از نوع کارست نیستند، همه و همه کلکتورهای خوب را تشکیل نمی دهند و **کلکتورهای بد** نامیده می شوند. تجمع قابل هیدرولوجیکی مشترک باشند، **سفره آب یا آبخوان** (در انگلیسی اکویفر) می نامند. سفره آب میتواند **سطح آزاد** داشته باشد و یا میتواند سطح آن زیر فشار قرار بگیرد (**سطح فشرده**). سطح سفره آب زمانی آزاد خوانده میشود که فشار در شکافها و خالیگاه های کلکتور با فشار اتموسفر یکسان باشد. اما اگر فشار سطح سفره آب زیادتز از فشار اتموسفر باشد، آنگاه سطح سفره آب را **سطح فشرده** می نامند. در این حالات کافیسیت که سقف کلکتور سوراخ شود، آب از کلکتور فرار نموده و به **سطح پیزومتریک** بالا میرود. سطح پیزومتریک جوابگوی فشار آب در کلکتور است. سطح پیزومتریک را مثبت می گویند، هرگاه پس از سوراخ نمودن سقف کلکتور آب در سوراخ از سطح زمین بالاتر فواره کند. در بعضی منابع اینگونه آب را **آب ارتز** می نامند (در زبان انگلیسی: آرتزین اکویفر). در صورتیکه پس از سوراخ نمودن سقف کلکتور سطح آب در سوراخ از سطح زمین پایینتر باقی بماند، سطح پیزومتریک منفی نامیده میشود. سطح بالائی سفره آب که در آن سطح آب آزاد است، سطح آب زیرزمینی را تشکیل میدهد. مسافه عمودی میان سطح زمین و سطح آب زیرزمینی **عمق آب زیرزمینی** را تشکیل می دهد. در صورتیکه سطح سفره آب آزاد نه، بلکه زیر فشار قرار داشته باشد، تعیین نمودن سطح آب زیرزمینی و عمق آب زیرزمینی دشوارتر می گردد. در چنین موارد لازم است تا **سطح فشرده** آب را مثلاً توسط برمه کاری آزاد کنیم و سپس سطح آب زیرزمینی را از سطح هندسی تعیین نمایم که از اتصال سطح آب در سوراخ های برمه کاری شده بدست می آید. عمق آب زیرزمینی در این حالت مسافه میان سطح زمین و سطح پیزومتریک آب زیرزمینی است /۱۲ و ۱۳/.

سنگ نفوذ ناپذیر را ایزولاتور می نامند و ضریب فیلتراسیون آن چنین تعریف می گردد:

$$k < n.10^{-8} \text{ m/s}$$

گل ها و سنگ های گلی، سنگ های خاکی، سنگ های ریگی که شکافیت مؤثر ندارند، دولومیت ها و آهک های توده نی و همچنان سنگ های آذرین و متامورفیک توده نی را در ردیف ایزولاتور ها یا سنگ های نفوذ ناپذیر قرار داده اند.

در مطالعه جریان آب زیرزمینی تهداب اساسی را قانون دارسی تشکیل می دهد. قانون دارسی بیانگر رابطه میان سرعت فیلتراسیونی مایع (یا مقدار مایعی که از محیط تیر می شود) و گرادیان هیدرولیکی است که با فرمول زیر تعریف میگردد /۱۲/:

$$v_f = k \cdot I = Q/A$$

در فرمول بالا:

v_f ... سرعت فیلتراسیونی [متر در ثانیه]

k ... ضریب فیلتراسیون [متر در ثانیه]

I گرادیان هیدرولیکی [%]

Q ... مقدار مایعی که از محیط تیر میشود [متر مکعب در ثانیه]

A مساحت خالیگاه یا شکافی که مایع از آن تیر می شود [متر مربع]

از بحث بالا چنین نتیجه می گیریم که برای روان گشتن آب زیرزمینی در سنگ ها برآورده شدن دو شرط اساسی لازم است:

الف) موجودیت شکافیت مؤثر در سنگ ها،

ب) موجودیت نشیبی یا گرادیان هیدرولیکی کافی که غلبه بر مقاومت فیلتراسیون را میسر بسازد /۱۲/.

۱-۲۵-۳: حرکت آب زیرزمینی در محیط سنگ ها

حرکت طبیعی آب زیرزمینی صرف به سمت نشیبی سطح آب (در صورت سطح آزاد) و یا هم بسوی سطح پیزومتريک آن (در صورت سطح فشرده) ممکن است. به هر اندازه نشیبی سطح آب زیادتیر باشد، بهمان اندازه آب با سرعت بیشتر به حرکت می افتد. حرکت آب در محیط سنگ ها در اثر قوه های بیرونی، بویژه قوه جاذبه زمین، صورت می گیرد. سرعت آب از نگاه فزیک وکتور است و از خود کمیت و جهت دارد. برای تشخیص سرعت آب از ردیاب ها استفاده می شود. ردیاب ها موادی اند که به شکل محلول به آب انداخته می شوند و سپس موجودیت آن ها در آب منطقه دیگر بررسی می گردد. سرعت آب مساوی به سرعت محلول یعنی رسیدن آن از یک نقطه تا نقطه دیگر است /۱۳/.

قسمتی از آب هائی که هنگام بارندگی به زمین سرازیر می شود، در اثر اینفیلتراسیون زیر زمین می رود و پس از رسیدن به سطح آب زیرزمینی به حرکت خود ادامه می دهد. تا به جایی می رسد که آب زیرزمینی از آنجا بیرون میشود و از این راه دوباره به سطح زمین انتقال می یابد. مقدار اینگونه آب را درناژ زیرزمینی یا آبرو زیرزمینی می نامند. آب زیرزمینی که به سطح زمین بیرون می آید، دوباره شکل آب زمینی را بخود می گیرد. بیرون آمدن آب زیرزمینی به سطح زمین از دو راه تحقق پذیر است:

الف) به شکل چشمه،

ب) به شکل آبرو ها یا درناژهای پنهان که بالاخره در تهداب درناژ (تهداب آبرو) با آب های زمینی در آبخانه ها و جهیل ها یکجا می شوند. تهداب درناژ یا تهداب آبرو جایی را می گویند که در مقایسه با سطح سفره آب بلندی یا ارتفاع کمتر دارد و بنا بر این به آنجا آب از سفره آب نقل مکان می کند /۱۳/.

۲-۲۵-۳: رابطه میان آب زیرزمینی و سنگ ها

بر آبی که در شکاف ها و خالیگاه های سنگ ها وجود دارد، قوه های گوناگون عمل می کنند. بطور مثال میتوان فشار گازها، فشار اوسموتیک یا اسموزی، قوه های هیگروسکوپی که باعث نم کشی محیط می شوند، قوه جاذبه زمین و غیره را نام برد. زمانی که این قوه ها در توازن باشند، آب ساکن است. مگر در صورتیکه توازن این قوه ها برهم بخورد، آب به حرکت می آید و بر آن قوه های دیگر مانند قوه اصطکاک عمل می کنند.

مقدار و حرکت آب در محیط سنگ ها به کلانی، شکل و حجم خالیگاه ها در سنگ ها و همچنان به ارتباط میان این خالیگاه ها بستگی دارد. چنانچه در بالا گفته شد، تناسب میان حجم

خالیگاه ها و حجم مجموعی یا کلی سنگ را شکافیت می نامند که بگونه فیصدی یا درصدی بیان می شود. شکافیت را اما میتوان بگونه های مختلف تعریف نمود. از نگاه عملی دو تعریف آن اهمیت بیشتر دارد. شکافیت مؤثر که تناسب میان حجم خالیگاه هائی که می توان آب را از آن بدست آورد و حجم مجموعی سنگ را بیان می کند، و شکافیت کلی که مساوی است به تناسب میان حجم همه خالیگاه های آبدار و حجم مجموعی سنگ. در حالت عادی قسمتی از خالیگاه ها را آب و قسمت دیگر آنها را بخار یا گاز پر می کند /۱۳/.

در بحث بالا گفته شد که سنگ ها به نفوذپذیر و نفوذ ناپذیر دسته بندی می گردند. مگر در عمل همه سنگ ها تا اندازه ای نفوذپذیر اند و کم یا بیش در آنها آب میتواند نفوذ نماید. از اینرو در ساحه عمل لازم است تا به نفوذپذیری سنگ ها بصورت نسبی نگه کنیم. برای تعیین نمودن نفوذپذیری سنگ ها علاوه بر فورمول های بالا میتوان از ضریب هدایت هیدرولیکی کار گرفت که چنین بیان می شود /۱۳/:

$$K = v/I$$

K... ضریب هدایت هیدرولیکی [متر در ثانیه]،

v... سرعت آب بر اساس قانون داریسی (سرعت فیلتراسیونی) [متر در ثانیه]،

I.... گرادیان هیدرولیکی [%].

اگر خوب دقیق شویم، در می یابیم که ضریب هدایت هیدرولیکی در حقیقت همان ضریب فیلتراسیونی است. با این تفاوت که ضریب فیلتراسیونی اصطلاح کهنه تر است و در زمان حاضر اصطلاح ضریب هدایت هیدرولیکی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. ضریب هدایت هیدرولیکی برخی مواد چنین است:

جغل 10^{-1} تا 10^{-3} متر در ثانیه

ریگ 10^{-2} تا 10^{-4} متر در ثانیه

ریگ میده دانه ... 10^{-5} متر در ثانیه

لای 10^{-6} متر در ثانیه

گل ریگدار 10^{-6} تا 10^{-8} متر در ثانیه

گل رس کمتر از 10^{-8}

باید دانست که هم در ضریب فیلتراسیونی و هم در ضریب هدایت هیدرولیکی منظور از سرعت آب سرعت فیلتراسیونی آب است. هرگاه بخواهیم سرعت واقعی آن را دریافت نمائیم، باید از فورمول زیر کار بگیریم:

$$v_t = Q/A_t$$

v_t سرعت واقعی آب [متر در ثانیه]

Q مقدار آبی که از مساحت واقعی می گذرد [مترمکعب در ثانیه]

A_t ... مساحت واقعی که از آن آب می گذرد [مترمربع]

مفهوم دیگری که در مطالعه آب زیرزمینی اهمیت دارد، توانائی انتقال آن توسط محیط سنگی است. هر محیط سنگی در انتقال آب توانائی ویژه دارد که به ضریب هدایت هیدرولیکی و به دبی یا ضخامت سفره آب وابسته است. این توانائی را میتوان توسط **ضریب انتقال یا ضریب ترانسمیسیویته** تعریف نمود /۱۳/. یعنی:

$$T = K.h$$

T ضریب انتقال [مترمربع بر ثانیه]

K ضریب هدایت هیدرولیکی [متر در ثانیه]

h دبی یا ضخامت سفره آب [متر]

ضریب انتقال کمیته است که ذریعه آن قابلیت سفره آب یا قسمت آبدار کلکتور از نگاه مورد استفاده قرار گرفتن آن برای آبکشی بررسی می شود /۱۳/.

مقدار آبی که میتوان آن را از کلکتور بدست آورد، توسط **ضریب استوراتیویته یا ضریب مخزنی** تشخیص می شود. ضریب استوراتیویته یا ضریب مخزنی واحد ندارد و کاهش آن مقدار آب کلکتور را بیان می کند که هنگام کاهش سطح پیرومتریک به اندازه یک واحد رخ می دهد. این پارامتر برای سطح آزاد و سطح فشرده متفاوت است. **ضریب مخزنی** برای **سطح آزاد** مساوی به حجم مجموعی شکاف ها و خالیگاه هائی است که از آن ها آب بیرون شده است و توسط فورمول زیر تعریف می گردد:

$$S = V/(A.s)$$

S ضریب استوراتیویته یا مخزنی برای سطح آزاد [بی واحد یا %]

V حجم آبی که از سفره آب بیرون می ریزد [مترمکعب]

A مساحت سطح آب در سفره آب [مترمربع]

s کاهش سطح آب در سفره آب [متر]

ضریب مخزنی برای سطح آزاد اکثراً ۰،۱ تا ۰،۵ است. در صورتیکه بحث از **سطح فشرده** در سفره آب باشد، **ضریب مخزنی** حد اکثر از ۰،۱ تجاوز نمی کند. باید یادآور شوم که برای تعیین ضریب مخزنی در صورت سطح فشرده سفره آب نمیتوان فورمول بالائی را بکار برد.

ضریب هدایت هیدرولیکی، ضریب انتقال و ضریب مخزنی در ساحه عمل توسط آزمایش تعیین می گردند /۱۳/.

۳-۲۵-۱-۳: حرکت آب زیرزمینی در محیط جیولوجیکی

چنانچه پیشتر گفته شد، بخشی از آب بارش ها زیر زمین می رود و به آب زیرزمینی مبدل می گردد. طوریکه نخست از ناحیه هوادار زمین می گذرد و خود را به سطح آب زیرزمینی می رساند. سپس در ناحیه مشبوع حرکت عمودی آن به حرکت جانبی تغییر می کند و سوی تهداب آب های زیرزمینی روانه می گردد. وظیفه هیدروژیولوجی بویژه مطالعه همین حرکت آب در ناحیه مشبوع است /۱۳/.

حرکت آب هم از نگاه جهت و هم از لحاظ سرعت توسط خواص محیط سنگی و جیولوجیکی تعیین می شود. افزون بر خواص محیط، جاگزینی کلکتورها و ایزولاتورها در ساختار جیولوجیکی و همچنان انرژی که رابطه میان جای جذب شدن و جای بیرون شدن آب را تشکیل می دهد، بر حرکت آب اثرگذار است. توانائی انتقال آب توسط سنگ ها بستگی به شکل و کلانی خالیگاه های آنها دارد. شکل و کلانی خالیگاه ها آرام بودن یا یاعی بودن جریان آب را در سنگ ها تعیین می کند، در حالیکه طرز جاگزینی خالیگاه ها در محیط سنگی و گرادیان هیدرولیکی تعیین کننده جهت حرکت آب است. در عمل، هنگام حل نمودن مشکلات هیدروژیولوجیکی فرض می شود که حرکت آب زیرزمینی در خالیگاه ها اکثراً

بطور آرام صورت می گیرد. به سخن دیگر، برای محاسبه ها معمولاً از قانون داری استفاده می کنند /۱۳/.

۱-۳-۲۵-۱: حرکت آب زیرزمینی در کفیدگی ها (ورشکستگی ها)

در سنگ هائی سخت شده مانند رسوب ها، سنگ های آذرین و متامورفیت ها ورشکستگی هائی بوجود می آیند که کفیدگی نامیده می شوند. این ورشکستگی ها میتوانند در خود مقداری آب را جا دهند که بنام آب کفیدگی مشهور است. توانائی انتقال آب توسط کفیدگی بستگی به ابعاد آن و بستگی به تغییراتی دارد که با گذشت زمان در آن رخ می دهند (مثلاً پر شدن آن با سنگریزه و گل). در عمل توانائی انتقال آب را از طریق آزمایش های هیدرودینامیکی تعیین می کنند.

ورشکستگی ها و کفیدگی ها را میتوان به کفیدگی های نخستین و کفیدگی های دومی دسته بندی نمود. کفیدگی نخستین آنگونه ورشکستگی را گویند که همزمان با محیط سنگی بوجود آمده است، در حالیکه کفیدگی دومی پسانها در نتیجه تأثیر قوا یا نیروهای درونزاد مانند فعالیت های تکتونیکی زمین و نیروهای برونزاد مانند قوه جاذبه، هواوردگی، فعالیت انسانی و غیره در محیط سنگی شکل می گیرد. کفیدگی هائی که در اثر فعالیت های تکتونیکی بوجود می آیند، اکثراً مرتب تر هستند. مگر این بدان معنی نیست که کفیدگی های این نوع در محیط سنگی به هر سمت یکسان گسترش پیدا کنند /۱۳/.

۲-۳-۲۵-۱: حرکت آب زیرزمینی در کارست ها

خالیگاه های نوع کارست در نتیجه از هم گسیختن سنگ ها در اثر جریان آب و در اثر مختل شدن خواص کیمیائی آن ها بوجود می آیند. شکل های گوناگون دارند و از نگاه انبار شدن آب های زیرزمینی در آنها با اهمیت هستند. در مناطقی که از سنگ های نفوذپذیر ساخته شده باشند، مقدار زیاد آب را جمع آوری می کنند. حتی در صورت ابعاد کوچک از خالیگاه های کارستی مقدار زیاد آب می گذرد. خالیگاه های کلان نوع کارست را مغاره می نامند. از نگاه هیدرولوجی، خالیگاه های کارستی خواص تغاره های باز و یا هم خواص آب روها را دارند که در آنها آب یا با مقطع نیمه کامل (با سطح آزاد) حرکت می کند و یا آنکه از مقطع کامل بگونه سطح فشرده تیر می شود. معمولاً حرکت آب زیرزمینی در خالیگاه های نوع کارست به شکل یاغی صورت می گیرد و آرام نیست. برای تعریف این حرکت از مساوات برنولی کار گرفته میشود. به سخن دیگر، برای تعریف حرکت آب در خالیگاه های نوع کارست قانونی مد نظر قرار می گیرد که برای حرکت آب در تغاره های باز تطبیق شدنی است.

حرکت آب در خالیگاه بستگی به خواص سنگ ها ندارد، بلکه به شکل و ابعاد خالیگاه وابسته است. از اینرو شرط بنیادی مطالعه حرکت آب در خالیگاه های کارستی را تعیین اشکال و ابعاد آنها توسط متود های مغاره شناسی (اسپلنولوجی)، جیودنتیکی و جیوفزیکتی تشکیل می دهد /۱۳/.

۴-۲۵-۱-۳: ساختارهای هیدروژیولوجیکی

ساختار هیدروژیولوجیکی بصورت عموم محیط جیولوجیکی را گویند که در آن آب زیرزمینی حرکت ثابت دارد و میتوان نقطه آغاز، راه و نقطه ای را که آب از آنجا بیرون می شود، در چنین محیط تعیین کرد. ساختار جیولوجیکی از لحاظ گوناگون دسته بندی می شود. میتوان آن را بر اساس شرایط ساختاری - جیولوجیکی دسته بندی نمود و یا هم در دسته بندی حرکت آب را در نظر گرفت. بهمین ترتیب میتوان از دسته بندی آن بر مبنای شرایط هیدرولیکی سفره آب (سطح آزاد یا سطح فشرده) و یا بر اساس طرز تشکیل مرکبات کیمیائی در آب زیرزمینی (بویره در آب های منرالی یا معدنی) سخن گفت.

ساختار هیدروژیولوجیکی در شرایط مناسب میتواند منبع مورد استعمال آب زیرزمینی باشد.

در منابع مورد استعمال آب زیرزمینی دو چیز مهم است: حجم انبار آب در منبع و بازدهی منبع (بازدهی در بحث بعدی تعریف شده است) /۱۳/.

۵-۲۵-۱-۳: نشأت آب زیرزمینی و چشمه ها

آب زیرزمینی از ساختار هیدروژیولوجیکی یا بصورت طبیعی (بدون تأثیر نیروی بیرونی) از زیرزمین بیرون می آید و یا در اثر فعالیت کدام نیروی بیرونی نشأت می کند. جایی را که آب زیرزمینی بصورت طبیعی بیرون می آید، نقطه پایانی جریان آن میدانند. نشأت طبیعی آب از زیرزمین به دو شکل رخ می دهد:

الف) نشأت بگونه چشمه،

ب) نشأت پنهانی.

چشمه نشأت طبیعی آب از زیرزمین است که در اثر آن آب به روی زمین به شکل متمرکز جاری میشود. چشمه ها را میتوان از چندین لحاظ دسته بندی نمود، مثلاً از لحاظ بازدهی و تداوم آن (دائمی، گاهگاهی، دوره ئی یا پریودیک)، از لحاظ سمت حرکت آب (رو به پائین،

رو به بالا، لبریز)، از لحاظ شرایط جیولوژیکی (لایه ئی، درزی، حوزه ئی، سنگریزه ئی، کارستی)، از لحاظ شکل (دره ئی، پله ئی، قله ئی) و غیره.

آن مقدار آب را که در مدت زمان معین از زیر زمین نشأت میکند، **بازدهی** می نامند. واحد بازدهی لیتر در ثانیه و یا مترمکعب در ثانیه است.

مقدار زیاد آبهای زیرزمینی بصورت پنهانی از ساختارهای هیدروجیولوژیکی به جهیل ها، رودخانه ها، دریاها و بحرها نشأت می کند. اینگونه نشأت منجر به افزایش آب در آبخانه ها می شود و مقدار آن را میتوان از تفاوت مقدار آب در دو مقطع هیدرومتریک که آب مورد مطالعه را محدود می کنند، تعیین نمود /۱۳/.

۶-۲۵-۱-۳: خواص کیمیائی و فزیکائی آب زیرزمینی

آب از نگاه هیدروکییمیائی سیستم پیچیده ایست که از آب بمعنی کیمیائی آن و از مالکول ها، آیون ها و مرکبات شان که در آب منحل گردیده اند، تشکیل یافته است. در آب ذرات کوچکی پراکنده شده اند که کلانی شان از یک هزارم ملی متر تجاوز نمی کند. جزء آب های طبیعی گازهای منحل شدنی مانند آکسیجن، کاربن دی اکسید، رادون و غیره و همچنان میکروب ها نیز میتوانند باشند.

خواص هیدروکییمیائی آب طبیعی به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) خواص فزیکائی - کیمیائی آب مانند حرارت، هدایت برق، پی اچ (pH)، ردوکس و غیره،

ب) خواص کیمیائی آب که زیر تأثیر خواص کیمیائی مواد منحل شده در آن قرار می گیرند.

ارزیابی و تحلیل خواص آب طبیعی هم در ساحه عمل و هم ذریعه متودهای گوناگون در لابراتوار انجام داده می شود. در عمل اکثراً ترکیب کیمیائی آب توسط گراف بیان می گردد و بنا بر سهم آیون های اصلی یعنی کلسیوم دو ولانسه، مگنزیوم دو ولانسه، سدیم یک ولانسه، پتاشیم یک ولانسه، هیدروجن کاربنات، سولفات و کلور نوعیت آب را از نگاه کیمیائی تعریف می کند. موجودیت مرکبات نیتروجن در آب دلیل موجودیت ریشه های انسانی یا انتروپوژنیک در آن می باشد.

پارامتر مهمی که در تحلیل آب طبیعی مد نظر گرفته می شود، **منرالیت کلی** آن است. منرالیت کلی سهم کلی همه موادی را بیان می کند که در آب منحل گردیده اند /۱۳/.

۷-۲۵-۱-۳: پژوهش هیدروژیولوجیکی

پژوهش هیدروژیولوجیکی مجموع فعالیت های هدفمندی است که برای دریافت معلومات در باره موجودیت آب زیرزمینی در محیط سنگی انجام داده می شوند. برای این منظور متوذهای گوناگون هیدروژیولوجی، هیدرولوجی، هیدرولیک و هیدروژیوکیمیا مورد استعمال قرار می گیرند. صرف نظر از آنکه سهم کدام متود بارزتر است، پژوهش هیدروژیولوجیکی را میتوان به دو نوع - اساسی و هدفمندانه - دسته بندی نمود. در پژوهش اساسی مشخصه های اساسی ساختار هیدروژیولوجیکی مطالعه و ارزیابی می شوند، در حالیکه پژوهش هدفمندانه امکان استفاده مشخص آب زیرزمینی و یا هم آلوده بودن آن را مورد ارزیابی قرار می دهد. در عمل، پژوهش هیدروژیولوجیکی مرحله به مرحله صورت می گیرد و از مراحل جستجو، تدقیق و تکمیل تشکیل می یابد. در مرحله جستجو انبار آب زیرزمینی جستجو، در مرحله تدقیق انبار آب دقیقاً ارزیابی و در مرحله تکمیل معلومات در باره مخزن آب تکمیل می گردد /۱۳/.

یکی از وظائف مهم پژوهش هیدروژیولوجیکی این است که انترپوژنیک بودن یا نبودن آب زیرزمینی (ریشه انسانی داشتن یا نداشتن آب زیرزمینی) را مورد مطالعه قرار می دهد. آب انترپوژنیک برای آشامیدن نباید استفاده شود.

پژوهش هیدروژیولوجیکی از این روش ها و متوذهای تشکیل یافته است: نقشه برداری هیدروژیولوجیکی، متوذهای پژوهش هیدرولوجی، پژوهش ذریعه برمه کاری، متوذهای هیدروژیوکیمیائی، آزمایش های هیدرودینامیکی، پژوهش ذریعه مودل های ریاضی، متوذهای بیوفزیک /۱۳/.

۱-۷-۲۵-۱-۳: نقشه برداری هیدروژیولوجیکی

متود اساسی پژوهش هیدروژیولوجیکی را نقشه برداری هیدروژیولوجیکی تشکیل می دهد. نقشه برداری هیدروژیولوجیکی فعالیت حرفه ای را گویند که نتیجه آن ترتیب دادن نقشه هیدروژیولوجیکی برای یک ساحه است و مطالعه ساحه، تعریف نقاط ساحه، اندازه گیری و نمونه گیری مواد ساحه برای ارزیابی بعدی در لابراتوار را در بر می گیرد. معلومات کسب شده هنگام نقشه برداری یکجا با معلوماتی که در گذشته ها در باره ساحه موجود بوده است، تهادب نقشه هیدروژیولوجیکی ساحه را تشکیل می دهد. نقشه هیدروژیولوجیکی همه جانبه ترین طریق برای شناسائی شرایط هیدروژیولوجیکی در یک منطقه است.

نقشه همراه با توضیحات آن نشان دهنده موجودیت آب زیرزمینی در ساختارهای هیدروژیولوجیکی است. نقشه های هیدروژیولوجیکی به سه دسته تقسیم می شوند:

الف) نقشه مختصر (۱:۵۰۰۰۰۰ و کوچکتر)،

ب) نقشه اساسی (۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰۰۰)،

ج) نقشه هدفمندان (برای هدف مشخص تهیه می شود، مانند نقشه پرخاشگری آب، نقشه پلیدی آب، نقشه هیدروژیولوجیکی در معدن و غیره).

دسته ویژه نقشه ها را نقشه های مدیریت آب می سازند که جنبه های مدیریت آب را در منطقه نشان می دهند و آبگیرها، حوزه ها یا زون های مورد حفاظت، شبکه های نلدوانی و کانالیزاسیون، دستگاه های آبرسانی، بندهای آب، لگن های آب و مناطق طغیان آب در آن ها درج شده اند /۱۳/.

۲-۷-۲۵-۱-۳: متوهای هیدرولوجی

ذریعه متوهای هیدرولوجی اطلاعات مقداری یا کمی آب ها بر مینای مطالعه و اندازه گیری در ساحه جمع آوری می گردد. ارزیابی این اطلاعات همراه با معلومات جیولوجیکی و هیدروژیولوجیکی ممکن می سازد تا رژیم هیدروژیولوجیکی آب ها به مفهوم بسیار گسترده آن قانون بندی شود. متوهای هیدرولوجی که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند، اینهاند /۱۳/:

الف) ارزیابی توازن (بلانس) آب های زیرزمینی،

ب) اندازه گیری بارش و اندازه گیری تبخیر آب،

ج) تشخیص درناژ یا آبرو زیرزمینی، روی زمینی و هیپودرمیک (زیرجلی)،

د) اندازه گیری بازدهی چشمه ها و سطحاب ها.

۳-۷-۲۵-۱-۳: پژوهش ذریعه برمه کاری

اگر پژوهش چشمه ها را کنار بگذاریم، برمه کاری یگانه راهی است که میتوان ذریعه آن آب زیرزمینی پنهان را بصورت مستقیم زیر مطالعه قرار دهیم. برای چنین کار از تکنولوجی های گوناگون برمه کاری استفاده می شود. گزینش تکنولوجی برمه کاری به شرایط سنگی محیط بستگی دارد.

برمه کاری ضربه ئی قدیمی ترین تکنولوژی برمه کاری است که در آن برای سوراخ نمودن سنگ از ضربه های متداوم کار گرفته می شود. در عصر حاضر این تکنولوژی در برمه کاری سوراخ هائی با مقطع وسیع (قطر سوراخ ۴۰۰ تا ۵۰۰ ملی متر) در سنگ های سخت مورد استفاده قرار می گیرد و سرعت برمه کاری کمتر است. **برمه کاری هسته ئی** که بدست آوردن نمونه سنگ محیط را با قطر ۱۰۰ تا ۱۵۰ ملی متر بگونه هسته سوراخ میسر می سازد، گرانتر است و برای شناسائی دقیق سنگ های محیط، تشخیص تکنونیک زمین و برای مطالعات لابراتواری اهمیت دارد. **برمه کاری چرخشی - ضربه ئی** تکنولوژی دیگری است که از آن در پژوهش های هیدروژیولوجیکی استفاده به عمل می آید. اساس این تکنولوژی را چرخش میله برمه در سنگ که همزمان با کوبیدن سنگ توسط میله صورت می گیرد، تشکیل می دهد. برمه کاری چرخشی - ضربه ئی در سوراخ نمودن صخره ها قابل استفاده است و به بودجه کمتر نیاز دارد. نقطه ضعف تکنولوژی چرخشی - ضربه ئی در آن است که بدست آوردن نمونه سنگ را بطور هسته ممکن نمی سازد. بیشتر برای حفر چاه های آب مورد استفاده قرار می گیرد که در آنصورت قطر سوراخ برمه کاری ۲۰۰ تا ۴۰۰ ملی متر می باشد.

از برمه کاری برای تشخیص ساحه از نگاه جیولوجی، بدست آوردن نمونه سنگ و آب محیط جهت مطالعه، اندازه گیری پارامترهای فزیکي - کیمیائی ساحه، اندازه گیری سطح آب زیرزمینی، آزمایش های هیدرودینامیکی، آزمایش های ردیابی آب، نظارت درازمدت مخازن آب و غیره کار گرفته می شود.

پارامترهای برمه کاری (عمق سوراخ، قطر سوراخ، تکنولوژی برمه کاری، طرز تجهیز سوراخ، پرکردن خالیگاه ها میان سوراخ و تجهیزات آن) به شرایط جیولوجیکی محیط وابسته اند و بر اساس اهداف مشخص انتخاب می گردند. باید در نظر داشت که گزینش درست پارامترهای برمه کاری در دوامدار بودن یا نبودن سوراخ مهم و تعیین کننده است /۱۳/.

۴-۷-۲۵-۱-۳: متوذهای هیدروژیوکیمیائی

یکی از اساسی ترین نکات در پژوهش های هیدروژیولوجیکی ارزیابی یا تحلیل فزیکي - کیمیائی آب است. عملاً این کار چنان صورت می گیرد که نمونه آب زیرزمینی و - اگر لازم باشد - نمونه های آب روی زمین و آب بارندگی از ساحه گرفته شده و در لابراتوار مورد ارزیابی قرار می گیرند. شرط بنیادی نمونه گیری این است که نمونه ها واقعاً از منابع نمایندگی کنند. اکثراً برای این منظور دستورالعمل هائی صادر می شوند که طریقه نمونه گیری را مشخص می سازند.

در پهلوی مطالعات لابراتواری باید اندازه گیری ها و ارزیابی های ساحه ئی را نیز مد نظر گرفت، زیرا برخی از تحلیل ها مستقیماً در ساحه صورت می گیرد. بگونه مثال از اندازه گیری حرارت، پی اچ pH، ردوکس، آکسیجن منحل در آب و پارامترهای دیگر میتوان نام برد که تا رسیدن نمونه به لابراتوار میتوانند تغییر کنند.

نتیجه ارزیابی کیمیائی از راه های گوناگون تفسیر می شود. معمولی ترین طریقه، نشان دادن نتایج در گراف است /۱۳/.

۵-۷-۲۵-۱-۳: آزمایش های هیدرودینامیکی

برای تشخیص پارامترهای هیدرولیکی آب زیرزمینی در محیط سنگی از آزمایش های هیدرودینامیکی کار گرفته می شود. تهاب آزمایش ها را ریختاندن یا کشیدن آب تشکیل می دهد. ذریعه آزمایش های هیدرودینامیکی میتوان ضریب هدایت هیدرولیکی، ضریب ترانسمیسیویتی، ضریب استوراتیویتی، شکافیت مؤثر و بازدهی مخصوص سفره آب را تعیین نمود.

آزمایش های هیدرودینامیکی توسط دو متود ارزیابی می گردند:

الف) متود جریان ثابت آب،

ب) متود جریان ناثابت آب.

در متود جریان ثابت از مساوات دوپویت - تیم استفاده می شود، در حالیکه در متود جریان ناثابت از تخمین لوگاریتمی یعقوب استفاده به عمل می آید.

در آزمایش های هیدرودینامیکی بیشتر از متود جریان ناثابت کار گرفته می شود که دو بخش دارد:

الف) مرحله آب کشی،

ب) مرحله بالاروی آب.

آزمایش عملاً چنین صورت می گیرد: از سوراخی که پیش از پیش برمه کاری شده، برای زمان معین مقدار معین آب زیرزمینی کشیده می شود و کاهش سطح آب در سوراخ اندازه گیری می گردد (بخش اول آزمایش: آب کشی). پس از ثابت شدن (آرام گرفتن) سطح آب - یعنی پس از آنکه سطح آب از تغییر باز می ماند - مرحله دوم، یعنی آزمایش بالاروی سطح آب آغاز می شود (بخش دوم آزمایش: بالاروی آب). در این مرحله بالا رفتن سطح آب

در زمان معین اندازه گیری می گردد. اندازه گیری تا هنگامی ادامه می یابد که سطح آب دیگر بالا نرود. در شرایط مناسب بالا روی سطح آب زمانی متوقف می شود که به جای اولی اش - یعنی به جایی که پیش از آغاز شدن آب کنشی وجود داشت - برسد. سپس معلومات بدست آمده را محاسبه نموده و ذریعه **تخمین لوگاریتمی یعقوب** ارزیابی می کنیم.

اینکه آزمایش چه مدتی را در بر می گیرد و اینکه پس از چه مدت زمانی جریان آب ثابت (آرام) می شود، بر دقیق بودن پژوهش تأثیر دارد. میتوان گفت که ارزیابی درازمدت دقیق تر است. معمولاً نتایج دقیق را میتوان در آزمایش هائی بدست آورد که از ۱۴ تا ۲۸ روز دوام می کنند. در چنین آزمایش ها علاوه بر مطالعه سطح آب در جای مورد نظر، در مناطق همجوار نیز ارزیابی سطح آب صورت می گیرد.

پارامتر های بدست آمده جهت تشخیص محیط هیدروبیولوژیکی، محاسبه سرعت جریان آب زیرزمینی، تشخیص بازدهی منبع آب، حل مودلی انتقال آب و جهت جلوگیری از پلید شدن آب زیرزمینی به کار می روند.

باید یاد آور شد که در کنار متوذهای هیدرودینامیکی بالا متوذهای دیگری نیز وجود دارند که برای ارزیابی های تخمینی استفاده می شوند /۱۳/.

۶-۷-۲۵-۱-۳: پژوهش با کمک مودل های ریاضی

پژوهش هیدروبیولوژیکی با کمک مودل های ریاضی برای حل مشکل هائی که در اثر پلید شدن آب زیرزمینی بوجود می آیند، اهمیت زیاد دارد. مودل ریاضی درک روندهائی را که در محیط سنگی رخ می دهند، ممکن می سازد. همچنان این امکان را میسر می کند که بتوانیم نتایج بهسازی آب های پلید را پیشگویی نمائیم و در صورت لزوم تکنولوژی بهسازی مؤثری را برگزینیم. باید یاد آور شد که معتبر بودن چنین پژوهش بستگی به دقیق بودن داده ها یا پارامترهای ورودی دارد. به هر اندازه که پارامترها را در مودل ریاضی دقیقتر وضع کنیم، بهمان اندازه نتیجه دقیقتر بدست خواهیم آورد. محاسبه مودل ها توسط کامپیوتر بر مبنای قوانین جریان آب و بر اساس قانون بقای ماده صورت می گیرد.

در مناطقی که آب پلید وجود دارد، پژوهش مودلی در دو مرحله صورت می گیرد. نخست مودلی تهیه می گردد که جریان آب را تعریف می کند و در مرحله دوم مودل انتقال آلودگی (مشهور به مودل ترانسپورتی) ساخته می شود. ناگفته نماند که مودل جریان آب چوکاتی است برای مودل ترانسپورتی، زیرا در شرایط عادی انتقال آلودگی در آب توسط خود آب صورت می گیرد. به سخن دیگر، مودل ترانسپورتی در حقیقت مودل اضافی است که انتقال آلودگی مشخصی را در آب مورد مطالعه قرار می دهد.

در زمان حاضر مدل های ریاضی مختلف وجود دارند. از جمله این مدل ها مدل های عددی بیشتر استفاده می شوند.

تهیه مدل ریاضی در چند گام صورت می گیرد:

- ۱ - تعیین اهداف و پرسش های اساسی که باید ذریعه مدل حل شوند،
- ۲ - جمع آوری معلومات اولیه (کیفیت مدل به کیفیت معلومات اولیه بستگی دارد. به هر اندازه معلومات یا پارامترهای اولیه درست جمع آوری شوند، بهمان اندازه مدل نهائی کیفیت خوبتر خواهد داشت)،
- ۳ - تصور مدل (در این مرحله بر اساس معلومات اولیه تصور کلی در باره مدل ساخته می شود)،
- ۴ - انتخاب مدل مناسب،
- ۵ - ساختن شبکه و وضع نمودن پارامترها،
- ۶ - کالیبراسیون و تائید مدل (در این مرحله معلومات سنجیده شده توسط مدل با معلومات واقعی در ساحه مقایسه می گردند)،
- ۷ - ارزیابی حساسیت مدل (در این گام دقیق بودن مدل ارزیابی می شود)،
- ۸ - نتیجه گیری.

مدل های ریاضی به ما این امکان را میسر می سازند تا از یکسو سیستم حاضر را ارزیابی نمائیم و از سوی دیگر بتوانیم پیامد های مداخله به سیستم را تحلیل کنیم /۱۳/.

۷-۷-۲۵-۱-۳: متوذهای جیوفزیک

در پژوهش های هیدروجیولوجیکی از متوذهای جیوفزیک زیاد کار گرفته می شود. علت این است که متوذهای جیوفزیک را میتوان تیزتر عملی نمود، بر محیط زیست تأثیر منفی کمتر دارند و تجهیزات اندازه گیری در اینگونه پژوهش ها در ساحه به آسانی انتقال داده می شوند.

اساس این متوذهای را اندازه گیری کمیت ها و مشخصه های فزیک منطقه تشکیل می دهد که بر مبنای آن وضعیت آب زیرزمینی از نگاه جیولوجی، هیدروجیولوجی و از لحاظ آلودگی مورد ارزیابی قرار می گیرد. در عمل اکثراً برای چنین پژوهش لازم می افتد تا از

برمه کاری محدود کار گرفته شود، زیرا بدون برمه کاری بیشتر اوقات جمع آوری معلومات ممکن نیست.

متودهای جیوفیزیکی در هیدروجیولوجی این وظائف را دارند:

۱ - یافتن درزهای تکتونیکی که در آنها آب و احیاناً منبع آلودگی آب جا گرفته است،

۲ - تشخیص دبلی (ضخامت) ساختارهای آبدار،

۳ - تشخیص سمت حرکت آب زیرزمینی در ساختارهای آبدار،

۴ - تعیین مرز ساختارهای آبدار.

از متودهای جیوفیزیکی که در هیدروجیولوجی استفاده می شوند، بیشترین موارد استعمال را متودهای جیوالکتریکی (که خواص برقی ساحه را مطالعه می کنند) و متودهای لرزه ئی یا سائزمیکی (که مطالعه لرزش محیط را بدوش دارند) دارا اند. به اندازه کمتر از متودهای گراوی متری (مطالعه قوه جاذبه زمین در ساحه)، مگنتومتري (مطالعه خواص مقناطیسی در ساحه) یا رادیومتري (مطالعه خواص رادیواکتیو در ساحه) کار گرفته می شود /۱۳/.

۲۶-۱-۳: آب های معدنی (منرالی)

آب معدنی آبی است غیر بحری که از آب های طبیعی دیگر با داشتن مواد منحل شده جامد یا گازی و یا هم با داشتن حرارت بیشتر، خواص رادیواکتیو و امثال آن فرق می شود. هرگاه آب معدنی در تداوی کدام عضو بدن تأثیر مثبت داشته باشد، آن را آب شفافبخش و چشمه آن را چشمه شفافبخش می نامند.

اینکه چه اندازه مواد جامد یا گازی در آب باید منحل شده باشد و یا اینکه تا چه حد حرارت و خواص رادیواکتیو آب باید بالا برود تا آن را آب معدنی بشماریم، اکثراً ذریعه نورم ها تعیین می گردد. این نورم ها در کشورهای گوناگون از هم متفاوت اند. در برخی کشورها برای معدنی بودن آب این مرزها را تعیین نموده اند:

مقدار مجموعی مواد منحل شده جامد در آب..کم از کم ۱۰۰۰ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب،

مقدار کاربن دی اکسید آزاد در آب کم از کم ۱۰۰۰ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب،

مقدار هیدروجن سولفید در آب کم از کم ۱ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب،

مقدار آهن در آب کم از کم ۱۰ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب،
مقدار آبودین در آب کم از کم ۵ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب،
مقدار آرسنیوم در آب کم از کم ۰،۷ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب،
خاصیت رادیواکتیوی آب کم از کم ۱۰^{۱۰}، ۱۳۴ بکرل،
حرارت آب کم از کم ۲۵ درجه سانتی گراد.

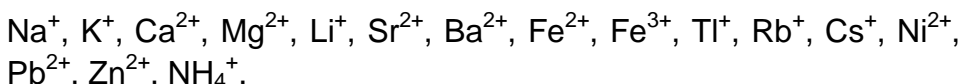
هرگاه مقدار مواد معدنی در آب بیشتر از لیمیت های بالائی باشد، آب را معدنی می نامند.

طرز پیدایش آب های معدنی تا مدت زیادی درست معلوم نبود. نخست دانشمندان بر این باور بودند که آب معدنی در اثر تغلیظ و تراکم بخار آب مگمائی بوجود می آید. در زمان حاضر مگر دانشمندان را عقیده بر آن است که قسمت زیاد آب های معدنی را آب هائی تشکیل می دهند که از روی زمین در اثر اینفیلتراسیون توسط لایه های نفوذپذیر قشر زمین جذب گردیده، سپس - غنی شده با مواد منرالی و گازها - به اندازه حرارت سنگ ها و مواد محیط گرم می شوند و راه صعودی را در پیش می گیرند. البته بالاروی شان نتیجه تفاوت درجه هیدروترمیک در اعماق مختلف زمین است. در شرایط مناسب میتوانند این آب ها دوباره به روی زمین بگونه آب های گرم و ترمال باز گردند. رویدادهائی که هنگام معدنی شدن آب روی زمین رخ می دهند، بسیار پیچیده می باشند. عواملی که معدنی شدن آب را باعث می شوند، کم نیستند. بطور مثال میتوان از مقدار آکسیجن، کاربن دی اکسید و آیون های هیدروجن در قشر زمین نام برد. همچنان تبادل آیون ها، فعالیت میکروارگانیسم ها، ترکیب منرالی سنگ ها، فشار و حرارت محیط - همه و همه بر معدنی شدن آب میتوانند اثر بگذارند. به سخن دیگر، معدنی شدن آب پیامد فعالیت های بیولوژیکی گوناگون در منطقه خاص قشر زمین است. محیطی را که در آن چنین فعالیت ها صورت می گیرند و منجر به تشکیل آب معدنی می گردند، **ساختار چشمه نی** می نامند /۶/.

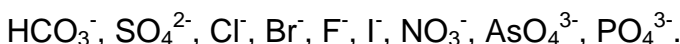
۱-۲۶-۱-۳: دسته بندی و نامگذاری آب های معدنی

آب های معدنی را میتوان از دیدگاه های مختلف دسته بندی نمود، مثلاً بر مبنای مقدار مواد معدنی جامدی که در آنها منحل میشود (مواد جامد معدنی را که در آب منحل می گردد، **سولیدا منرالیا** می نامند)، از نگاه خواص رادیواکتیو، حرارت، طرز پیدایش و غیره. مگر هیچکدام این دسته بندی ها بیانگر خواص کلی آب های معدنی نیست. هر آب معدنی ریشه و اصالت ویژه خودش را دارد.

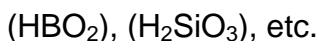
اکثراً دسته بندی آب های معدنی بر اساس ترکیب کیمیائی آنها صورت می گیرد. در ترکیب آب های معدنی بیشترین سهم را سولفید منرالیا دارد که از آیون های مثبت و منفی ساخته شده است. در پهلوی آن میتواند گاز نیز در آب معدنی وجود داشته باشد. آیون های مثبتی که در آب های معدنی یافت می شوند، اینها اند:



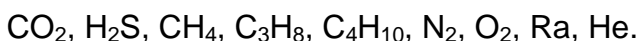
از آیون های منفی میتوان این عناصر و مرکبات را در آب های معدنی پیدا نمود:



در آب های معدنی الکترولیت های ضعیف و آیون هائی که الکترولیت نیستند، نیز میتوانند وجود داشته باشند، مانند:



همانگونه که پیشتر گفته شد، در ترکیب آب های معدنی گاهگاه میتوان گاز ها را نیز ردیابی نمود. بطور مثال:



در آب های معدنی گازدار مقداری از گاز هم منحل می گردد. توانائی یا قابلیت منحل شدن گازها از هم متفاوت است. بهترین توانائی را گازهای کاربن دی اکسید و هیدروجن سولفید دارا استند و در آب های معدنی بیشتر منحل می شوند. مثلاً توانائی منحل شدن کاربن دی اکسید ۳۰ بار بیشتر از آکسیجن یا متان و ۶۰ بار بیشتر از توانائی نیتروجن است. هرگاه آب از گاز مشبوع باشد، هنگام حرکت، مقدار دیگر گاز را با خود بصورت کف انتقال می دهد که بنام گاز آزاد یاد می شود.

آب های معدنی بر اساس مواد منرالی که در آنها موجود است، نامگذاری می گردند. مثلاً اگر مقدار آهن در آب معدنی بیشتر از ۱۰ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب باشد، آب معدنی را آب آهن می گویند. بهمین ترتیب میتوان از آب ارسنیوم (کم از کم ۰٫۷ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب)، آب آیودین (کم از کم ۵ ملی گرام در ۱ کیلوگرام آب) و غیره نام برد.

نامگذاری آب های معدنی از نگاه درجه حرارت چنین است: آب سرد آب معدنی را می نامند که حرارت آن کمتر از ۲۵ (در زمانه های پیش کمتر از ۲۰) درجه سانتی گراد باشد. آب گرم یا ترمال ۲۵ تا ۵۰ درجه سانتی گراد و آب چشمه یا داغ بیشتر از ۵۰ درجه سانتی گراد حرارت دارد.

در نامگذاری آب های معدنی خاصیت رادیواکتیو آنها نیز مدنظر گرفته می شود. آب رادیواکتیو آب معدنی است که رادیواکتیویتهی یا واپاشی هسته ئی آن بیشتر از ۱۰^{-۱۰}، ۱۳۴ بکرل باشد /۶/.

پایان بخش دوم

بخش سوم

مواد سوخت فسیلی

۴: مواد سوخت فسیلی

مواد سوخت فسیلی را سنگ ها، مایعات و گاز هائی تشکیل میدهند که توانائی سوختن یا درگرفتن را دارند و در اثر تغییر مواد عضوی - بیوجنیک در مقطع زمانی جیولوجیکی در قشر زمین شکل گرفته اند. عملاً به دو دسته تقسیم می شوند: به دسته **زغال ها** و به دسته **هیدروکاربن ها**. ریشه بیوجنیک، طرز و شرایط پیدایش این دو دسته از همدیگر فرق ندارد. تفاوت اساسی شان در آن است که زغال در حقیقت سنگ سوزنده یا درگیرنده است و مانند هر سنگ و مواد جامد معدنی دیگر استخراج می گردد، در حالی که استخراج هیدروکاربن ها که نفت و گاز را در بر می گیرند، ویژگی های خاص دارد.

زغال و هیدروکاربن ها منابع تجدید ناپذیر انرژی را تشکیل می دهند که عمدتاً در ۵۰۰ میلیون سال اخیر بوجود آمده اند. پیدایش آنها به شرایط ویژه تولید و تجمع مواد عضوی در رسوب ها بستگی داشته است. بگونه ای که مواد عضوی در رسوب ها متلاشی نه، بل انباشته می شوند.

زغال اکثراً خاصیت اوتوکتونی دارد، یعنی در همانجائی که شکل گرفته، یافت میشود. از اینرو منطقی است فرض کنیم که با احتمال زیاد پیوندی میان تحول گیاه ها و اقلیم قاره از یکسو و پیدایش زغال از سوی دیگر وجود دارد.

از نگاه اقتصادی، تراکم قابل ملاحظه زغال در لایه های رسوبی نوع جهیلی، فلوویال، دلتائی، ساحلی و لاگونی (تالابی) یافت می شود. مگر بزرگترین کان های زغال در رسوب های متناوب قاره ئی - بحری در شرایط رگراسیونی (عقب نشینی آب) شکل گرفته اند. رژیم رگراسیونی که در پیدایش همه کان های زغال نقش دارد، نه تنها سبب کلان شدن مساحت قاره ها شده، بل در تراکم و نگهداشت گیاهان در خزه گاه ها و گنداب ها کمک نموده است. تغییر سطح بحر در مقیاس جهانی عامل اولیه در ایجاد کان های زغال بوده و در مقایسه با تعبیرات اقلیمی و پالئوگرافیکی نقش بارزتر داشته است. این ادعا را میتوان با مطالعه لایه های زغال ثابت نمود. لایه های زغال در بخش های ترانس گراسیونی رسوبات دیده می شوند و پیوند شان با زون های پالئوگرافیکی و اقلیمی در همه جا و در همه وقت همیشه معمول نیست. سالهاست که پیدایش مادر - سنگ های هیدروکاربن ها (**تخته سنگ های سیاه**) را دانشمندان مطالعه می کنند، اما در این باره هنوز هم بحث جریان دارد. بویژه توازن کاربنی یعنی مقدار کاربن عضوی که در رسوبات موجود است و همچنان نقش کاربن عضوی در تکامل روندهای جیولوجیکی، مسائل مورد بحث را تشکیل می دهند. تجزیه و از هم پاشی ماده عضوی روند اساسی است که بر ترکیب کیمیائی آب بحر و رسوبات تأثیر دارد و انتقال موادغذائی را در بحر میسر می سازد. کاربن در اثر تجزیه اکسیداسیونی مواد عضوی بوجود می آید و در صورتیکه ماده عضوی در جائی تراکم نماید، به اندازه زیاد در آنجا روند **ان اوکسیک** بوقوع می پیوندد (روند ان اوکسیک حالتی را گویند که در آب

اکسیجن منحل وجود ندارد و ارگانیزم های ائروبی از آکسیجنی استفاده می کنند که در نیتريت ها و نیترات ها موجود است). رسوب های ان اوکسیک منابع مهم کاربن عضوی را تشکیل می دهند. دانشمندان پیدایش **تخته سنگ های سیاه** را مدیون روند ان اوکسیک، بالا رفتن سطح بحر و تغییرات اقلیمی می پندارند.

منابع نفت و زغال بزرگترین تجمع کاربن فسیلی را در قشر زمین می سازند. مگر به مقدار بمراتب بیشتر، کاربن در سنگ های رسوبی، بویژه در تخته سنگ های زغالی و نفتی وجود دارد. از نگاه کیفیت، کاربن در سنگ های رسوبی اهمیت کمتر دارد و معمولاً به صفت ماده سوخت در آینده های دور یا نزدیک مورد دلچسپی استخراج کنندگان قرار خواهد گرفت.

زمانیکه زغال یا نفت می سوزد، به اتموسفر کاربن فسیلی آزاد می گردد و به گمان اغلب ثبات تبادلء کاربن را در دوران یا گردش جیولوجیکی برهم می زند. با آنکه دانشمندان را عقیده بر آن است که چنین برهم خوردن ثبات کاربن روندی است انکار ناپذیر، هنوز به توافق نرسیده اند که پیامد چنین واقعه در آینده چه خواهد بود. در زمان حاضر عمدتاً این روند را برای شرایط اقلیمی و هیدرولوجیکی زمین زیانمند می پندارند. مگر این حقیقت را نیز نمیتوان انکار کرد که زغال، نفت و گاز در جهان امروزی از جمله مهمترین منابع انرژی به شمار می روند. بخش زیاد صنایع امروزی وابسته به آنها است. در کنار آنها میتوان از مواد سوخت غیرمعمولی مانند تخته سنگ های نفتی، تخته سنگ های زغالی و تخته سنگ های گازی نام برد که به مقدار قابل ملاحظه ای در قشر زمین جا گرفته اند و اهمیت شان در اقتصاد جهانی روز به روز افزایش می یابد /۱۴/.

۴-۱: زغال

زغال ماده سوخت فسیلی است که در جریان چندین روند جیولوجیکی از بقایای گیاه ها شکل می گیرد. بقایای گیاه ها یکجا با مواد رسوبی دیگر در لگن هائی که با گذشت زمان در جهیل ها و بحر ها فرو کش شده اند، تجمع نموده و زغال را تشکیل داده اند.

زغال در حقیقت سنگ نصولاری یا سیاه رسوبی است که توانائی سوختن را دارد و از اجزای هتروجنیک (ناهمگون) با خواص فزیکی و کیمیائی گوناگون ساخته شده است. مهمترین اجزای آن را مواد عضوی، بویژه لیتوتیپ ها (ویتريت، دوریت، کلاریت، فوزیت) یا میکرولیتوتیپ ها (ویتینیت، لیپتینیت، اینترتینیت) تشکیل می دهند. به اندازه کم در ترکیب آن مواد منرالی که پس از سوختن در خاکستر باقی میمانند (مانند کوارتز، کلسیت، دولومیت، گِل

ها، سولفیدهای آهن) سهم گرفته اند. جزء سومی که در پیدایش آن شامل بوده است، آب می باشد که در مشخصات زغال معمولاً از آن یادآوری نمی شود.

خواص کیمیائی، فزیک و پتروگرافیک زغال پارامترهائی اند که در تعیین درجه زغالیت (زغال بودن) زغال و در کیفیت زغال نقش اساسی داشته و به مشخصات گیاه های نخستین بستگی دارند. **زغال اصیل یا زغال هومیت** در جائی که گیاه ها در مرداب تجمع نموده و **زغال نارس** را تشکیل داده اند، بوجود آمده است. **زغال نارس** سلف زغال اصیل یا زغال هومیت می باشد. سلسله ای که در اثر تغییر تدریجی از زغال نارس زغال یا زغال اصیل بوجود می آید، چنین شکل را دارا است:

زغال نارس – لیگنیت – زغال نسواری – زغال (زغال اصیل) – انتراسیت

در سلسله بالا دیده می شود که با گذشت زمان و در شرایط مناسب جیولوجیکی از زغال نارس لیگنیت، از لیگنیت زغال نسواری، از زغال نسواری زغال اصیل و از زغال اصیل انتراسیت بوجود می آید.

تجمع گیاه ها در مرداب روندی است که در روی زمین صورت می گیرد، در حالیکه روند **زغال شدن** در عمق زمین و پس از پوشش گیاه توسط لایه رسوبی بوقوع می پیوندد. برای تغییر گیاه به زغال به زمان جیولوجیکی دراز نیاز است و مسافهء زمانی میان تجمع گیاه ها در مرداب و ایجاد زغال زمان بسیار طولانی می باشد.

در زغال معلوماتی را میتوان جستجو نمود که خواص مواد اولیه و شرایط پیدایش زغال را بیان می کنند. از مطالعه زغال میتوان استنباط نمود که شرایط اقلیمی در زمان ایجاد و شکل گیری آن چگونه بوده است و رسوب هائی که زغال را احاطه کرده اند، چه تغییرات حرارتی را متقبل شده اند. به سخن دیگر، از مطالعه زغال میتوان این معلومات را دریافت نمود:

الف) شرایط رسوب (سرعت ته نشینی و تحولات تکتونیکی که رسوبات را همراهی کرده اند)،

ب) خواص جیومورفیکی نواحی همجوار زغال،

ج) شرایط اقلیمی هنگام رسوب بیومس (گیاه ها)،

د) صفات و ترکیب کیمیائی بیومس یا گیاه ها،

ل) شرایط روند زغال شدن در رسوبات،

م) تحول پسا رسوبی.

مرحله های الف) تا د) بیانگر تجمع گیاه ها در مرداب و ایجاد زغال نارس می باشند، در حالیکه مرحله های ل) و م) از تغییر گیاه و زغال نارس به زغال حکایت می کنند /۱۴/.

۴-۱-۱: زغال و محیط رسوبی

زغال از جمله رسوباتی است که ریشه عضوی دارد و در شرایط معین - بویژه قاره ئی و گیاهی - بوجود آمده است. بهترین محیط برای پیدایش این ماده سوخت فسیلی در مرداب هائی پیدا می شود که در لگن های کم عمق، گودال ها و چاله های نزدیک بحر (لگن های پارالیک)، دلتاهای رودخانه ئی و در جهیل ها جا گرفته اند. کان های امروزی زغال که حتی صدها متر ضخامت دارند، باید در لگن های پهناوری شکل گرفته باشند که مساحت شان احتمالاً به صدها کیلومتر مربع می رسیده است. برای چنین فعالیت زمین همه دوره های جیولوجیکی مناسب بوده است.

رسوبات زغالی را میتوان بر مبنای خواص لیتولوجیک (سنگی)، محتوای فسیلی و بر اساس ساختار و سیمای رسوبی تعریف و تفکیک نمود. کان های مهم زغال در رسوبات جهیلی، فلوویال، دلتائی و لاگونی شکل گرفته اند /۱۴/.

۴-۱-۱-۱: رسوبات جهیلی

جهیل هائی که در قاره ها موجود اند، آب بویژه شیرین دارند. رسوب های جهیلی را رسوب های فلوویال تشکیل میدهند که در مدت زمان جیولوجیکی دستخوش تغییرات اقلیمی و حرکات تکتونیک می گردند. در اثر این تغییرات میتوانند در جهیل ها رسوب های کلاستیک، اوپوریتی و کاربناتی شکل بگیرند. طوریکه یکی از آنها میتواند در مقایسه با انواع دیگر نقش بارزتر را بازی کند و یا هم میتوانند به همدیگر مبدل شوند. کلانی و دبی (ضخامت) رسوب های جهیلی کمتر از رسوب های بحری است و نموی شان از نگاه جیولوجیکی زمان کمتر را در بر می گیرد. در رسوب های جهیلی بجای فسیل های بحری، فسیل هائی یافت می شوند که در آب های شیرین یا نیمه شیرین (براکیک) وجود دارند. مشخصه دیگر آنها دوره ئی بودن شان است. رسوب ها با گذشت زمان تغییر نموده و به انبارهای فلوویال مبدل می گردند. رسوب های جهیلی معمولاً لایه های نامرتب را تشکیل میدهند. رسوبات در جهیل هائی که در زمانه های قدیم جیولوجیکی زادگاه زغال بوده اند، در مقایسه با رسوبات جهیلی پسین مساحت و دبی (ضخامت) بیشتر دارند.

در محیط جهیلی بهترین جا برای انباشته شدن مواد عضوی (گیاهی) و ایجاد زغال نارس دلتاها و مرداب های نزدیک جهیل می باشند. جهت کشف زغال لازم است چنین جاها را تشخیص نمود. زغال اصیل (هومیت) در رسوب های عمیق جهیلی یافت نمیشود /۱۴/.

۲-۱-۱-۴: رسوبات دلتائی

دلتاها محیطی را تشکیل می دهند که از آنجا مقدار زیاد مواد به جهیل ها و بحر ها سرازیر می شود. رسوبات در دلتاها در امتداد سواحل انبار می گردند. پهنا یا مساحت رسوبات بستگی به مقدار موادی دارد که از قاره توسط جریان آب به آنجا انتقال داده شده است. همچنان چقرمی بحر (جهیل) و رفت و آمد امواج آن بر کلانی رسوبات تأثیرگذار است.

در دلتاها عمدتاً رسوب های کلاستیک، سیلتی (سیلت گلی را می نامند که از سنگریزه هائی با کلانی ۰،۰۱ تا ۰،۰۵ ملی متر تشکیل یافته است) و گلی انبار می شوند. این رسوب ها توسط دریاها به بحر (جهیل) سرازیر گردیده و در خطوط نخستین بحر (جهیل) در نزدیکی سواحل جا می گیرند. بگونه ای که هنگام انتقال بسوی بحر دانه های رسوبات از کلان به خورد دسته بندی می شوند. در ساحهء دلتائی مرداب هائی بوجود می آیند که میتوانند ذریعهء کانال ها با همدیگر ارتباط برقرار کنند. یکی از مشخصات مهم دلتاها این است که رسوب ها در آنها شکل دوره ئی دارند. یعنی رسوب های آب رودخانه (آب شیرین) و رسوب های آب شور (آب بحر) در دلتاها یکی پی دیگر به نوبت جاگزین می گردند. رسوب های دلتائی میتوانند حتی چندین صد متر دبی و چندین هزار کیلومتر مربع مساحت داشته باشند. از لحاظ ایجاد زغال نارس، بهترین محیط دلتائی را ساحه های الوویال تشکیل می دهند /۱۴/.

۳-۱-۱-۴: رسوبات فلوویال - دریائی

رسوب های فلوویال در پیچ و خم دریاها و همچنان در جاهائی انباشته می شوند که شاخهء دریا می خشکد. این حالت را میتوان بیشتر در مناطق هموار مشاهده نمود.

رسوب های فلوویال - دریائی به چهار نوع تقسیم می شوند:

(الف) رسوب های کف دریا که از انبارهای ریگ کمتر دسته بندی شده تشکیل یافته اند،

(ب) رسوب های مناطق سیلاب زده که از ذرات سوسپانسیونی شکل می گیرند،

(ج) رسوب هائی که در کانال های خشک بوجود می آیند،

د) رسوب هائی که در مناطق جهیل زا برای گردآوری گیاهان و سپس ایجاد اجسام زغالی شکل می گیرند.

دبلی (ضخامت) رسوبات فلوویال میتواند به چندین صد متر و پهنای شان میتواند به چندین هزار کیلومتر مربع برسد. باید یادآور شد که تجمع گیاهان و زغال نارس در مناطق سیلاب زده و در کف دریاهاى خشک بیشتر ممکن است /۱۴/.

۴-۱-۱-۴: رسوبات کلاستیک

سنگریزه هائی که در اثر هواخوردگی منرال ها و سنگ ها در قاره بوجود می آیند، توسط آب به بحر انتقال داده می شوند و در آنجا رسوب های کلاستیک را تشکیل می دهند. این رسوبات ریشه الوویال، لاگونی یا ساحلی دارند. رسوب های دلتائی را که از دلتاها توسط آب به بحر منتقل می شوند و در آنجا دوباره جابجا می گردند، نیز میتوان در جمله رسوبات کلاستیک حساب نمود. به سخن دیگر، پیدایش و جاگزین شدن رسوبات کلاستیک از یکسو نتیجه انتقال رسوب ها از قاره توسط آب و از سوی دیگر نتیجه حرکت سطح آب در بحر است. تغییر سطح آب در بحر بر تشکیل رسوبات کلاستیک و از این راه بر ایجاد کان های زغال تأثیر بس مهم دارد. ترانسگراسیون کوتاه مدت ساحل بحر یعنی منطقه ای را که از نگاه پیدایش زغال اهمیت دارد، زیر آب می کند و پس رفتن آب دوباره به بحر باعث میشود تا در ساحل مواد رسوبی ته نشین گردد. این روند در ایجاد محیط مناسب برای پیدایش کان های زغال خیلی مهم است. همین روند سبب شده است تا در کان های زغال نوع کلاستیک ده ها قشر زغال بالای یکدیگر قرار بگیرند /۱۴/.

۴-۱-۱-۵: رسوبات لاگونی

لاگون محیط هموار و کم عمقی را برای ته نشینی رسوب ها تشکیل می دهد که کم و بیش از بحر جدا قرار دارد. آب لاگون اصلاً شور است. شوری آب لاگون بستگی به آن دارد که چه مقدار آب بحر به آنجا انتقال یافته است. همچنان سرعت تبخیر آب در لاگون بر شوری آن اثرگذار می باشد. شوری آب لاگون باعث می گردد تا گیاه ها در آن تغییر کنند. رسوب های لاگونی را سیلت، گل، لوش آهکی، زغال، اوپوریت ها و در محیط خشک همچنان دولومیت ها تشکیل می دهند. افزون بر آن، در کنار فسیل های بحری میتوان در رسوبات لاگونی فسیل های آب شیرین و براکیک را نیز یافت نمود /۱۴/.

۴-۱-۲: عوامل پیدایش زغال

برای پیدایش و ایجاد زغال عوامل گوناگونی وجود دارند که هر یک به نوبه خود نقش مهم را در شکل گیری لایه های زغال باز می کنند. گیاهان زغال ساز، شرایط اقلیمی، شرایط پالئوجیوگرافیکی - همه و همه عواملی اند که در پیدایش کان های زغال از اهمیت ویژه برخوردار اند. در چند سطر آینده می خواهیم در باره این عوامل با جزئیات بحث کنم.

۴-۱-۲-۱: گیاهان زغال ساز

بر مبنای تحلیل بقایای گیاهان در زغال میتوان گفت که کان های زغال در همه دوره های جیولوجیکی شکل گرفته اند. بویژه زغال دوره های کاربن (کاربنیفر) و پرم (پرمین) انبارهای مهم را در سطح جهانی می سازد. کان های زغال را میتوان تا دوره های مزوزویکوم و ترشیاری (در برخی زبانها ترسیر نیز گفته میشود که همان دوره کوه های سوم را بیان می کند) یافت نمود. زغال دوره کاربن در اثر تغییر گیاه های پخچ یا کوتاه (جُلبک ها، سمارق ها) و بلند (خزه ها، دم اسبیان، بازدانگان) شکل گرفته است. از نگاه اقتصادی، کان هایی که پسانتر بوجود آمده اند، نیز دارای اهمیت استند. در پیدایش این دسته بازدانگان و گیاهان گلدار نقش داشته اند /۱۴/.

در تجزیه کیمیائی گیاهان در مرداب ها باکتریها سهم می گیرند و ماده گیاهی در روند هوموس سازی (خاک شدن گیاه) به زغال نارس مبدل می گردد. از نگاه کیمیائی، در روند هوموس سازی مقدار آکسیجن در مرکبات کاهش می یابد، در حالیکه به کاربن برعکس غنی می شوند. این همه در شرایطی رخ می دهد که مقدار هیدروجن، سلفر و اندکی هم نیتروجن در مرکبات ثابت باقی می ماند. طبیعی است که در این روند ساختار مرکبات (گیاهان) تغییر می کند. مگر باید دانست که ترکیب زغال نارس و زغال صرف در رابطه با نوع گیاه و ترکیب کیمیائی گیاهی که در پیدایش زغال نارس و زغال سهم گرفته، از همدیگر متفاوت اند و بس /۱۴/.

گیاه های سبز مواد غذایی شان را توسط فوتوسینتزا (فتوسنتز) حاصل می کنند. در اثر تعامل فوتو - کیمیائی و در موجودیت نور گیاهان کاربن دی اکسید و آب را جذب نموده و هیدروکاربن ها - بویژه شکرهای ساده (گلوکوزها) - را می سازند. با نموی گیاهان صدها و هزارها مالکول گلوکوز بوجود می آیند که سپس پولیمرها - سلولوز، کیتین، نشاسته - را تشکیل می دهند. هیدروکاربن ها بیشتر در ترکیب گیاهان سهم دارند تا در حیوانات.

در گیاهان میتوان مواد عضوی گوناگون با مالکول ها و ساختارهای پیچیده را یافت نمود. بیشترین نقش را در آنها (بویژه در سمارق ها) سلولوزها و کیتین ها بازی می کنند. بطور

مثال چوب از سلولوز (%۴۰ تا %۶۰) و لیگنین ترکیب یافته است (لیگنین اسکلت سه بعدی میسل های سلولوز را می سازد که تارهای گیاهان را استوار نگه میدارد). پروتین ها مواد دیگری اند که در گیاهان یافت می شوند. در پروتین ها مقدار زیاد نیتروجن وجود دارد و برای فعالیت های مخصوص گیاهان مهم اند. موم ها و چربی ها (سوبرین، کوتین، اسپوروپولنین) در حفظ تارها و پوست گیاهان از اهمیت ویژه برخوردار هستند. بهمین ترتیب، بیئومن (قیر طبیعی) نقش های گوناگون حفاظتی را بازی می کند و در عین زمان در برابر تجزیه و از هم پاشیدگی از خود مقاومت نشان می دهد / ۱۴.

۴-۱-۲-۲: شرایط اقلیمی

اقلیم در گذشته های جیولوجیکی نقش برجسته را در انباشته شدن مواد عضوی در رسوبات بازی نموده است. اقلیم به شرایط پالئوجیوگرافیکی و شکل زمین بستگی دارد. فعالیت ابحار، حرکت تخته های تکتونیکی زمین، تغییر تدریجی قطب، همه و همه عواملی اند که بر شرایط اقلیمی اثر میگذارند. گسترش ابحار و یا به سخن دیگر، پیوستن شان به یکدیگر، تغییر حرارت هوا در اثر تغییر حرارت آب و به همین ترتیب گردش آب در گذشته جیولوجیکی اقلیم را خیلی متأثر ساخته است. ابحار در کرهء زمین شرایط اقلیمی را طوری نگاه می کنند که گیاه ها بتوانند نمو و حیوانات بتوانند زندگی نمایند. علت آن تنظیم حرارت و نم (رطوبت) توسط ابحار است. ابحار در ایجاد بارندگی، وزش باد و حرکت آب نقش مهم دارند.

به استثنای بیابان ها و مناطق مردم نشین، برای پیدایش زغال نارس هرگونه محیط مناسب است، با آنکه اندازه و سرعت شکل گیری زغال نارس در هر محیط فرق می کند. بطور مثال ترکیب و خواص کیمیائی - بیوکیمیائی زغال نارس در مناطق پخچ از ترکیب و خواص کیمیائی - بیوکیمیائی زغال نارس در بلندی ها و کوه ها متفاوت است / ۱۴.

۴-۱-۲-۳: شرایط تکتونیکی و پالئوجیوگرافیکی

محیطی که سبب ایجاد زغال نارس و سپس شکل گیری لایه های زغال گردیده است، از نگاه جیولوجیکی ویژگی های خاص دارد. برای ایجاد لایه های زغال نارس علاوه بر موجودیت گیاهان مناسب و تجمع شان، برآورده شدن شرایط زیر حتمی است:

الف) بالارفتن ثابت سطح آب همزمان با نموی زغال نارس،

ب) محفوظ ماندن مرداب از سیلاب های بحری و دریائی (رودخانه ئی)،

ج) رژیم کم انرژی در لگن (ذخیره گاه).

در آب های راکد گیاه ها از فروپاشی محفوظ می مانند و در عین زمان در آنجا آب به مقدار کافی موجود است تا گیاه ها بتوانند نمو کنند. در لگن های پارالیک ایجاد زغال نارس به تناوب (رفت و آمد) سطح بحر بستگی دارد. پخچ شدن لبه لگن در امتداد شکستگی ها میتواند محیط مناسب را برای انباشته شدن زغال نارس ایجاد نماید. فرونشینی سریع کف لگن باعث می شود که در آن رسوب ها - گِل، مارل (نوع خاکی از کلسیم کاربنات)، آهک - تجمع کنند. مگر هرگاه فرونشینی به آهستگی رخ دهد، ماده گیاهی در روی زمین ریشه انداخته و تجمع زغال نارس را متأثر می سازد. در صورتیکه این روند با کم شدن مقدار آب همزمان باشد، زغال نارس فرسوده می گردد. در رلیف (ساحه) هموار تجمع رسوبات فلوویال کمتر رخ می دهد، از این بابت شکل گیری زغال نارس در چنین شرایط میتواند متوقف شود. برعکس، در دلتای دریاها میتوان پوشیده شدن گیاهان را توسط رسوبات کلاستیک مشاهده نمود که برای ایجاد زغال نارس مهم است. بهمین ترتیب، فعالیت آتشفشان نیز میتواند زغال نارس را زیر خاکستر کند و دارای اهمیت است، در حالیکه بالارفتن رلیف باعث می شود تا روند زغال سازی متوقف گردد. تحول تکنیکی در دوره پسارسوبی لایه های زغالی را که پیشتر ساخته شده اند، تغییر می دهد /۱۴/.

۳-۱-۴: روند زغال شدن

از آغاز سده بیستم میلادی دانشمندان را عقیده بر آن است که شکل گیری زغال در دو مرحله صورت می گیرد:

الف) مرحله بیوکیمیائی،

ب) مرحله جیوکیمیائی.

مرحله بیوکیمیائی که **هومیفیکیشن** نامیده می شود، روندی است که در جریان آن زغال نارس بوجود می آید. هومیفیکیشن به شکل طبیعی در خاک طوری رخ می دهد که در بخش های بالائی روی زمین ماده عضوی در صورت موجودیت آکسیجن و در اثر فعالیت **ادافون (میکرو ارگانیسم های زنده در خاک) به هوموس (گیاه خاک یا خاکه گیاه)** مبدل می گردد. در نتیجه، مواد ویژه نیتروجنی شکل می گیرند که رنگ تاریک و خاصیت کلونیدی دارند.

و اما مرحله جیوکیمیائی تغییر حرارتی را در بر می گیرد که در جریان آن زغال نارس به زغال تبدیل می شود /۱۴/.

۱-۳-۱: ایجاد زغال نارس (مرحله بیوکیمیائی)

همانگونه که در بالا گفته شد، برای ایجاد و شکل گیری زغال نارس پارامترهایی وجود دارند که مهمترین شان اینها اند:

(الف) موجودیت گیاهانی که از آنها میتواند زغال نارس شکل بگیرد،

(ب) انباشته شدن بقایای گیاهی،

(ج) محیط رسوبی،

(د) تغذیه زغال نارس و ترکیب باکتریها در محیط رسوبی،

(ل) پی اچ (pH) محیط رسوبی،

(م) حرارت محیط رسوبی،

(ن) ردوکس محیط رسوبی.

شکل گیری زغال نارس روند بیوکیمیائی است که دارای سه مرحله می باشد: **هیدرولیز**، **اکسیداسیون**، **ردکشن**. نخست مخلوط گیاهی به **تیزاب هومیک (هومیک اسید)** غنی می شود. پس از مردن گیاه بقایای آن در مرداب تجمع می نمایند و در شرایط اکسیداسیونی روند بیوکیمیائی در مرداب آغاز می گردد. با پوشش ناگهانی بقایای گیاهان مرده توسط گیاهان دیگر و در صورتی که آب در حالت رکود باشد، در مرداب روند ردکشن رخ می دهد. این تغییرات کیمیائی ایجاد باکتریها و سمارق های گوناگون را تقویه می کنند. باید یادآور شد که فعالیت میکروبی با زیاد شدن عمق زمین کاهش می یابد. هنوز روشن نیست که آیا دلیل آن کمبود مواد غذایی برای میکروب ها است یا آنکه قضیه ریشه کیمیائی دارد.

مقدار آب، تیزابیت و مقدار مواد محلول در آن، عواملی اند که آنروبییک (هوادر) بودن یا آنروبییک (هوادر) نبودن روند تجزیه و ازهم پاشی مواد عضوی را تعیین می کنند (روند آنروبییک روندی است که با موجودیت آکسیجن بوقوع می پیوندد). آنروبییک بودن روند را سطح آب زیرمینی نیز متأثر می سازد، زیرا در زیر سطح آب ماهیت روند، ناآنروبییک است. چنانچه در بالا بحث شد، یکی از بنیادی ترین تحول ها برای ایجاد زغال نارس پیدایش تیزاب هومیک است. باید دانست که تیزاب هومیک از هرگونه مواد بوجود نمی آید. تیزاب هومیک بیشتر در اثر تجزیه لیگنین شکل می گیرد. مگر در شرایط ویژه و مناسب می تواند از سلولوز و پولی ساکارید نیز بدست بیاید.

لیگنین دارای مرکبات معطر است. مقاومت زیاد دارد. صرف برخی از میکروارگانیزم ها می تواند آن را تجزیه نماید. برای تجزیه لیگنین و مواد معطر دیگر لازم است تا این مرکبات زیر تأثیر باکتریها قرار بگیرند. بیشترین و مؤثرترین مقدار باکتریهای آروبییک را میتوان در عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی متر یافت نمود. در اعماق کمتر - حتی در عمق ۹ سانتی متر - نیز دیده شده اند، مگر در چنین اعماق بسیار کم وجود دارند. در عمق های بیشتر، مثلاً در عمق ۱۲۰ سانتی متر نیز موجودیت باکتریهای آروبییک کشف گردیده است.

چوب ۴۵٪ تا ۶۵٪ ساکارید دارد و در زغال نارس آن ۲۶٪ ساکارید را میتوان یافت نمود. گیاه هائی که زغال نارس خزه ئی را می سازند، دارای ۲۰٪ تا ۳۰٪ سلولوز اند و زغال نارس آنها ۰٪ تا ۶٪ سلولوز دارند. مقدار لیگنین در گیاه و در زغال نارس کم و بیش یکسان است. مقدار لیگنین در چوب به ۲۰٪ تا ۴۵٪ و در زغال نارس آن نزدیک به ۲۳٪ می رسد
/۱۴/

۲-۳-۱-۴: تغییر زغال نارس به زغال (مرحلهء بیوکیمیائی)

مرحلهء بیوکیمیائی اندکی پس از انباشته شدن گیاه عملی می شود، در حالیکه مرحلهء بیوکیمیائی زمان دراز بیولوژیکی را در بر می گیرد. در مرحلهء بیوکیمیائی بالا رفتن حرارت، خواص فزیک و کیمیائی موادی که در آنها تغییر ایجاد شده است و همچنان خواص فزیک و کیمیائی موادی که تغییر ننموده اند، در کنار خواص فزیک و کیمیائی محیط نقش اساسی را در تغییر زغال نارس به زغال بازی می کنند.

هنگام تغییر زغال نارس به زغال، فشار در رسوب گیاهی بیشتر می شود که پیامد آن آزاد شدن آب و گاز به مقدارهای گوناگون است. یکی از دلایل افزایش فشار در رسوب گیاهی فشرده شدن آن توسط رسوباتی است که بالای رسوب گیاهی قرار گرفته اند. بسیاری دانشمندان را باور بر آن است که فشار استاتیکی بر روند کیمیائی زغال شدن تأثیر زیاد ندارد، مگر می تواند ساختار فزیک زغال را متأثر بسازد.

برای تغییر بیوکیمیائی اساسی ترین مشخصه حرارت است. حرارت را میتوانیم توسط پژوهش های پتروگرافیکی و بیوکیمیائی تشخیص نماییم. در بسیاری معادن زغال حرارت و درجهء زغال بودن کان همزمان با عمق کان بالا می رود. بالا رفتن درجهء زغالیت زغال را که به افزایش عمق کان بستگی دارد، **قانون هیلت** می نامند. بالا رفتن درجهء حرارت که با افزایش عمق کان همگام است، توسط کمیت فزیک **گرادیان هیدروترمالی** تعریف می گردد. از **بازتاب ویتربیتی** میتوانیم ردیابی کنیم که کان زغال در کدام عمق و در چه اندازه حرارت بوجود آمده است.

هنگام زغال شدن خواص کیمیائی، فزیکئی، تکنولوجیکی و پتروگرافیکی مواد اولیه تغییر می کند. مثلاً مقدار آکسیجن و عناصر دیگر کاهش و مقدار کاربن در مواد افزایش می یابد. مقدار کاربن از ۵۵٪ در زغال نارس به بیشتر از ۹۲٪ در انتراسیت بالا می رود. هیدروجن از ۱۰٪ (زغال نارس) به کمتر از ۳٪ (انتراسیت) و مقدار آکسیجن از ۳۵٪ (زغال نارس) به ۲٪ (انتراسیت) تغییر می کند. نیتروجن و سلفر در ترکیب زغال بسیار سهم اندک دارند، از اینرو وابسته بودن شان به درجه زغالیت ناچیز است. در جدول زیر مقدار برخی از عناصر در زغال نارس، لیگنیت، زغال، انتراسیت و گرافیت تشریح شده است:

عنصر	زغال نارس	لیگنیت	زغال	انتراسیت	گرافیت
کاربن (%)	۵۵	۷۰	۸۰ - ۹۰	۹۲	۱۰۰
هیدروجن (%)	۱۰	۵ - ۸	۴ - ۶	۳	۰
آکسیجن (%)	۳۵	۲۵	۱۰ - ۱۵	۲	۰

زغال اصیل یا زغال هومیت در جائی شکل می گیرد که در آنجا در زمانه های دور نموی گیاهان میسر بوده و جزء اصلی زغال را ماده ای تشکیل میداده است که از هومیفیکیشن چوب بدست می آید. زغالی که در چنین محیط شکل می گیرد، جلا دارد، رنگ نصولاری تا سیاه را اختیار می کند و معمولاً لایه دار است.

زغال ساپروپیل زغالی می باشد که از مواد نسبتاً میده دانه لای و لوش در آب های آرام و کم عمق مثلاً در جهیل ها و لاگون ها، بدون موجودیت آکسیجن شکل گرفته است (ساپروپیل لوشی را می نامند که در اثر ازهم پاشیدگی ارگانیزم های مرده در آب در شرایط نائروبییک بوجود می آید و مادهء نخستین و ابتدائی گاز و تیل را تشکیل می دهد). زغال ساپروپیل عموماً کمیاب است، مگر میتواند در زغال هومیت جاگزین شود. گازهایی که هنگام بوجود آمدن زغال ساپروپیل آزاد می شوند، می توانند در رسوب محیط و یا هم در خود زغال تراکم کنند. بویژه در شرایطی که رسوبات بالائی را مواد نفوذناپذیر تشکیل داده باشند، فرار گاز ها از محیط دشوار است و ناچار در محیط و یا هم در خود زغال تراکم می نمایند.

از نگاه سرعت تغییر میتوان روند زغال شدن را به سه درجه دسته بندی نمود. نخستین و پائین ترین درجه را مرحله ای می سازد که از انباشته شدن گیاهان (زغال نارس) شروع و تا

ایجاد زغال نصواری دوام می‌کند. درجه دوم مرحله ایست میان زغال نصواری و زغال سیاه یا زغال اصیل (زغال سنگ، زغال بیتومینه) جا دارد، در حالیکه درجه سوم پس از ایجاد زغال سیاه یا زغال اصیل آغاز می‌گردد.

بطور خلاصه میتوان گفت که روند زغال شدن بمعنی افزایش کاربن، کاهش آب و از دست دادن اجزای گریزان است که همزمان با کاهش آکسیجن و هیدروجن صورت می‌گیرد.

زغال از لحاظ مختلف دسته بندی می‌شود. از نگاه تکامل و زغالیت، این چهار نوع اساسی را میتوان نام برد:

الف) غال نارس – نزدیک به ۵۵٪ کاربن دارد /۱۴/،

ب) زغال نصواری – نزدیک به ۷۰٪ تا ۷۵٪ کاربن دارد. رنگ آن نصواری تا نصواری سیاه (نصواری تاریک) بوده و رنگ خاکه آن نصواری است. هنوز میتوان در آن بقایای مواد چوبی را یافت نمود. بنام **اکسیلیت یا زغال اکسیلیتی** نیز مشهور است. بر مبنای درجه زغالیت به سه دسته تقسیم میشود. دسته اول را **نوع همی (همی فاز)** تشکیل می‌دهد که کمترین درجه زغالیت را دارا است. لیکنیت به همین دسته تعلق می‌گیرد. دسته دوم را که زغالیت میانه دارد، **نوع اورتو (اورتوفاز)** می‌نامند. بیشترین درجه زغالیت را دسته سوم دارد که **نوع متا (متافاز)** نامیده میشود. قدامت زغال نصواری از نگاه جیولوجیکی عموماً به دوران کوه های سوم و گاهی هم به دوران کوه های دوم می‌رسد /۱۴/،

ج) زغال سیاه یا زغال اصیل (زغال سنگ، زغال بیتومینه) – نزدیک به ۷۲٪ تا ۹۲٪ کاربن دارد. رنگ و رنگ خاکه آن سیاه است. تاریک یا جلادار جلوه می‌کند. **بازتاب یا انعکاس ویتربیتی** آن بیشتر است و ۴۲٪ تا ۱۰٪ ماده سوخت گریزان در آن وجود دارد (**ماده سوخت گریزان** اصطلاحی است تکنولوجیکی و آن مقدار ماده سوخت را بیان می‌کند که در گرما یا حرارت ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط بدون هوا از نمونه زغال فرار می‌نماید، ماده جامدی که پس از فرار ماده گریزان باقی می‌ماند، در انگلیسی **کوک** و در برخی زبان های دیگر **کوکس** نامیده می‌شود). از نگاه پتولوجیکی زغال به انواع **اورتو** و **متا** دسته بندی می‌گردد. نوع اورتو زغالیت کمتر دارد، در حالیکه زغالیت نوع متا بالاتر است. بطور عموم قدامت زغال به دوران کاربن و پرم (پرمین) بر می‌گردد /۸/ و /۱۴/،

د) انتراسیت – دارای بیشترین درجه زغالیت است. مقدار کاربن در آن از ۹۲٪ می‌گذرد و کمتر از ۸٪ ماده گریزان در آن وجود دارد. جلادار و یکسان است. انتراسیتی که درجه زغالیت بالاتر دارد، **متانتراسیت** نامیده می‌شود و حالت گذار میان انتراسیت و گرافیت را می‌سازد /۱۴/.

از چهار نوع بالا، نوع الف) یعنی زغال نارس در مرحله بیوکیمیائی شکل می گیرد. زغال نصولی، زغال سیاه یا اصلیل و انتراسیت برعکس در مرحله جیوکیمیائی بوجود می آیند. در جدول زیر شرایط ایجاد همه آنها خلاصه شده است:

عمق شکل گیری	حرارت (درجه سانتی گراد)	فاز زغالیت	درجه زغالیت	بازتاب ویتزینی (%)	روند	نوع
مرحله بیوکیمیائی						
تا ۱ کیلومتر		زغال نارس سوب هومیت	زغال نارس		ایجاد زغال نارس	زغال نارس
مرحله جیوکیمیائی						
۱ تا ۲ کیلومتر	۳۰ تا ۶۰	همی فاز اورتوفاز متافاز	لیگنیت زغال نصولی	بیشتر از ۰،۳	زغال شدن	زغال نصولی
۲ تا ۶ کیلومتر	۶۰ تا ۱۸۰	همی فاز اورتوفاز متافاز	زغال سیاه	۰،۵ تا ۲،۸		زغال سیاه یا زغال اصلیل
۶ تا ۱۰ کیلومتر	۱۸۰ تا ۳۰۰	انتراسیت متانتراسیت	انتراسیت	۲،۸ تا ۶		انتراسیت

در جدول بالا دیده می شود که در پائین ترین فاز زغالیت، لیگنیت شکل می گیرد. لیگنیت ماده سوخت فسیلی است که در آن بقایای چوب یافت می شوند و ساختار گیاهی در آن به وضاحت به چشم می خورد. برعکس، زغال نصولی اصلاً در اورتوفاز وجود می آید، نه

در همی فاز. در مقایسه با لیگنیت دارای لایه ها می باشد و جلای متفاوت دارد. درجه زغالیت زغال نصولاری در مقایسه با درجه زغالیت لیگنیت زیادتر است. در صورتیکه فاز زغالیت آن به متافاز رسیده باشد، حتی رنگ تقریباً سیاه را اختیار می کند و جلای آن تقریباً از بین می رود.

زغال سیاه (زغال سنگ یا زغال بیتومینه) نظر به بازتاب و پترنیتی و مقدار ماده سوخت گریزان به سه فاز تقسیم می شود. در همی فاز بازتاب و پترنیتی آن نزدیک به ۰،۶٪ می رسد و مقدار ماده گریزان در آن ۴۳٪ است. زغالی را که در اورتوفاز شکل می گیرد، **زغال هومیت** می نامند. در اورتوفاز هنوز میتوان لایه ها را مشاهده نمود و جلای زغال در آن زیادتر است. هنگامیکه اورتوفاز به متافاز تغییر می کند، لایه ها با همدیگر یکجا می شوند و شکل واحد را اختیار می کنند. سطح پائینی متافاز معادل با بازتاب و پترنیتی ۱،۶٪ و مقدار ماده گریزان ۱۹٪ تا ۲۲٪ می باشد. در متافاز در خواص زغال تغییر اساسی رخ می دهد و متان به اندازه زیاد تولید می شود /۱۴/.

۴-۱-۴: تأثیر مگماتیت ها بر زغال

تأثیر سنگ های مگمائی و آذرین بر زغال، بستگی به بزرگی جسم آتشفشانی و مسافه آن از کان دارد. هرگاه جسم کلان آتشفشانی زیر لایه های زغال قرار داشته باشد، میتواند زغالیت آن را بالا ببرد و - به اصطلاح علمی - زغال را **نجات** دهد و کان زغال را **نجیب** بسازد. در چنین شرایط میتواند **کوک (کوکس)** بگونه طبیعی بوجود بیاید و یا حتی گرافیت شکل بگیرد. شگفت آور نخواهد بود هرگاه در چنین شرایط تیل از لایه های زغال تقطیر شود.

مگر هرگاه جسم مگمائی خورد با کان زغال در تماس باشد، ایجاد **کوک (کوکس)** طبیعی با بزرگی ده ها سانتی متر یا حتی چندین متر میتواند در مناطق تماسی صورت بگیرد و در جوانب بیرونی میتواند زغال توسط منرال شدن هیدروترمالی کیفیتش را از دست دهد و عناصر بیگانه در آن نفوذ نمایند /۱۴/.

۴-۱-۵: پتروگرافی زغال

با در نظر داشت آنچه گفته شد، میتوان بحث ایجاد زغال را چنین خلاصه نمود: بقایای مرده گیاهان همراه با ریشه های شان در جایی که نمو کرده اند و یا در جایی که در اثر عوامل طبیعی انتقال یافته اند، بصورت متداوم در مرداب ها، لاگون ها، جهیل ها یا دلتاها رسوب می نمایند و در شرایط مناسب انبار زغال نارس را می سازند. برای ایجاد لایه زغال نارس

به اندازه مناسب، لازم است تا امکان نمودی درازمدت آن میسر باشد و بیومس بتواند به اندازه کافی در جای معین انباشته شود. پس از انباشته شدن بقایای مرده گیاهان مرحله بیوکیمیایی در آنها آغاز می گردد و تجزیه مواد، بویژه در اثر فعالیت باکتریها، رخ می دهد. این روند را هوموس سازی یا هومیفیکیشن نامگذاری نموده اند. با پنهان شدن زغال نارس زیر رسوبات مرحله جیوکیمیایی شروع می شود که زمان دراز جیولوجیکی را در بر می گیرد. در این مرحله بر زغال نارس فشار و گرما (حرارت) تأثیر می کند و زغال شدن زغال نارس آغاز می گردد. گرما عامل بنیادی برای تغییر زغال نارس به لیگنیت و سپس به زغال نصواری، زغال سیاه (زغال سنگ یا زغال بیتومینه) و انتراسیت است. در صورتیکه حرارت بسیار زیاد باشد، میتواند از مواد عضوی ماده ای مانند گرافیت شکل بگیرد. در اثنای زغال شدن مواد در خواص فیزیکی، کیمیایی، پتروگرافیکی و میخانیکی شان تغییر ایجاد می شود. تغییر را میتوان توسط تحلیل کیمیایی زغال ثابت نمود /۱۴/.

معلومات در باره پتروگرافی زغال برای تعیین نمودن بازتاب ویترنیتی و جهت ارزیابی توان فلورسنس مواد مهم است. از نگاه صنعتی، اهمیت پتروگرافی زغال در آن است که مثلاً میتوان معلومات پتروگرافیک را برای تعیین نمودن خواص کوک (کوکس) و دسته بندی آن بکار برد. از پتروگرافی همچنان در ارزیابی درجه اکسیداسیون زغال و جهت تشخیص زغال برای بریکت سازی استفاده به عمل می آید /۱۴/.

اجزای زغال که بصورت ماکروسکوپی مورد مطالعه قرار می گیرند، لیتوتیپ ها هستند و اجزائی را که بی میکروسکوپ نمیتوان مطالعه نمود، میکرولیتوتیپ می نامند /۱۴/.

۱-۵-۱-۴: اجزای ماکروسکوپی - لیتوتیپ ها

لیتوتیپ ها اجزای ماکروسکوپی زغال را تشکیل می دهند، از لایه های کم و بیش موازی ساخته شده اند و سیمای کمربندمانند دارند. در زغال میتوان به آسانی لایه هائی را تشخیص نمود که هم از نگاه شکل و هم از نگاه دبلی با همدیگر متفاوت اند. همین لایه های قابل تشخیص را لیتوتیپ می نامند. لیتوتیپ ها از لحاظ رنگ (روشن، تاریک)، جلا (جلادار، بی جلا)، حدود (قاطع، تدریجی)، محکمی (سخت، نرم)، قائمی (قائم، شاریدنی) و غیره از همدیگر فرق می شوند. دانشمندان را فرض بر آن است که بنای لیتوتیپ هنگام ایجاد زغال نارس گذاشته می شود.

در لیگنیت، زغال نصواری و در زغال سنگی که درجه زغالیت کمتر دارد، لیتوتیپ ها به شکل اجزای اکسیلیتی و تدریتی یافت می شوند و میتوان از آنها درباره مقدار ماده چوبی یا گیاهی که ماده فسیلی را ساخته است، معلومات حاصل نمود. همچنان میتوان درباره شرایط پیدایش ماده فسیلی از آنها معلومات بدست آورد. در زغال هائی که درجه زغالیت

شان بالاتر است، لیتوتیپ ها شکل ویتريت ها، کلاریت ها، دوریت ها و فوسیت ها (فوزیت ها) را اختیار می کنند و دبلای شان اکثراً از چند ملی متر بیشتر نیست /۱۴/.

ویتريت

ویتريت لایه ها یا اشکال عدس مانند را می سازد که اکثراً حدود قاطع دارند، دبلای شان تا ۱ سانتی متر می رسد و جلای شان الماسی تا شیشه ئی است. ویتريت از نگاه ماکروسکوپی بی ساختار است، مگر میتواند در آن ساختار چوبی را مشاهده نمود، با آنکه این حالت همیشه حتمی نیست.

کلاریت

کلاریت زغال روشن یا لایه های زغال را گویند که جلای ابریشمی دارند. در مقایسه با ویتريت کمتر یکسان است. در امتداد لایه ها، چنین زغال پارچه می شود. بعضی اوقات کلاریت را بحیث لیتوتیپ مستقل نمی شناسند.

دوریت

دوریت زغال سخت، قائم (توده ئی) و تاریک را می نامند که از نگاه ماکروسکوپی بی ساختار است، رنگ خاکستری تا سیاه دارد و لایه های نامرتب نازک و بردار را می سازد. هرگاه آن را زیر میکروسکوپ بیاندازیم، در می یابیم که از دانه های خورد و ماسرال های لیتیتینی تشکیل یافته است (در باره ماسرال ها در بخش ۲-۵-۱-۴ معلومات داده شده است).

فوسیت (فوزیت)

فوسیت (فوزیت) ماده تاریک، شکننده و سوراخدار است که ساختار تارمانند دارد و بسیار به آسانی به خاکه مبدل می گردد. فوسیت را مادر - زغال نیز می نامند، زیرا به زغال چوب شباهت دارد. رنگ آن سیاه خاکستری و جلای آن نقره ئی است. سوراخ های آن میتوانند خالی باشند و یا توسط پیریت، سنگ گچ، سنگ آهک، گِل و غیره پر شوند /۱۴/.

۲-۵-۱-۴: اجزای میکروسکوپی - میکرولیتوتیپ ها (ماسرال ها)

اجزای میکروسکوپی زغال هم در نور مرئی (نور قابل دید برای انسان ها) و هم در نور فرابنفش مورد مطالعه قرار می گیرند. زغالی که درجه زغالیت آن کمتر است، خواص

فلورسنس دارد و میتوان از این صفت آن در مطالعه اجزای میکروسکوپی آن کار گرفت
/۱۴/.

ابتدائی ترین واحد میکروسکوپی زغال را **ماسرال** می نامند. ماسرال ها میکرو - انجمن
هائی را می سازند که برای مطالعه زغال بسیار مهم می باشند. نامگذاری ماسرال ها
طوری صورت گرفته است که هر نام با پسوند اینیت (ینیت) ختم می شود، مانند لپتینیت،
اینرتینیت و غیره /۵/.

ماسرال ها کرستالی نیستند. خواص کیمیائی و فزیکی مختلف دارند. زیر میکروسکوپ با
رنگ، جلا (انعکاس یا بازتاب نور)، مورفولوجی (شکل)، کلانی دانه ها و همچنان با
محکمی از همدیگر فرق می شوند. دانشمندان ماسرال ها را به سه دسته ماسرالی تقسیم
نموده اند: **ویترینیت** (هومینیت در لیگنیت)، **لپتینیت** (نام نو برای اکسینیت) و **اینرتینیت**. در
زغالی که روند زغال شدن در آن یکسان صورت گرفته، ویترینیت دارای آکسیجن بیشتر،
لپتینیت دارای هیدروجن بیشتر و اینرتینیت دارای کاربن بیشتر است. بطور عموم میتوان
گفت که لپتینیت اجزای گریزان زیادتر دارد /۱۴/.

ویترینیت

دسته ویترینیت را ماسرال های تلینیت، کاولینیت و ویتروترینیت تشکیل می دهند. هر یک
از ماسرال های دسته ویترینیت از سوب ماسرال ها ساخته شده است (نگه کنید به جدول
زیر). ویترینیت دسته ماسرال هائی است که در زغال مکرراً و به بیشترین مقدار یافت
می شود. بویژه در زغالی که درجه زغالیت آن پائینتر است، ویترینیت کمتر تغییر نموده و
ماسرال های زیاد ویترینیتی در آن وجود دارند. در چنین زغال (لیگنیت) ویترینیت را
هومینیت می نامند که در حقیقت پیشتاز دسته ویترینیت است. ماسرال های هومینیتی از دو
لحاظ از همدیگر فرق می شوند: بر اساس اینکه ماده گیاهی را تا چه اندازه در خود حفظ
نموده اند و بر اساس اینکه تا چه اندازه غلظت حاصل کرده اند. ویژگی های کیمیائی، فزیکی
و نوری ماسرال ها در زغال های نرم بطور قابل ملاحظه تغییر می کنند. تغییر خواص
فزیکی و کیمیائی ویترینیت رابطه مستقیم با درجه زغالیت دارد. برعکس لپتینیت و
نترینیت، ویترینیت از نگاه کیمیائی فعال است و جزء ناپایدار زغال را می سازد. به آسانی
بی هیدروجن می شود، مواد گریزان را آزاد و آکسیجن را جذب می کند و یا هم کوک
(کوکس) را تشکیل می دهد. ماسرال های ویترینیتی را میتوان در زغالی که درجه زغالیت
بالا تر دارد، نیز پیدا نمود. زغال هائی از این قبیل اکثراً به دوران کاربن تعلق می گیرند و
بیشتر در همیسفر شمالی یافت می شوند. ویترینیت را زیر میکروسکوپ میتوان به آسانی
تشخیص کرد، زیرا ماسرال های همجوار با هم تفاوت نسبی دارند.

ویترینیت برای مطالعه زغال از اهمیت ویژه برخوردار است. بازتاب ویترینیتی در پژوهش های گوناگون استفاده می شود. بازتاب ویترینیتی پارامتری است که مطالعه تغییر حرارت را در مواد عضوی رسوبات ممکن می سازد /۱۴/.

ویژگی	منبع	سوب ماسرال	ماسرال	دسته ماسرالی
در بازتاب نور رنگ خاکستری میانه دارد	تارهای چوبی برگ ها، پوسته ها	تلینیت ۱ تلینیت ۲	تلینیت	ویترینیت
به اکسیجن غنی است، کاربن و هیدروجن در آن یافت می شود، مقدار مواد گریزان در آن متوسط است، توانائی تعامل کیمیائی را دارد	ژل های هومینی	تلوکولینیت چلوکولینیت (گلوکولینیت) دسموکولینیت کورپوکولینیت	کولینیت	
	توته ها و پارچه های گیاهی		ویترو دیترینیت	

لیپتینیت

ماسرال های دسته لیپتینیت در ترکیب زغال سهم کمتر دارند. صرف در زغال نوع ساپرویل سهم شان بیشتر است. فعالیت کیمیائی لیپتینیت به درجه زغال بستگی دارد و سهم هیدروجن، مواد گریزان و هیدروکاربن های آلیفاتیک در آن زیادتر می باشد. بقیه خواص لیپتینیت را میتوان از جدول زیر استنباط نمود:

ویژگی	منبع	ماسرال	دسته ماسرالی
در بازتاب نور رنگ خاکستری تاریک را اختیار می کند، غنی به هیدروجن است، مقدار زیاد اجزای گریزان و هیدروکاربن های آلیفاتیک در آن وجود دارد، از نگاه کیمیائی فعال است	سپورها (اسپورها) کوتیکول رزین جلبک ها پوسته ها توته های ماسرالهای لیپتینیت مخروب احتمالاً روغنیات احتمالاً جلبک ها رگک های بیتومن، کلوروپلاست ها	سپورینیت (اسپورینیت) کوتینیت رزینیت الگینیت سوب ارینیت لیتودترینیت فلورینیت بیتومینیت اکسوداتینیت کلوروفیلینیت	لیپتینیت

لیپتینیت توانائی زغال را برای تشکیل هیدروکاربن ها نشان می دهد. به سخن دیگر، توسط لیپتینیت میتوان به این پرسش پاسخ داد که آیا زغال برای تولید هیدروکاربن ها مناسب است یا نه /۱۴/.

اینرتینیت

ماسرال های دسته اینرتینیت در ترکیب زغال به مقدارهای گوناگون سهم دارند. معمولاً سهم شان در مقایسه با ویتربینیت کمتر است. ماسرال های این دسته دارای بیشترین بازتاب و زیادترین مقدار کاربن اند، در حالیکه مقدار هیدروجن و مواد گریزان در آنها را میتوان کمترین شمرد. از لحاظ مواد معطر اما ماسرال های اینرتینیت غنی تر اند. چنانچه از نام آن بر می آید، اینرتینیت از نگاه کیمیائی غیر فعال است (توجه کنید به جدول زیر) /۱۴/.

ویژگی	منبع	ماسرال	دسته‌ء ماسرالی
در بازتاب نور رنگ خاکستری روشن را اختیار می‌کند، غنی به کاربن و مواد معطر است، هیدروجن در آن به مقدار بسیار کم یافت می‌شود، از نگاه کیمیائی فعال نیست.	تارهای چوبی	فوزینیت	اینرتینیت
	تارهای چوبی	سمی فوزینیت	
	نامعلوم	ماکرینیت	
	ماسرال های دومی	میکرینیت	
	بقایای سمارق ها	اسکلروتینیت	
	ماسرال های اینرتینیتی مخروب	اینرتو – دترینیت	

۴-۱-۶: مواد غیرعضوی در زغال

مواد غیرعضوی در زغال را میتوان به سه دسته تقسیم نمود: مواد جامد کرستالی، نمک ها، مرکبات ارگانومتالیک (عضوی – فلزی).

مواد منرالی در زغال ذریعهء گیاهانی نفوذ می کنند که در ترکیب زغال سهم دارند. گیاه ها میتوانند مواد منرالی را از زمین جذب نمایند و سپس هنگام شکل گیری زغال آنها را با خود به زغال ببرند. مثلاً گیاه های دوران ترشیاری (کوه های سوم) میتوانند سیلیسیوم دی اکسید (کوارتز) و گیاهان کوه های اول میتوانند المونیوم داشته باشند. مرکبات غیرعضوی مگر میتوانند از راه های دیگر نیز در زغال نفوذ کنند:

الف) هنگام شکل گیری زغال نارس میتواند آب و یا باد مواد میده دانهء منرالی را به آن انتقال دهد،

ب) هنگام انتقال دتریت گیاهی از جایی که ایجاد گردیده به جایی که برده شده، میتواند با آن مادهء سیلتی، گلی یا کلونیدی مخلوط شود،

ج) در مرحلهء جیوکیمیائی میتواند مقداری مواد رسوبی از آب جدا گردد،

د) مقداری مواد میتواند در اثر تبادلء آیون ها هنگام مرحلهء بیوکیمیائی یا جیوکیمیائی شکل بگیرد /۱۴/.

علاوه بر عوامل بالا، عامل دیگری که میتواند زغال را به مواد منرالی غنی بسازد، فعالیت آتشفشان است. آتشفشان نه تنها میتواند روند زغال شدن را با بالا بردن حرارت سرعت بخشد، بل می تواند منبع غنی محلول های منرال دار نیز باشد. به این ترتیب مواد منرالی میتوانند در زغال نفوذ کنند.

مواد غیر عضوی در زغال ریشه سین جنتیک و یا اپی جنتیک دارند. یعنی میتوانند یکجا با زغال شکل بگیرند (سین جنتیک) و یا پس از ایجاد زغال در آن نفوذ کنند (اپی جنتیک).

صرف نظر از آنکه از کدام منبع سرچشمه گرفته اند، مواد غیر عضوی بر ترکیب و از این راه بر کیفیت زغال تأثیر مهم دارند. گاهگاه سهم ماده غیر عضوی در ترکیب زغال به اندازه ایست که میتوان آن را هنگام فرآوری زغال بدست آورد و از آن سود برد. در چنین موارد زغال نقش منبع ماده غیر عضوی را بازی می کند. مگر در بیشتر حالات ماده غیر عضوی صرف سبب پلید شدن زغال می گردد و کیفیت آن را پائین می برد.

از مواد غیر عضوی که در ترکیب زغال بیشترین سهم را دارا اند، میتوان منرال های گلی را نام برد. منرال های گلی نزدیک به ۵۰٪ همه مواد غیر عضوی را در زغال تشکیل می دهند و اکثراً از ایلیت، کاولینیت، سمکتیت (اسمکتیت) و منرال های مخلوط لایه دار دیگر ساخته شده اند. سیلیسیوم دی اکسید (SiO_2) در زغال بگونه کوارتز وجود دارد و بیشتر از ۲۰٪ مواد غیر عضوی را تشکیل می دهد. در زغال کالسدون نیز میتواند وجود داشته باشد. از الوموسیلیکات هایی که در ترکیب زغال سهم دارند، میتوان فلدسپارهای قلیائی و کلسیوم دار را نام برد. همچنان تورمالین، انالسن، کلینوپتیلولیت و هئولاندیت میتوانند در ترکیب زغال سهم باشند. در زغال منرال های فاسفور، بویژه اپاتیت، یافت می شوند. اکسیدهای مانند اناتاس، روتیل، هماتیت، گیوتیت (جیوتیت) و یا بهمیت مواد غیر عضوی دیگری اند که میتوان آنها را در زغال یافت نمود. از کاربرات ها اکثراً کلسیت، سیدریت، دولومیت، انگریت و به اندازه کم اراگونیت میتوانند در ترکیب زغال سهم بگیرند. سولفیدها بگونه پیریت، مرکزیت و ندرتاً به شکل گالنیت و اسفالریت در زغال وجود دارند. سولفات ها نیز در ترکیب زغال میتوانند سهم باشند. سنگ گچ، انهدریت، باریت و غیره را میتوان بارها در زغال یافت نمود /۱۴/.

موجودیت مواد غیر عضوی در زغال میتواند معلومات مهم را در باره شرایط رسوبی در لگن زغال و در باره روندهای دیاجنتیک و متامورفیکی که در آن رخ داده اند، بیان کند.

سهم هر ماده عضوی در زغال بصورت انفرادی با واحد ملی گرام در کیلوگرام (پی پ ام) ارئه می گردد و اکثراً عدد کوچک است. مگر سهم مجموعی مواد غیر عضوی در زغال به قسم مقدار خاکستر بیان می شود و واحد آن را % تشکیل می دهد. مقدار خاکستر در زغال معمولاً از یک تا ده درصد می رسد /۱۴/.

۴-۱-۷: سیستم های دسته بندی زغال

برای اهداف علمی یا بازرگانی، زغال به دسته ها تقسیم می شود. بصورت عموم در جهان دو سیستم دسته بندی وجود دارد:

الف) سیستم امریکائی ای اس تی ام،

ب) سیستم اروپائی ای سی ای.

۴-۱-۷-۱: سیستم امریکائی ای اس تی ام

ASTM (American Society for Testing and Materials)

سیستم امریکائی ای اس تی ام زغال را بر اساس مقدار ثابت کاربن و مقدار مواد گریزان در زغال از یکسو و بر اساس ارزش گرمائی (گرما بخشی) و ظرفیت پخت آن از سوی دیگر تعریف می کند. ارزش گرمائی (گرما بخشی) مقدار انرژی را بیان می کند که از سوختن کامل واحد ماده سوخت بدست می آید (در پهلوئی ارزش گرمائی، اصطلاح دیگری نیز وجود دارد که ارزش سوختن یا توانائی سوختن نامگذاری گردیده است و در مقایسه با ارزش گرمائی یا گرما بخشی، حرارت مخصوص بخار مواد سوخت را نیز در نظر می گیرد). ظرفیت پخت زغال بیانگر این حقیقت است که زغال هنگام مبدل شدن به کوک (کوکس) تا چه اندازه توانائی پخته شدن (کوک شدن) را دارد /۱۴/.

دسته بندی زغال بر اساس سیستم ای اس تی ام در جدول زیر نشان داده شده است /۱۵/:

Class دسته	Group زیردسته	Fixed carbon limits (%) کاربن ثابت (%)	Volatile matter limits (%) اجزای گریزان (%)	Gross calorific value limits (MJ/kg) ارزش گرمائی (کیلوگرم/میگاجول)	Agglomerating character ظرفیت پخت
Anthracite انتراسیت	Metaanthracite متانتراستیت	>۹۸	<۲		Non-agglomerating بدون ظرفیت پخت
	Antracite	۹۲-۹۸	۲-۸		

	انتراسیت Semiantracite سمی انتراسیت	۸۶-۹۲	۸-۱۴		
Bituminous زغال بیتومن	Low volatile bituminous coal زغال بیتومن با اجزای گریزان کم	۷۸-۸۶	۱۴-۲۲		Commonly agglomerating معمولاً با ظرفیت پخت
	Medium volatile bituminous coal زغال بیتومن با اجزای گریزان میانه	۶۹-۷۸	۲۲-۳۱		
	High volatile A bituminous coal زغال بیتومن با اجزای گریزان بسیار، نوع ای	<۶۹	>۳۱	۳۲،۶	
	High volatile B bituminous coal زغال بیتومن با اجزای گریزان بسیار، نوع بی			۳۰،۲-۳۲،۶	
	High volatile C bituminous coal زغال بیتومن با اجزای گریزان بسیار، نوع سی			۲۴،۴-۲۶،۷	
Subbituminous زغال سوب بیتومن	Subbituminous A coal زغال سوب بیتومن			۲۴،۴-۲۶،۷	Non-agglomerating بدون ظرفیت پخت

	نوع ای			۲۲،۱-۲۴،۴	
	Subbituminous B coal				
	زغال سوب بیئومن نوع بی			۱۹،۳-۲۲،۱	
	Subbituminous C coal				
	زغال سوب بیئومن نوع سی				
Lignite	Lignite A			۱۴،۷-۱۹،۳	
لیگنیت	لیگنیت نوع ای				
	Lignite B			<۱۴،۷	
	لیگنیت نوع بی				

۲-۷-۱-۴: سیستم اروپائی ای سی ای

ECE

سیستم اروپائی ای سی ای دی زغال را توسط گرافی دسته بندی می کند که **گراف ژنو** نام دارد. گراف ژنو را در سال ۱۹۹۸ میلادی کارشناسان یو ان ای سی ای (The United Nations, Economic Commission for Europe) بر اساس طرح فرانسه ترسیم نمودند. سیستم ای سی ای در حقیقت برای ارزیابی جیولوجیکی منابع زغال ایجاد گردیده است، با آنکه میتوان آن را در داد و ستد بازرگانی نیز به کار برد /۱۴/.

سیستم اروپائی بویژه برای **زغال سخت** ساخته شده است (**زغال سخت** زغالی را می نامند که ارزش گرمائی آن از ۲۳،۲۶ مگا جول در کیلوگرام زیادتر باشد) و زغال را با کد های ۱۴ عددی دسته بندی می کند. در دسته بندی غال خواص زیر مد نظر گرفته می شوند /۱۴/:

(الف) بازتاب میانه و پترینیتی زغال،

(ب) مقدار اینرتینیت در زغال،

(ج) مقدار لپیتینیت در زغال،

(د) اندکس CSI – توانائی پندیدن زغال (Swelling Capacity)

(ل) مقدار اجزای گریزان در زغال،

(م) مقدار سلفر در زغال،

(ن) گرما بخشی زغال،

(و) مقدار خاکستر در زغال.

سیستم ای سی ای بویژه در بخش زغال هائی که درجه زغالیت کمتر دارند، هنوز با دشواری ها روبرو است. از این بابت از معرفی بیشتر آن در کتاب خودداری می کنم.

۲-۴: هیدروکاربن ها (نفت و گاز)

هیدروکاربن ها مرکبات عضوی با پیوند یا رابطه کیمیائی کاربن – هیدروجن استند. کم و بیش پنج میلیون مرکب کاربن با خود کاربن و یا با عناصر دیگر وجود دارد و هیدروکاربن ها از این میان سلسله دراز را می سازند. ایجاد هیدروکاربن ها از ماده عضوی چنین صورت می گیرد:

ماده عضوی که در رسوبات میده دانه پراکنده شده است، در اثر تعامل های کیمیائی و میکروبیولوژیکی تغییر می کند. انباشته شدن متداوم رسوبات باعث می شود که رسوبات کهنه تر در لگن پائین بروند و با گرما و فشار هر چه بیشتر رو برو شوند. در نتیجه، گرما و فشار ماده عضوی را تغییر می دهند و در آن توازن ترمودینامیک تازه را ایجاد می کنند. همچنان سنگ های مجاور آن را متأثر می سازند / ۶ و ۱۴/.

تحول و تغییر ماده عضوی را میتوان در سه مرحله دسته بندی نمود:

الف) مرحله دیاجنیک،

ب) مرحله کتاجنیک،

ج) مرحله متاجنیک.

الف) مرحلهء دیاجنیک

در ایجاد هیدروکاربن ها مرحله ای را می نامند که طی آن رسوب های کم عمق متراکم و تحکیم می شوند و تلاش می کنند تا توازن کیمیائی تازه را دریافت نمایند. در این مرحله ترکیب مواد عضوی و منزالی رسوبات تغییر می کند. این مرحله معمولاً در اعماق چندین صد متر تا دو کیلومتر صورت می گیرد، البته در جایی که حرارت محیط از سی درجهء سانتی گراد بالاتر بوده و معمولاً به ۵۰ تا ۶۰ درجه می رسد، بازتاب و پتیرینیتی در محیط پائین تر از ۵،۰ است و روند منزال سازی در آن آغاز گردیده است. تبدیل شدن مادهء عضوی را میتوان فعالیت میکروبی، تغییر کیمیائی، پولی کاندنزاسیون (تغلیظ یا تراکم) و از هم پاشیدگی درونی وانمود کرد.

تغییر دیاجنیک مواد عضوی از بیوپولیمرها آغاز و به جیوپولیمرها ختم می شود. یعنی در این مرحله در رسوبات میتوان بیوپولیمرها (پروتین ها، لیپیدها، کاربوهیدرات ها و لیگنین ها) و بیومونومرها (شکرها، امینواسیدها، فاتی اسیدها و فنول ها) را یافت نمود که در اثر کاندنزاسیون و ردگشن به مرکبات نیتروجنی و هومیکی که جیوپولیمرها را تشکیل میدهند، مبدل می گردند. نام مشترک جیوپولیمرها **کِرُوجن (کِرُوگن)** است. کروجن بخش عضوی سنگ های رسوبی می باشد که در حلال (حل کننده) های قلیائی آبدار، تیزاب ها و حلال های عادی منحل نمی گردد.

در شرایط دیاجنیکی، فعالیت میکروب ها میتواند باعث ایجاد مقدار زیاد متان – بیوگاز شود. از دیدگاه دانشمندان تا ۲۰٪ ذخایر گاز طبیعی را بیومتان تشکیل داده که میتواند در مرحلهء بیوکیمیائی (دیاجنیک) شکل بگیرد. هنگامی که کروجن تغییر می کند، با زیاد شدن عمق رسوب مقدار اکسیجن در آن کاهش و مقدار کاربن افزایش می یابد. در عین حال میتواند مقدار زیاد کاربن دی اکسید، آب و هیدروکاربن هائی با وزن مالکولی بلند آزاد شوند که در مرکبات نیتروجن دار و سلفردار وجود دارند. مرحلهء دیاجنتیک را “مرحلهء نارس” می خوانند، زیرا در این مرحله نفت به پختگی نمی رسد /۱۴/.

ب) مرحلهء کتاجنیک

با بالا رفتن حرارت به بیشتر از ۶۰ درجهء سانتی گراد در رسوبات قاره ئی **دگراداسیون ترمالی** (از هم پاشی حرارتی) کروجن رخ میدهد که باعث کاهش حلقه های پارافینی و معطر می شود. هیدروکاربن های نوی که بوجود می آیند، اکثراً وزن مالکولی کم یا میانه دارند. **مرحلهء کتاجنیک اساسی ترین مرحله برای شکل گیری نفت است.** در همین مرحله میتوان شاهد ایجاد محیطی بود که **دریچهء نفتی (Oil Window)** نامیده میشود. **دریچهء نفتی** انتروال حرارتی در زیر زمین را میگویند که در آن نفت شکل گرفته و از رسوبات همراه

جدا می‌گردد. همچنان در این مرحله از هم گسیختن پیوند کاربن - کاربن در مرکبات عضوی آغاز می‌گردد که **کراکینگ (Cracking)** نامیده می‌شود (**کراکینگ** از هم گسیختن پیوند کاربن - کاربن را می‌نامند که در هیدروکاربن‌ها رخ می‌دهد). در جریان کراکینگ گاز تر بوجود می‌آید و تولید گاز خشک نیز بالا می‌رود.

تغییر مرکبات در مرحله کتاجنیک - چه از نگاه حرارت و چه از نگاه مقدار و کیفیت هیدروکاربن‌های نوایجاد - بستگی به نوع کروجن دارد. کروجن عموماً بحیث ماده ابتدائی برای شکل‌گیری اکثر نفت‌ها و گازها شناخته می‌شود و از بقایای میکروارگانیزم‌های بحری و جهیلی، گیاهان و زنده‌جان‌هایی که در رسوبات گیر مانده‌اند و گنده شده‌اند، ساخته شده است. دانشمندان کروجن را به سه نوع دسته‌بندی نموده‌اند که هر کدام از خود ترکیب جداگانه دارد. بویژه مقدار هیدروجن در هر نوع آن متفاوت است.

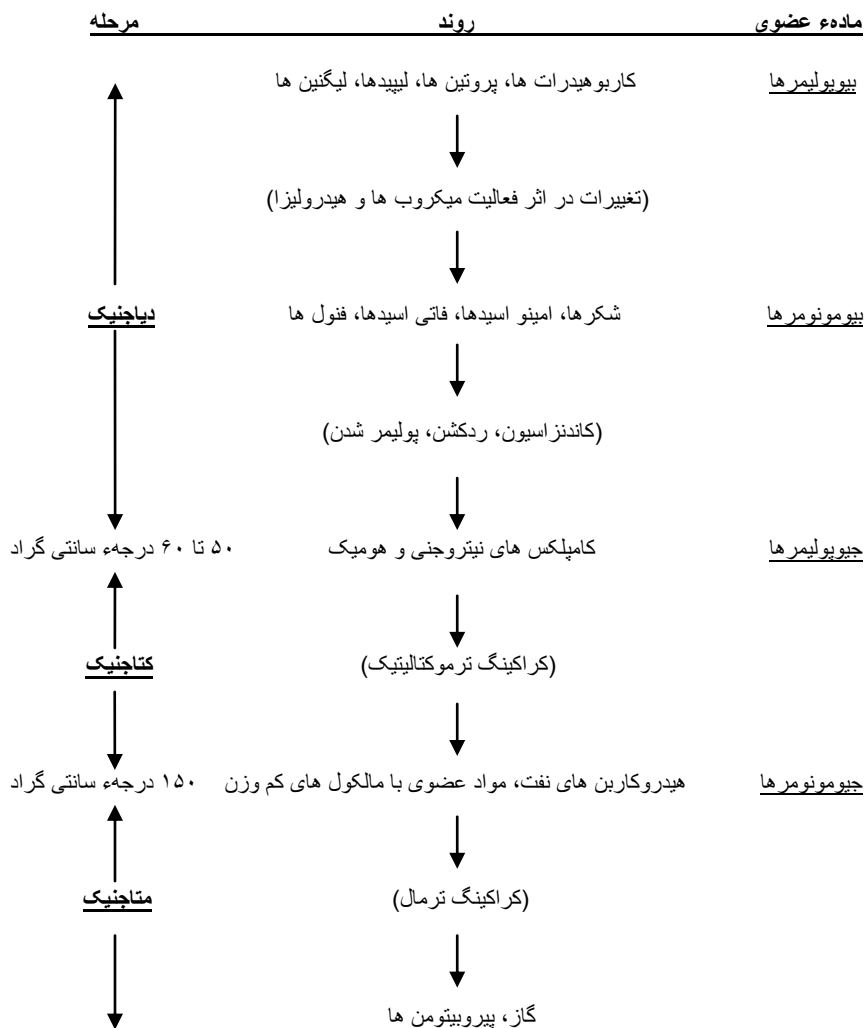
تغییر مواد عضوی در مرحله کتاجنیک در انتروال حرارتی و زمانی نسبتاً پهناور صورت می‌گیرد. انتروال حرارتی از ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد تخمین می‌شود. چنین شرایط در اعماق ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر امکان‌پذیر است. بازتاب ویتزینیتی در مرحله کتاجنیک از ۰،۵٪ تا ۱،۵٪ می‌رسد و در صورتی که بازتاب ویتزینیتی از ۰،۸٪ تا ۱،۲٪ تجاوز نکند، دریچه نفتی شکل می‌گیرد. در اثنای شکل‌گیری دریچه نفتی هیدروکاربن‌هایی بوجود می‌آیند که دارای ۱ کاربن (C1) تا ۴۰ کاربن (C40) می‌باشند. مرحله کتاجنیک مرحله‌ای است که در آن نفت به پختگی می‌رسد، از این بابت آن را "مرحله پختگی" می‌نامند.

رسوبات مادری میلیون‌ها تا ده‌ها میلیون سال - تا زمانی که در آنها ماده عضوی وجود داشته باشد - می‌توانند در مرحله کتاجنیک باقی‌مانند و هیدروکاربن تولید کنند /۱۴/.

ج) مرحله متاجنیک

مرحله متاجنیک آخرین مرحله تحول مواد عضوی است و تقریباً در اعماق بیشتر از ۳۶۰۰ متر بوقوع می‌پیوندد. در این مرحله به استثنای مقدار کم متان، هیدروکاربن‌های نو دیگر چندان شکل نمی‌گیرند. کروجنی که تا این مرحله باقی مانده، توانائی تولید هیدروکاربن‌های تازه را بیخی از دست داده است. مرحله متاجنیک مطابق است با ایجاد گاز خشک و از نگاه شکل‌گیری نفت میتوان آن را "مرحله از حد گذشته" نامید، زیرا نفت در مرحله متاجنیک به هیدروکاربن‌های گازی تبدیل می‌شود /۱۴/.

در جدول زیر هر سه مرحله - دیاجنزا، کتاجنزا، متاجنزا - روشن گردیده است:



مقدار مجموعی هیدروکاربن هائی که در رسوبات ایجاد می شوند، بستگی به مقدار کاربن عضوی (TOC, C_{org})، نوع ماده عضوی و همچنان بستگی به روندی دارد که باعث پختگی ماده عضوی در رسوب می گردد. توانائی رسوبات مادری برای ساختن هیدروکاربن ها توسط کمیتی بیان می شود که حاصل تقسیم جزء نفتی ماده عضوی بر مقدار مجموعی ماده عضوی در رسوب است. میتوان آن را ذریعه اندکس هیدروجنی نیز بیان نمود.

اندکس هیدروجنی در ارتباط با اندازه تغییر ماده عضوی و در ارتباط با نوع کروجن فرق می کند.

کان های مهم جهانی نفت در رسوباتی شکل گرفته اند که مقدار کاربن عضوی در آنها بصورت اوسط ۲،۵٪ (از نگاه وزن) تخمین می شود و مقدار اعظمی آن تا ۱۰٪ می رسد.

با پخته شدن (یا رسیدن) ماده عضوی حجم آن زیاد می شود. دانشمندان را باور بر آن است که پندیدگی یا زیاد شدن حجم ماده عضوی در مرحله های کتاجنیک و متاجنیک رخ می دهد. مثلاً برای کروجن های نوع دوم و سوم صدق می کند که پندیدگی ماده عضوی در کتاجنزا کمتر از ۱۵٪ و در مرحله متاجنیک بیشتر از ۳۵٪ می باشد. تغییر حجم ماده عضوی را فازهای هیدروکاربن های نوایجاد باعث می شوند. چنین واقعه شرط اساسی برای مهاجرت هیدروکاربن ها در کان است /۱۴/.

۱-۲-۴: نقش حرارت و عمق در ایجاد هیدروکاربن ها

حرارت محیط و عمق رسوب در ایجاد هیدروکاربن ها - نفت و گاز - نقش تعیین کننده دارند. ارزیابی ها نشان میدهند که در اثر حرارت کروجن ویران می شود. همچنان کشف گردیده است که در اثر حرارت روند کراکینگ حرارتی نفت و گاز بوقوع می پیوندد. از نگاه جیولوجیکی، سرعت گرم شدن رسوبات معمولاً از ۱ تا ۱۰ درجه سانتی گراد در ۱ میلیون سال تخمین می شود. در ظرف این مدت در زون اصلی ایجاد نفت (جایی که حرارت ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد است) کروجن ناتابت (نوع ۱ و ۲) از هم می پاشد و نفت و کمی هم گاز بوجود می آید. روند مهم و بنیادی کراکینگ حرارتی برای ایجاد نفت و گاز اما در حرارت ۱۵۰ تا ۱۹۰ درجه سانتی گراد صورت می گیرد و حرارت ۱۵۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی گراد برای شکل گیری گاز از کروجن نوع ۳ مناسب است.

رسوبات مادری میتوانند با گذشت زمان به اعماق مختلف برسند. در نتیجه، مرحله های شکل گیری هیدروکاربن ها میتوانند سرعت های مختلف را به خود بگیرند. عمقی که در آن هیدروکاربن ها شکل می گیرند، در جاهای گوناگون متفاوت است و بستگی به خواص و ماهیت ماده عضوی، سرگذشت رسوب و شرایط حرارتی محیط دارد. باید در نظر داشت که بر شرایط حرارتی محیط عواملی مانند جذب حرارت از بیرون، جریان آب زیرزمینی و توانائی هدایت حرارت توسط رسوبات اثر گذار استند. برخی دانشمندان را عقیده بر آن است که عامل هیدرودینامیکی محیط می تواند **گرادیان جیوترمال رسوب** را متأثر بسازد و از این راه در ایجاد هیدروکاربن ها نقش مهم را بازی کند. **گرادیان جیوترمال** کمیتی است که تناسب میان افزایش حرارت و افزایش عمق را بیان می کند. به سخن دیگر، گرادیان جیوترمال نشان می دهد که با پائین رفتن در زیر زمین چقدر حرارت افزایش می یابد. گرادیان جیوترمال در

رسوبات هیدروکاربندار از ۱۰ تا ۸۰ درجه سانتی گراد و بگونه اوسط ۳۰ درجه سانتی گراد در عمق ۱ کیلومتر تخمین می شود.

در زون ایجاد نفت حرارت ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد و گرادیان جیوترمال بگونه اوسط ۳۰ درجه سانتی گراد تعیین گردیده است. چنین شرایط در اعماق ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ متر زیر زمین میتواند وجود داشته باشد. گاز هیدروکاربنی - متان - در اعماق ۴۰۰۰ تا ۷۰۰۰ متر و در حرارت ۱۵۰ تا ۲۲۰ درجه سانتی گراد شکل می گیرد /۱۴/.

۲-۲-۴: شکل گیری هیدروکاربن ها از زغال؟

با آنکه آزمایش های عملی در این بخش نتیجه قناعت بخش نداشته اند، عواملی وجود دارند که میتوانند سبب شکل گیری هیدروکاربن ها در زغال شوند. عوامل را میتوان چنین بر شمرد:

(الف) در زغال ماسرال های دسته لیپینیت وجود دارند که غنی به هیدروجن اند و میتوانند باعث ایجاد نفت شوند،

(ب) در اثنای پیرولیزا (گرم شدن زغال) هیدروکاربن هائی به میان می آیند که به نفت بسیار شبیه اند،

(ج) زغال بیئومن دارای بیئومن هائی است که میتوانند توسط حل کننده های عضوی ساده آزاد شوند،

(د) زغال منبع کلان متان است،

(ل) برخی از منابع نفت و گاز در نزدیکی لایه های زغال پیدا می شوند،

(م) تغییر ماده عضوی به زغال و انتراسیت با آزاد شدن هیدروکاربن های گازی همراه است،

نه تنها لیپینیت ها، بلکه ویتیرینیت ها نیز میتوانند به هیدروجن غنی باشند و ظرفیتی را تشکیل دهند که برای ایجاد هیدروکاربن ها مؤثر است. از نگاه ایجاد هیدروکاربن ها تا کنون کان های زغال دوران ترشیر تا جوراسیک مورد پژوهش قرار گرفته اند. با آنکه نتیجه پژوهشات قناعت بخش نبوده است، پژوهشگران موفق شدند ثابت کنند که هنگام زغال شدن مواد عضوی نخست ویتیرینیت های غنی به هیدروجن، سپس لیپینیت های ناثابت به شکل سوب ارینیت، کوتینیت و اسپورینیت و بالاخره الگینیت بوجود می آیند /۱۴/.

۴-۲-۳: مهاجرت هیدروکاربن ها

هیدروکاربن هائی که بصورت صنعتی مورد استخراج قرار می گیرند، در رسوبات مادری وجود ندارند، بل از جای اصلی شان مهاجرت نموده و در سنگ های مخزنی که کان را تشکیل می دهند، جاگزین می شوند. انتقال یا مهاجرت هیدروکاربن ها از رسوبات مادری به کان میتواند از دو راه صورت بگیرد:

الف) مهاجرت نخستین (اولیه)،

ب) مهاجرت دومی.

۴-۲-۳-۱: مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها

جدا شدن هیدروکاربن ها از مادهء عضوی رسوب مادری و نقل مکان آن ها به سنگ های سوراخ دار و نفوذپذیر **مهاجرت نخستین** یا **اولیه** نامیده می شود. مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها از رسوب مادری میده دانه به سنگ هائی که نفوذپذیری بیشتر دارند وابسته به خواص رسوب مادری، خواص هیدروکاربن ها و سرعت تغییر شان است. در عین حال در مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها سرگذشت حرارتی محیط، عمق رسوب، لیتولوجی (خواص سنگی) لایه ها و غیره نقش مهم را بازی می کنند، بطوریکه زیاد شدن عمق افزایش حرارت و فشار را از یکسو و کاهش نفوذپذیری سنگ را از سوی دیگر در پی دارد. همچنان نمیتوان نقش آب های زیرزمینی را در این بحث نادیده گرفت.

بصورت عموم دو مکانیزم برای مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها وجود دارد. مهاجرت میتواند یا در اثر فعالیت آب های زیرزمینی رخ دهد و یا بدون تأثیر آن ها صورت بگیرد. مگر در عمل بر مهاجرت هیدروکاربن ها هر دو عامل یکجا عمل می کنند /۱۴/.

هیدروکاربن ها میتوانند در محلول های مالکولی، محلول های کلونیدی و یا هم بصورت جداگانه به شکل حباب ها و قطره ها در آب های زیر زمینی حرکت کنند، مگر با احتمال زیاد چنین حرکت در عمل بوقوع نمی پیوندد. هیدروکاربن های مایع معمولاً بسیار به دشواری در آب منحل می شوند، در آب صرف هیدروکاربن هائی میتوانند منحل شوند که وزن مالکولی کم دارند و یاهم مالکول های قطبی کلان نیتروجن دار، سلفردار و آکسیجن دار در آن ها موجود باشند. از آنجائی که لازم است تا برای نقل مکان شان حباب ها و قطره های هیدروکاربنی بر فشار زیاد آب غالب آیند، مهاجرت برای شان در چنین شرایط دشوار است. از اینرو نمیتوان انتقال هیدروکاربن ها ذریعهء آب را مکانیزم اصلی مهاجرت نخستین دانست. گازها در مقایسه با هیدروکاربن های مایع توانائی بیشتر منحل شدن در آب را دارا

استند. با آنهم حتی متان نیز در عمقی که برای شکل گیری نفت و گاز مناسب است، نمیتواند به آسانی ذریعه آب زیرزمینی مهاجرت نماید. صرف در اعماق کم میتواند - آنهم متانی که ریشه عضو دارد - توسط آب نقل مکان نماید. مهاجرت نخستین هیدروکاربن های مایع نیز میتواند صرف در عمق کم رخ دهد، جایی که هیدروکاربن ها مرحله ابتدائی ایجاد شان را طی می کنند /۱۴/.

مهمترین مکانیزم برای مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها حرکت فازهای جداگانه شان (نفت و گاز) در اثر افزایش مقدار هیدروکاربن ها است که در مرحله پیدایش هیدروکاربن ها در رسوبات مادری صورت می گیرد. هنگام شکل گیری، هیدروکاربن ها نیازی به آب منحبث عامل انتقال ندارند، با آنکه در رسوبات مادری میتواند آب موجود باشد. حین ایجاد هیدروکاربن ها گسترش حجم بوقوع می پیوندد و از این راه هیدروکاربن ها قادر اند تا بر فشار آب محیط غالب شوند و مهاجرت شان را آغاز نمایند. مگر برای انتقال شان به محیط دیگر لازم است که نخست شکاف های رسوب مادری را مشبوع کنند، سپس میتوانند هیدروکاربن ها رسوب مادری را ترک بگویند. پر شدن شکاف ها توسط هیدروکاربن ها در رسوب هائی که برای ایجاد نفت محیط مناسب تر را می سازند، سریع تر رخ می دهد. برعکس، در رسوباتی که برای ایجاد نفت ظرفیت کمتر دارند، سوراخ ها توسط هیدروکاربن ها دیرتر پر می شوند. در عمق ۳ تا ۴ کیلومتر باید هیدروکاربن های نوایجاد نخست کم از کم ۴۰٪ شکاف های سنگ مادری را پر نمایند تا بتوانند مهاجرت شان را به محیط دیگر آغاز کنند. شکافیت سنگها در چنین اعماق ۵٪ است. در رسوباتی که برای ایجاد نفت ظرفیت کمتر دارند، حتی میتوان حالتی را مشاهده نمود که هیدروکاربن های نوایجاد قادر نیستند تا شکاف ها را مشبوع کنند. در چنین حالات هیدروکاربن های نوایجاد در خود سنگ مادری پراکنده می شوند /۱۴/.

هنگام رسوب نمودن سنگ های میده دانه (تخته سنگ های گلی) فشار آب زیر زمینی بر آنها افزایش می یابد. در صورتیکه روند رسوبی آنها به سرعت اجرا شود و در عین زمان هیدروکاربن های نو در آنها شکل بگیرند، فشار آب زیرزمینی بر محیط خیلی زیاد است. فشار در این موارد میتواند هم به سمت عمودی (بالا و پائین) و هم به سمت افقی تجزیه گردد و از این طریق مهاجرت هیدروکاربن های نو را زیر تأثیر قرار دهد.

مهاجرت جداگانه هیدروکاربن ها از راه شکاف هائی صورت می گیرد که در رسوب پس از تغییر کروجن باقی می مانند. همچنان میتوانند از خالیگاه هائی که میان دانه های منرال ها وجود دارند، سود ببرند و بجای دیگر انتقال کنند. معمولاً مگر مهاجرت هیدروکاربن از طریق شکاف های کلان صورت می گیرد. هرگاه سنگ مادری شکافیت کمتر داشته باشد و در عین حال فاز هیدروکاربنی بگونه دوامدار ایجاد شود، مهاجرت نخستین هیدروکاربن ها توسط میکروفکتوره ها (در انگلیسی microfacture) امکان پذیر است. میکروفکتوره ها

در اثر فشار بوجود می آید و در رابطه با فشار هیدروکاربن ها باز و یا بسته می شوند. پس از مرحله اصلی ایجاد نفت، گاز به اندازه زیاد تولید می شود و فشار را در محیط بالا می برد. پیامد آن بمیان آمدن میکروفکتوره ها است. از همین بابت است که متان حتی در اعماق زیاد گاهگاه قادر است از سنگ مادری به جای دیگر انتقال نماید.

مهاجرت نخستین هیدروکاربن های جداگانه میتواند هم بطور مایع و هم بطور گاز صورت بگیرد. همه هیدروکاربن هائی که از کروجن های نوع ۲ و ۳ شکل می گیرند، احتمالاً بگونه فازهای فلوئیدی ساده بوجود می آیند. ایجاد نفت از کروجن های نوع ۲ و ۳ معمولاً با ایجاد گاز همراه است. رسوب مادری پخته که دارای کروجن نوع ۲ می باشد، اکثراً نفت تولید می کند. ایجاد گاز از چنین رسوبات بسیار اندک است، زیرا گاز در نفت منحل می شود و فاز جداگانه را نمی سازد. سنگ مادری با کروجن نوع ۳ میتواند عموماً گاز تولید نماید، بویژه در اعماق بیشتر گاز در اثر کراکینگ هم از کروجن بوجود می آید و هم از نفت شکل می گیرد. با بالا رفتن حرارت و فشار میتوانند هیدروکاربن ها هر چه بیشتر گاز تولید کنند. گاز عامل انتقال برای مهاجرت نخستین نفت است. ترکیب نفتی که توسط گاز منتقل می شود، نشان می دهد که فازهای هیدروکاربن ها در حال جدا شدن هستند /۱۴/.

۲-۳-۲: مهاجرت دومی هیدروکاربن ها

مهاجرت دومی هیدروکاربن ها پس از مهاجرت نخستین شان رخ می دهد. مهاجرت دومی از روندهائی ساخته شده است که در جریان آنها هیدروکاربن ها در سنگ های نفوذپذیر ماحول سنگ مادری جا می گیرند و کان را تشکیل می دهند یا به اتموسفر فرار می کنند. علت مهاجرت دومی هیدروکاربن ها قوه هائی اند که توانائی تحریک فلوئیدها را در سنگ ها دارند.

در سیستم هیدروستاتیکی (آب های ایستاده) هیدروکاربن ها توسط قوه هائی تحریک می شوند که در اثر تفاوت کثافت میان هیدروکاربن ها و آب بوجود می آیند. این قوه ها هیدروکاربن ها را بالا می برند و فعالیت شان وابسته به شکافیت سنگ ها است.

در محیط هیدرودینامیکی (آب های روان) میتوانند هیدروکاربن ها به قسم فازهای جداگانه، محلول های آب و یا به شکل پاشان در آب حرکت نمایند. مهاجرت هیدروکاربن ها در چنین محیط وابسته به جریان آب در ذخیره گاه (لگن) است. در لگن های فرونشسته رسوبی میتوان سه نوع مهاجرت هیدروکاربن ها را سراغ کرد. در لگن های عمیقی که جریان افقی در آن ها محدود است، هیدروکاربن ها و آب به شکل متمرکز از طریق زون های ضعیف مهاجرت می کنند. در لگن هائی که عمق میانه دارند، مهاجرت هیدروکاربن به سمت افقی

صورت می گیرد. در لگن های کم عمق و هموار فلوئیدها به کناره لگن انتقال می یابند. محیط هیدرودینامیکی میتواند مهاجرت هیدروکاربن ها را دوامدار بسازد.

مسافه مهاجرت دومی مختلف است. هیدروکاربن ها میتوانند صدها متر تا ده ها کیلومتر از سنگ (رسوب) مادری دورتر بروند /۱۴/.

۴-۲-۴: تجمع هیدروکاربن ها در کان

مهاجرت هیدروکاربن ها میتواند تجمع اقتصادی آن ها را به صورت کان تشکیل دهد. مهاجرت دومی هیدروکاربن ها در شرایط هیدروستاتیکی و هیدرودینامیکی بوقوع می پیوندد. پیش از آنکه در کان تجمع نمایند، فازهای جداگانه هیدروکاربن ها از همدیگر جدا می شوند. محیط هیدرودینامیکی بویژه بر حجم کان تأثیر دارد. در شرایط هیدروستاتیکی ظرفیت تجمع کان به عمق، قوه های درون شبکه و کثافت فلوئید وابسته است.

بندهای مؤثر برای تجمع هیدروکاربن ها را سنگ های محکمی تشکیل میدهند که در برابر فشار نفت و آب مقاومت دارند، مانند لایه های نمک، سنگ های میده دانه کیمیائی - کلاستیک (آهک تباشیری، مارن که در انگلیسی مارل نامیده می شود) و تخته سنگ های خاکی. در تجمع هیدروکاربن ها پهنا (وسعت) و دبل (ضخامت) این سنگ ها نقش اساسی را بازی می کند.

گاهگاه بندها توسط شکستگی های تکنونیک از جای شان بیجا می شوند. در چنین حالات شرایط محیط توسط خواص سنگ های گوناگون متأثر می گردد، با آنکه شکستگی ها خود عناصر تجمع یا انتقال هیدروکاربن ها را تشکیل نمی دهند /۱۴/.

۴-۲-۴-۱: هیدروکاربن ها در لگن های رسوبی

از سده گذشته میلادی بدینسو یکی از بنیادی ترین قواعد برای جستجوی هیدروکاربن ها این بوده است که هیدروکاربن ها در **ساختارهای انتی کلینال** مورد جستجو قرار می گیرند. این قاعده در عمل بسیار مؤفق بوده است. در سطح جهانی بیشتر از ۹۵٪ کان های هیدروکاربن را کارشناسان در ساختارهای انتی کلینال کشف کرده اند. با گذشت زمان و با بالا رفتن امکانات تکنیکی دیده می شود که در برخی از ساختارهای انتی کلینال علی رغم موجودیت خواص مناسب کلکتوری، نفت وجود ندارد.

نفت هنگام مهاجرت از طریق شکستگی ها یا لایه های نامقاوم از خود نشانی یا جای پای میگذارد، زیرا زمانی که از آب جدا می شود، روی دانه های منرالی را تر می کند. با استفاده از وسائل تخنیکی جیوکیمیائی و یا در بسیاری موارد با استفاده از متوذهای دتکتوری (تشخیص کننده) مستقیماً در سوراخی که برمه کاری شده است، میتوان این نشانی ها را پیدا نمود. از طریق همین نشانی ها - یا بهتر بگویم - از عدم موجودیت این نشانی ها کارشناسان کشف نموده اند که در برخی از ساختارهای انتی کلینال از سببی نفت وجود ندارد که هیچگاه در آنجا نفت موجود نبوده است.

پیشرفت در پژوهشات عضوی - جیوکیمیائی لگن های رسوبی و همچنان در بخش های دیگر علم زمین شناسی امکان آن را میسر می سازد تا با مطالعه شرایط محیط بتوانیم هیدروکاربن ها را حتی در ساختارهایی که هنوز برمه کاری نشده اند، کشف نماییم. گام مهم در پیشگویی موجودیت هیدروکاربن ها دریافت پاسخ به این پرسش است که آیا در لگن مورد پژوهش هیدروکاربن ها به پختگی رسیده اند تا راه مهاجرت را بسوی ساختارهای دارای پتانسیل به پیش گیرند یا نه.

لگن رسوبی که دارای منبع پخته هیدروکاربن ها است، **لگن ولادت (Generation Basin)** نامیده می شود و میتواند دارای یک یا چندین **آشپزخانه** برای ایجاد هیدروکاربن ها باشد. مطالعه **لگن ولادت** طوری صورت می گیرد که معلومات جیوکیمیائی در باره سنگ مادری جمع آوری می شود تا درجه پختگی مواد عضوی در رسوب تشخیص گردد. همچنان معلومات در باره ساختار و لایه های سنگ های رسوبی اهمیت دارد. چنین معلومات را میتوان با پژوهش های سائزمیکی و با برمه کاری بدست آورد.

پژوهشات نشان می دهند که منابع هیدروکاربنی بیشتر بر اساس قاعده زمانی و پالئوگرافیکی در لگن های رسوبی جابجا شده اند تا بر مبنای عوامل جیوتکتونیک. این پژوهشات همچنان روشن می سازند که تفاوت های منطقه ئی میان منابع هیدروکاربنی وجود دارند که بر علاوه ساختار سنگ ها در ذخیره گاه، عوامل جیولوجیکی دیگر نیز در آن ها نقش مهم را بازی کرده اند. مثلاً ایجاد نفت نتیجه تغییر کروجن در عمق زیاد در اثر حرارت طی مدت جیولوجیکی بوده است. بصورت عموم می توان گفت که برای ایجاد هیدروکاربن ها در لگن رسوبی لازم است تا ماده عضوی در رسوبات در عمق زیاد نخست به پختگی برسد، چیزی که در اعماق کم و در آب های غنی به آکسیجن ممکن نیست.

بیشترین تراکم هیدروکاربن ها در نزدیکی مراکز لگن های ولادت (یعنی در آشپزخانه های هیدروکاربنی) و یا در ساختارهایی که در همسایگی سنگ مادری عمیقاً فرورفته در لگن ولادت قرار دارند، صورت می گیرد. اینکه هیدروکاربن ها تا چه مسافه از مراکز لگن های ولادت دور جابجا شده اند، بستگی به شرایط درناژ دارد. هیدروکاربن ها معمولاً ده ها تا صدها کیلومتر هجرت می کنند /۱۴/.

۴-۲-۵: انواع هیدروکاربن ها

هیدروکاربن ها را اکثراً به این انواع دسته بندی می کنند /۱۴:

(الف) گاز طبیعی،

(ب) نفت خام،

(ج) هیدروکاربن های جامد،

(د) هیدرات های متان.

۴-۲-۵-۱: گاز طبیعی

گاز طبیعی میتواند ذخیره گاه مستقل را بسازد و یا هم با نفت یکجا یافت شود. در صورتیکه با نفت یکجا باشد، میتواند نفت را مشبوع کند و **کلاه گک گازی** را تشکیل دهد و یا آنکه میتواند در نفت منحل شده و شکل مایع را بخود بگیرد.

۹۹٪ گاز طبیعی را متان (CH_4) تشکیل می دهد، ۱٪ باقیمانده آن از گازهای دیگر مثلاً CO_2 ، H_2S و نیتروجن ساخته شده است.

در کنار دی اکسید کاربن، هیدروجن سولفید تولید معیاری دیاجنزا و کتاجنزای مواد عضوی – بویژه در اعماق زیادتر – می باشد که در نتیجه تأثیر متان بر سولفات ها و همچنان در اثر فعالیت مگما بوجود می آید. تأثیر باکتریها بر سولفات ها نیز میتواند موجب ایجاد هیدروجن سولفید شود. گاز طبیعی که در آن هیدروجن سولفید موجود است، **گاز اسیدی** نام دارد.

دی اکسید کاربن در مراحل مختلف ته نشینی مواد عضوی بوجود می آید. میتواند زاده تمامروفوزای بویژه کاربنات ها باشد و یا هم در اثر اکسید شدن هیدروکاربن ها توسط سولفات ها شکل بگیرد.

نیتروجن زاده دیاجنزا است و یا هم میتواند از پوست گیاهان بمیان بیاید. پژوهش ها نشان می دهند که نیتروجن بیشتر در سلسله های کاربناتی و اوپوریتی یافت می شود تا در کامپلکس های تخته سنگی. در تشکیلات زغالی که درجه تغییر هیدروکاربن ها در آن بالا است، مقدار نیتروجن بر عکس مقدار متان افزایش می یابد.

همه گاز هائی که در گاز طبیعی یافت می شوند و ریشه هیدروکاربنی ندارند، هم از نگاه اقتصادی و هم از نگاه محیط زیست اجزای زیانمند تلقی می گردند. صرف هلیوم و آرگون که یکجا با نیتروجن یافت می شوند، اهمیت اقتصادی دارند.

از نگاه اقتصادی، مهمترین جزء گاز طبیعی را متان تشکیل میدهد. متان گازی است که میتواند در آب منحل شود. توانائی منحل شدن آن در آب بسیار زیاد است. در حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد مثلاً میتواند در ۱ لیتر آب ۵ تا ۱۰ گرم متان وجود داشته باشد. با بالا رفتن حرارت به بیشتر از ۸۰ درجه سانتی گراد و با افزایش شوری آب توانائی متان برای منحل شدن در آب کاهش می یابد /۱۴/.

۲-۵-۲: نفت خام

نفت خام مایعی است که رنگ زرد روشن، سبز روشن یا سبز خیره تا سیاه دارد. ضریب شکست یا انکسار نور در آن از ۱،۳۹ تا ۱،۶۰ می رسد. از هیدروکاربن ها و مرکبات قطبی مانند بیئومن ها و اسفالتن ها ترکیب یافته است. هیدروکاربن هائی که نفت خام را می سازند، اکثراً مایع اند، مگر میتوانند بگونه گازهای منحل شونده و همچنان به شکل اجزای جامد نیز وجود داشته باشند. بر اساس مقدار هیدروکاربن های جامدی که در آن منحل شده اند، نفت را به نفت سبک و نفت سنگین دسته بندی می کنند، زیرا مقدار هیدروکاربن های جامد بر فرآوری نفت و همچنان بر موارد کاربرد نفت تأثیر دارد.

نفت سنگین علاوه بر هیدروکاربن ها دارای عناصر دیگر نیز می باشد. بطور مثال میتوان از عنصر سلفر نام گرفت. سلفر سومین عنصر اصلی نفت است. مقدار آن در نفت خام تا ۰،۶۵٪ می رسد. در نفت سنگین بیشتر از ۱٪ سلفر و در برخی موارد حتی ۵٪ تا ۶٪ سلفر وجود دارد. معمولاً در ترکیبات تریولی، مرکپتانی، سولفیدی و غیره موجود است، مگر میتواند ندرتاً بصورت سلفر آزاد نیز وجود داشته باشد. سلفر اکثراً در نفت هائی یافت می شود که دارای بیئومن ها و اسفالتن های معطر استند.

در نفت خام میتوان به اندازه کم - معمولاً ۰،۱٪ - مرکبات نیتروجن را سراغ نمود. علاوه بر نیتروجن در نفت آکسیجن نیز یافت می شود.

ترکیب کیمیائی نفت بیانگر شرایط ایجاد و شکل گیری هیدروکاربن ها در زمین است. مثلاً موجودیت سلفر در نفت نشان می دهد که در شکل گیری هیدروکاربن ها بیئومن ها و اسفالتن های معطر نقش داشته اند. مقدار زیاد سلفر در نفت خام نشاندهنده موجودیت مرکباتی است که بویژه در حلقه های بنزن یافت می شوند. خواص نفت مانند رنگ، فلورسنس، فعالیت نوری، کثافت، ویسکوزیته، قابلیت سخت شدن، ارزش گرمائی (گرما بخشی)، توانائی مقطر

شدن نفت و غیره، همه و همه بیشتر به ترکیب کیمیائی و همچنان به تغییر بعدی نفت بستگی دارند. باید یاد آور شد که ترکیب کیمیائی نفت در عین زمان شرایط کاربرد آن را تعیین می کند.

از نگاه تکنولوژیکی نفت خام بر اساس کثافت آن دسته بندی می شود و واحد آن **درجهء ای پی ای (API)** است. درجهء ای پی ای توسط فورمول زیر تعیین می گردد:

$$^{\circ}\text{API} = (141,5/\rho) - 131,5$$

در فورمول بالا:

$^{\circ}\text{API}$ – درجهء ای پی ای،

ρ - کثافت نفت خام (گرام در سانتی متر مکعب).

اصطلاح ای پی ای مختصر American Petroleum Institute است و کتلهء ۱ ملی لیتر نفت خام در حرارت ۱۵،۵۶ درجهء سانتی گراد (۶۰ درجهء فارنهایت) را بیان می کند.

در جدول زیر دسته بندی نفت خام بر اساس درجهء ای پی ای نشان داده شده است /۱۴/:

نوع نفت خام	کثافت نفت (گرام در سانتی متر مکعب)	درجهء ای پی ای
نفت سبک	کمتر از ۰،۸۵	زیادتر از ۳۴
نفت نیمه سنگین	۰،۸۵ تا ۰،۹۳	۲۰ تا ۳۴
نفت سنگین	زیادتر از ۰،۹۳	کمتر از ۲۰

ویسکوزیتهء نفت خام به حرارت بستگی دارد. با بالا رفتن حرارت ویسکوزیتهء نفت زود کاهش می یابد. ویسکوزیته متضاد سیالیت (آبگینی) است، بنا بر این ویسکوزیتهء نفت نظر به مقدار اجزای سنگین در آن تغییر می کند، هر چند رابطهء مستقیم با کثافت نفت ندارد. برخی از اجزای نفت مانند پارافین هائی که از سلسله های ۳۰ عضوی یا بیشتر کاربن ساخته شده اند، ویسکوزیتهء آن را بالا می برند. به سخن دیگر، ویسکوزیتهء نفت بازتاب دهندهء مقدار پارافین های سنگین در آن است. نفت سبک و روشن در حرارت بسیار پائین به مادهء

جامد مبدل می گردد. نفتی که ویسکوزیته بالا دارد (نفتی که معمولاً مقدار پارافین در آن زیاد است) میتواند در حرارت کم و بیش ۱۰ درجه سانتی گراد شکل پلاستیکی تا جامد را بخود بگیرد. **نقطه انجماد نفت خام ۲۰- تا ۳۲+ درجه سانتی گراد تعیین شده است.**

تشخیص ویسکوزیته نفت خام از آن جهت مهم است که استخراج و انتقال آن را متأثر می سازد. در حرارت های پائین نفت به ماده پلاستیکی و جامد مبدل می گردد. جامد شدن نفت در اثر تغییر حرارت میتواند هنگام استخراج و انتقال آن مشکلات تخریکی را بار بیاورد.

خاصیت دیگری که در مطالعه نفت خام اهمیت دارد، توانائی یا قابلیت انحلال هیدروکاربن ها است. **قابلیت انحلال** نشان می دهد که هیدروکاربن ها تا چه اندازه توانائی منحل شدن در یکدیگر را دارند. اجزای سنگین و جامد در هیدروکاربن های سبک منحل می شوند. انحلال اجزای سنگین در هیدروکاربن های سبک توانائی انتقال هیدروکاربن ها را آسانتر می سازد. بهمین ترتیب، اجزای سبک در گازها منحل می گردند و گازها به مقدار زیاد در هیدروکاربن های مایع منحل شدنی اند. زمانی که گاز در نفت منحل می شود، حجم آن را زیادتر می سازد. حجم اضافی نفت را در چنین موارد **عامل حجمی** می گویند. شناخت عامل حجمی از آن جهت مهم است که در تعیین مقدار واقعی نفت در کان ما را یاری می رساند.

مقدار گازی که در فاز مایع منحل می شود، در خور اهمیت است. در یک تن نفت میتواند تا ۱۰۰۰ متر مکعب گاز منحل گردد. تناسب میان گاز و نفت را **GOR (gas/oil ratio)** می نامند که واحد آن را متر مکعب (گاز) در تن (نفت) تشکیل می دهد. این تناسب رابطه مستقیم با فشار در کان (یا عمق پیدایش کان) دارد. به هر اندازه فشار در کان زیادتر باشد، بهمان اندازه **GOR** در آن بالاتر است. البته این رابطه تا زمانی صدق می کند که نفت ذریعه گاز مشبوع شود. با مشبوع شدن نفت توسط گاز در کان فاز گازی بطور جداگانه بروز نموده و **کلاه گک گازی** را تشکیل می دهد.

هیدروکاربن ها به اندازه کم می توانند در آب منحل شوند. قابلیت انحلال هیدروکاربن ها در آب همزمان با افزایش وزن مالیکولی آنها کاهش می یابد. هرگاه فشار ثابت باشد، قابلیت انحلال هیدروکاربن ها در آب با افزایش حرارت بالا می رود. هرگاه شوری و فشار کم شود، قابلیت انحلال هیدروکاربن ها نیز کاهش می یابد. بصورت عموم مگر قابلیت انحلال هیدروکاربن ها در آب بستگی به خواص کیمیائی شان دارد. مرکبات معطر در آب زودتر منحل می گردند تا الکان ها. بطور مثال قابلیت انحلال هگزان (Hexan) در آب ۹،۵ ملی گرام در لیتر، قابلیت انحلال سیکلو هگزان (Cyklohexan) ۶۰ ملی گرام در لیتر و قابلیت انحلال بنزن (Benzen) ۱۷۵۰ ملی گرام در لیتر است. میتوان گفت که از میان هیدروکاربن های مایع بیشترین قابلیت انحلال را بنزن و تولون دارند.

فلورسنس یکی از صفات دیگری است که در نفت خام (یا بیتومن ها) مورد مطالعه قرار می گیرد. در نفت این پدیده را میتوان بویژه در مرکبات معطر مشاهده نمود. فلورسنس به موجودیت رابطه دوگانه کیمیائی و به موجودیت رادیکال های الیفاتیک بستگی دارد و میتواند در جستجوی کان های کوچک نفت کمک کند. فلورسنس نفت در نور ماوراء بنفش از زرد تاریک تا آبی سبز تغییر کردنی است. فعالیت نوری برای تشخیص ریشه بیولوجیکی، بویژه برای مطالعه لیبیدها مورد استفاده قرار می گیرد و با گذشت زمان بیولوجیکی تغییر می نماید (کمتر می شود). ضریب شکستگی نور در نفت را از ۱،۷ تا ۱،۴۸ تخمین می کنند. باید یاد آور شد که ضریب شکستگی نور همزمان با پیشرفت روند دیاجنزا کاهش می یابد.

نفت در برابر جریان برق از خود مقاومت نشان میدهد. **مقاومت برقی نفت** از ۱۰^{۱۱} تا ۱۰^{۱۸} اوهم در سانتی متر و **کانتانت دی الکتریکی** آن ۲ تعیین گردیده است.

خواص کیمیائی، بویژه موجودیت مرکبات گوناگون، اساس دسته بندی نفت را تشکیل می دهند. از لحاظ خواص کیمیائی نفت را به این انواع تقسیم می کنند:

الف) نفت پارافینی - بیشتر از ۵۰٪ هیدروکاربن های مشبوع و بیشتر از ۴۰٪ هیدروکاربن های پارافینی دارد. رنگ آن روشن است و میتواند ویسکوزیته بالا داشته باشد. کمتر از ۱۰٪ بیتومن یا قیر طبیعی و کمتر از ۱٪ سلفر را میتوان در آن پیدا نمود. نفت پارافینی در لایه های دوران پلئوزویکوم، کرتاسه (تباشیر) و ترشیاری (کوه های سوم) کشف گردیده است،

ب) نفت نفتن - پارافینی - بیشتر از ۵۰٪ هیدروکاربن های مشبوع و کمتر از ۴۰٪ هیدروکاربن های نفتنی و پارافینی دارد. مقدار سلفر در آن کم است. میتواند ۵٪ تا ۱۵٪ بیتومن (قیر طبیعی) و اسفلتن داشته باشد. ۲۵٪ تا ۴۰٪ آن را مرکبات معطر تشکیل می دهند،

ج) نفت نفتنی - کمتر از ۵۰٪ هیدروکاربن های مشبوع و بیشتر از ۴۰٪ هیدروکاربن های نفتنی دارد. چنین ترکیب در اثر حذف الکان ها در اثنای تجزیه بیولوجیکی بدست می آید،

د) نفت معطر - کمتر از ۵۰٪ هیدروکاربن های مشبوع و بیشتر از ۵۰٪ مواد معطر را می توان در آن پیدا نمود. مقدار سلفر در آن معمولاً بیشتر از ۱٪ است. ویسکوزیته بلند دارد و اکثراً بیشتر از ۲۵٪ بیتومن (قیر صبیعی) و اسفلتن در آن موجود است.

بر اساس مقدار الکان میتوان نفت را به این انواع دسته بندی نمود:

الف) **نفت اسفالتی - معطر** - کمتر از ۲۵٪ نفتن در آن وجود دارد و مقدار سلفر آن زیاد است،

ب) **نفت نفتنی - معطر** - بیشتر از ۲۵٪ نفتن دارد و سلفر در آن به مقدار کم یافت می شود.

جهت مطالعه خواص نفت خام لازم است تا شرایط جیوترمالی محیط در نظر گرفته شود. شرایط جیوترمالی محیط میتواند بر ترکیب نفت خیلی اثرگذار باشد. بطور مثال نفتی که هنوز به پختگی نرسیده، معمولاً سنگین است و مقدار زیاد اسفالتن و مرکبات ناهیدروکاربونی در آن یافت می شود. نفت خامی که کتاجزای قوی را پشت سر گذاشته، اکثراً به پارافین ها غنی است. نفتی که در عمق زیادتر وجود دارد، یا بهتر بگویم نفتی که زیر اثر حرارت بیشتر قرار گرفته، سبکتر بروز می کند.

نفت از جمله مهمترین مواد سوخت است. ارزش گرمایی (گرما بخشی) آن از ۴۲ تا ۴۷ مگاجول در کیلوگرام است. اگر بخواهیم از نگاه گرما بخشی نفت را با زغال و گاز مقایسه کنیم، رابطه زیر را بدست می آوریم /۱۴/:

$$۱،۵ \text{ تن زغال} = ۱۰۰۰ \text{ متر مکعب گاز} = ۱ \text{ تن نفت}$$

۱-۲-۵-۲-۴: نفت سنگین

نفت سنگین نفت خامی را می نامند که وزن مخصوص آن از ۹۳،۰ تا ۱ گرم در ملی لیتر و درجه ای پی آی آن از ۱۰ تا ۲۰ باشد. در نفت سنگین مقدار زیاد سلفر وجود دارد. بعضی اوقات بیشتر از ۵٪ سلفر در آن موجود است. فلزات (ونادیوم، نیکل) نیز در آن یافت می شوند. گاهگاه مقدار فلزات در آن از ۶۰۰ پی پی ام بالاتر می رود. یکی از ویژگی های نفت سنگین در آن است که در ترکیب آن کاربن ۱۵ (C₁₅) به اندازه زیاد سهم دارد و برعکس سهم اجزای سبک در آن ناچیز است. بصورت عموم میتوان گفت که در ذخایر نفت خام نفت سنگین بخش نسبتاً کوچک را تشکیل می دهد /۱۴/.

نفت سنگین می تواند ریشه گوناگون داشته باشد. می تواند نفت نارس باشد که در آن هیدروکاربن ها به مقدار کمتر و اجزای قطبی به اندازه زیادتر وجود دارند. و یا بارها دیده شده که نفت سنگین در حقیقت نفت خام عادی بوده است که در نتیجه برخورد با آب شیرین و یا در اثر فعالیت میکروب ها خاصیت اصلی اش را از دست داده و به نفت سنگین مبدل گردیده است. گاهگاه میتوان نفت سنگین را به کتگوری اجزای سنگین دیگر مانند پارافین ها و اسفالتن ها نسبت داد، زیرا همچو آنها ویسکوزیته بالا دارد.

نفت سنگین اکثراً در سنگ های کاربناتی یافت می شود /۱۴/.

۳-۵-۲-۴: هیدروکاربن های جامد

هیدروکاربن هائی را که ترکیب کمیائی نسبتاً ساده دارند، هیدروکاربن های جامد می نامند. کامپلکس های اکثراً اسفالتنی و بیتومنی به همین دسته تعلق می گیرند. هیدروکاربن های جامد را میتوان در رسوبات پیدا نمود. اکثراً ریگ و یا هم تخته سنگ های بیتومنی را می سازند /۱۴/.

۲-۴-۴-۵: هیدرات های متان

هیدرات های متان مواد کمیائی اند که در آن ها مالکول یک ماده - در اینجا آب - خالیگاه باز استوار را می سازد تا در آن مالکول ماده دیگر - در اینجا متان - بدون رابطه کمیائی جاگزين شود. هیدرات های متان سهم بسیار بارز در دسته هیدرات ها دارند. مطالعه مکانیزم ایجاد هیدرات های طبیعی متان نشان می دهد که گاز طبیعی و آب میتوانند هیدرات هائی را به مقدار های گوناگون تشکیل دهند. شرط اساسی ایجاد هیدرات های متان در حرارت و فشار مناسب خلاصه می گردد. در رسوب هائی که در کف ابحار و جهیل ها وجود دارند و همچنان در رسوب هائی که در خاک های سرمازده جا گرفته اند، هیدرات های متان در حرارت هائی از ۱۰- تا ۲۰+ درجه سانتی گراد به شکل ثابت یافت می شوند. از این واقعیت میتوان نتیجه گرفت که هیدرات های متان در مناطق یخبندان در اعماق ۱۳۰ تا ۲۰۰۰ متر و در فلات ابحار و جهیل ها در اعماق ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ متر جا می گیرند. دانشمندان تخمین می کنند که در هیدرات های گازی در مقایسه با منابع مجموعی نفت، زغال و گاز، مقدار کاربن عضوی بیشتر است /۱۴/.

پایان بخش سوم

فهرست منابع

1. Neseta, K., Dintra, O. et al. (1973): Hornická příručka, I. Díl, Praha, SNTL
2. Havelka, J., Rouložník, L. (1990): Ložiska rud, Praha, SNTL
3. Hiebert, F., Cambon, P. (2008): Afghanistan, Hidden Treasures from the National Museum, Kabul, National Geographic
4. Bernard, J., H., Rost, R. a kol. (1992): Encyklopedický přehled minerálů, Praha, Academia
5. Svoboda, J. a kol. (1983): Encyklopedický slovník geologických věd, Praha, Academia
6. Rozložník, L., Havelka, J., Čech, F., Zorkovský, V. (1987): Ložiská nerastných surovín a ich vyhládávanie, Bratislava, Alfa, Praha, SNTL
7. Klímeš, L. (1981): Slovník cizích slov, Praha, SPN
8. Internet
9. Geologie.vsb.cz
10. Kužvart, M. (1984): Ložiska nerudných surovín, Praha, Academia
11. Hall, C. (1994): Gemstones, London, Dorling Kindersley, český překlad
12. Grmela, A. (2004): Základy hydrogeologie, Ostrava, VŠB-TU
13. MŽP ČR (2010): Základní principy hydrogeologie, Metodická příručka, Praha
14. Lintnerová, O. (2009): Geológia kaustobiolitov, Uhlie a uhľovodíky, UK, Bratislava

حق فوتوکاپی و چاپ کتاب صرف به نویسنده تعلق دارد.

بهای کتاب: ۸۵ دلار امریکائی