مدرسان شریف

فصل اول

« مبـانـــی »

مقدمــه

زمین‌شناسی اقتصادی شاخه‌ای از زمین‌شناسی است که در آن چگونگی پیدایش، اکتشاف، پراکندگی کانی‌ها و یا سنگ‌هایی کـه بـرای انـسان دارای ارزش اقتصادی است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این علم، با شروع استفاده بشر از **مواد معدنی** آغاز گردید و با گذشت زمان تکامـل یافـت تـا بـه مرحلـه کنـونی رسید، به طوری‌که امروزه مجلات مربوط به این رشته، اقدام به چاپ شماره‌هایی مخصوص در زمینه استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای، جهـت اکتـشاف مواد معدنی می‌نمایند.

تعاریف و مفاهیم

بعضی از واژه‌های زیر از یک کشور به کشور دیگر و نیز از یک سیستم اقتصادی به سیستم اقتصادی دیگر دارای تعاریف متفاوتی است.

کانسنگ‌ها (Ores): سنگ‌ها یا کانی‌هایی هستند که می‌توان آنها را استخراج، کانه‌آرایی و فرآوری (آزادسازی و جدایش ماده معدنی از باطله) نمـود و بـا سود مناسب به بازار مصرف یا به تکنولوژی عرضه کرد.

کانه‌ها (Ore Mineral): ترکیب‌هایی طبیعی‌اند که به خاطر داشتن فلز ارزش دارند و از آنها فلزات و یا ترکیبات فلزی به دست می‌آید.

کانی اقتصادی: به مجموع کانه‌ها و کانی‌های صنعتی (غیر فلز) قابل استخراج کانی اقتصادی گویند.

باطله: مواد، کانی‌ها یا سنگ‌های ناخواسته‌ایی هستند که معمولاً با کانه‌ها در آمیخته‌اند (سنگ لاخ). بـه عبـارت دیگـر کـانی‌هـایی کـه در شـرایط حاضـر استخراج آنها مقرون به صرفه نیست.

باطله معدنی (Tailing): مواد باطله‌ای که به هنگام فرآیند کانه‌آرایی از کنسانتره (محصول کانه‌آرایی) جدا می‌شود.

کنسانتره (Concentrate): محصول نهایی فرآیند کانه‌آرایی می‌باشد.

عدد کلارک (Clarke number): عدد کلارک درصد میانگین یک عنصر در پوسته زمین است. این واژه اولین بار توسط فرسمن معرفی شد.

کانسنگ مادر (Protore): به مواد معدنی‌ای گفته می‌شود که در آن غلظت اولیه و غیر اقتصادی فلزات می‌تواند از طریق فرآیندهای طبیعی تا حـد یـک کانه افزایش یابد.

توده معدنی(Ore body)، کانه پرعیار (Ore shoot)، کانسار (Ore deposit): تجمعی از مواد معدنی را شامل می‌شوند که از نظر اقتصادی قابـل استخراج باشد و یا تمرکز غیرعادی مواد معدنی در پوسته زمین را گویند.

عیار کانسنگ (Ore grade): غلظت هر فلز در یک توده معدنی، عیار آن نامیده شده و معمولاً به صورت درصد و یا قسمت در میلیون ppm بیان می‌شود.

عیاریابی (Assaying): فرآیند تعیین غلظت هر فلز در توده معدنی (عیار) را عیاریابی گویند.

عیار حد (Cut of grade): پایین‌ترین عیار کانسنگ قابل تولید از یک توده معدنی را عیار حد گویند. (پایین‌تر از آن عیار، بهـره‌بـرداری از آن اقتـصادی نیست) و یا عیار حد، کمترین مقدار لازم برای حفظ تعادل بین هزینه‌های تولید و درآمد، حاصل از فروش است. از این رو نمایانگر نقطه برابر هزینه و درآمد معدن است. از عوامل مؤثر در افزایش یا کاهش عیار حد می‌توان به تناژ ذخایر معدنی (هر چه بیشتر موجب کـاهش عیـار حـد مـی‌شـود) بهـای محـصول (افزایش آن کاهش عیار حد را موجب می‌شود)، پیشرفت تکنولوژی (پیشرفت آن عیار حد را کاهش می‌دهد) و شکل کانی و ... اشـاره کـرد. بـه طـور کلـی عیاری است که پایین‌تر از آن اقتصادی نیست.

حدود عیاریابی (Assay Limit): معین نمودن محدوده‌هایی که دارای عیار مشابه بوده و زون‌بندی آنها در یک کانسار کـه از بخـش‌هـای غیراقتـصادی (زمینه) شروع شده و به بخش‌های آنومالی (که تشکیل کانه‌زایی را داده است) ختم می‌شود و به طور کلی جدا کردن این بخـش‌هـا بـا توجـه بـه عیارهـای نمونه‌گیری شده، حدود عیاریابی را مشخص می‌کند.

محصولات فرعی (By product): وجود فلزات مختلف در یک توده معدنی باعث می‌گردد که همزمان با استحصال فلز اصـلی بـه فلزهـای دیگـری کـه سوددهی لازم را دارند نیز توجه شود، به این فلزات که محصول فرعی تولید کانسار است By product می‌گویند که از آن جمله می‌توان به عنصر طـلا در کانسار مس سرچشمه اشاره کرد.

بازیافت (Recovery): درصدی از کل فلز موجود در کانسنگ است که در کنسانتره بازیافت می‌شود و یا نسبت به مقدار فلز موجود در کنسانتره بـه فلـز موجود در کانسنگ برحسب درصد را بازیافت گویند. مثلاً بازیافت ۹۰ درصد یعنی ۹۰ درصد فلز موجود در کنسانتره بازیابی شـده و ۱۰ درصـد بقیـه در تفاله‌ها تلف شده است.

سنگ‌های باطله (Over burden): به سنگ‌های باطله‌ای که روی توده معدنی قرار دارند می‌گویند.

مطالعات امکان‌پذیری یا فنی اقتصادی (Feasibility Study): مطالعاتی است که بر روی توده معدنی به جهت اثبات نمودن مقرون به صـرفه بـودن آن توده معدنی انجام می‌شود.

کانه آرایی (Mineral Processing): فرایندی است که پس از استخراج ماده معدنی بر روی آن انجام می‌گیرد تا کانه‌ها را از مواد باطلـه جـدا کـرده و شامل مراحل آزادسازی (خردایش و آسیاب کردن) و جداسازی (تغلیظ و پرعیارسازی) می‌باشد و نتیجه این فرآیند کنسانتره ماده معدنی می‌باشد.

فاکتور تغلیظ (Concentration Factor): به نسبت فراوانی یک عنصر یا عناصر در یک توده معدنی به میزان فراوانی آن عنـصر یـا عناصـر در پوسـته زمین (کلارک) فاکتور یا عامل تغلیظ می‌گویند.

فاکتور تغلیظ را با واژه دیگری به نام کلارک غلظت (**Clarke of Concentration**) معادل می‌گیرند و آن عبارت است از ضریبی که غلظت یک عنـصر در یک رسوب خاص و یا حتی یک کانی به خصوص را نشان می‌دهد. این واژه توسط وردناسکی معرفی گردید.

دگرسانی (Alteration): به کلیه تغییرات کانی‌شناسی که تحت تأثیر محلول‌های گرمابی و یا محلـول‌هـای ماگمـایی روی سـنگ‌هـای اطـراف صـورت می‌گیرد دگرسانی می‌گویند، که دارای انواع مختلف می‌باشد. بررسی نوع دگرسانی در ردیابی ذخایر معدنی بسیار اهمیت دارد. زیـرا کانـسارها در زون‌هـای دگرسانی ویژه‌ای جمع می‌گردند.

گوسان (Iron Cap) یا کلاهک آهنی: ذخایر معدنی که قسمت اعظم آن را سولفیدها تشکیل می‌دهند هنگامی که تحت تـأثیر آب‌هـای سـطحی و در معرض اکسیژن اتمسفر قرار می‌گیرند، سولفیدها اکسید شده و یک زون غنی از اکسیدهای آهن از جمله گوتیت و هماتیت و لیمونیت و ... به وجود می‌آورند که به آن گوسان یا کلاهک آهنی می‌گویند.

ذخایر گرمابی: به ذخایری که در رابطه با آب‌های گرم تشکیل می‌شوند ذخایر گرمابی گفته می‌شوند و می‌توانند در اثر آب‌های گرم ماگمایی و یا آب‌هـای جوی فرورو حاصل گردند که راه تشخیص آنها از همدیگر به وسیله ایزوتوپ‌ها می‌باشد. به کانسارهایی که حاصل سیال‌های گرم ماگمایی بـوده و بـه سـمت بالا در داخل شکستگی‌ها و گسل‌ها حرکت کرده و رگه‌های معدنی را به وجود می‌آورند، کانسارهای بالارونده یا Ascendent می‌گوینـد و کانـسارهایی کـه حاصل فرورفتن آب‌های جوی و گرم شدن و شستن (Leaching) و حل کردن مواد معدنی بر سر راه خود هستند بـه هنگـام بـالا آمـدن آنهـا را در طـول شکستگی‌ها بر جای می‌گذارند کانسارهای گرمابی پایین رونده یا (Desendent) می‌گویند.

کانسارهای همزاد (Syngenetic deposit): کانسارهایی هستند که در آن ماده معدنی و سنگ دربرگیرنده آن طی یک فرآیند و همزمان تشکیل شده‌اند.

کانسارهای غیر همزاد (Epigenetic deposit): کانسارهایی هستند که در آنها ماده معدنی پس از تشکیل سنگ درونگیر و طی یک فرآینـد مـستقل در سنگ درونگیر راه یافته و در آن جایگزین شده است.

مثال۱: محصول نهایی فرآیند کانه‌آرایی چیست؟

۱) تفاله ۲) کنسانتره ۳) باطله ۴) کانسنگ

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» کنسانتره (Concentrate) محصول نهایی فرآیند کانه‌آرایی می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال۲: فرآیند تعیین غلظت هر فلز در توده معدنی چه نامیده می‌شود؟

۱) عیار کانسنگ ۲) عیار حد ۳) عیار یابی ۴) کانسنگ مادر

☑ **پاسخ:** گزینه «۳» فرآیند تعیین غلظت هر فلز در توده معدنی (عیار) را عیاریابی گویند.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال۳: اصطلاح (Ore shoot) به چه قسمتی از رگه گفته می‌شود؟

۱) منطقه‌ای از رگه که در آن ضخامت رگه کاهش می‌یابد. ۲) غنی‌ترین قسمت رگه از نظر ماده معدنی
۳) قسمت سقف رگه ۴) قسمتی از رگه که در آنجا تراوایی ماده معدنی افزایش می‌یابد.

☑ **پاسخ: گزینه «۲»** بخشی از رگه که از ذخیره‌ای با عیار بالا تشکیل شده است. منطقه پر عیار رگه یا Ore shoot نامیده می‌شود. در واقع Ore shoot غنی‌ترین قسمت رگه از نظر مادهٔ معدنی است. گزینه‌های ۱، ۳ و ۴ صحیح نمی‌باشند.

مثال۴: کلیه تغییرات کانی‌شناسی که تحت تأثیر محلول‌های گرمابی و یا محلول‌های ماگمایی روی سنگ‌های اطراف صورت می‌گیرد را چه می‌نامند؟

۱) گوسان (کلاهک آهنی) ۲) دگرسانی ۳) ذخایر گرمابی ۴) کانه آرایی

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» به کلیه تغییرات کانی‌شناسی که تحت تأثیر محلول‌های گرمابی و یا محلول‌های ماگمایی روی سنگ‌های اطراف صورت می‌گیرد دگرسانی می‌گویند، که دارای انواع مختلف می‌باشد. بررسی نوع دگرسانی در ردیابی ذخایر معدنی بسیار اهمیت دارد.

تقسیم‌بندی ذخایر و منابع معدنی

معیارهایی که در تقسیم‌بندی ذخایر و منابع معدنی به کار گرفته می‌شوند عبارت‌اند از: داده‌های زمین‌شناسی موجود، امکانات تکنیکی و قابلیت‌های اقتصادی. انواع ذخایر معدنی عبارت‌اند از: الف) ذخیره قطعی، ب) ذخیره احتمالی، ج) ذخیره ممکن.

ذخیره قطعی (Proved): ذخیره‌ایی است که کلیه مطالعات و نمونه‌برداری‌ها به طور دقیق در آن صورت گرفته به طوری‌که با اطمینان حدود تناژ و عیار میانگین را با توجه به برخی محدودیت‌ها می‌توان تعیین نمود. این مرحله، مرحله قبل از استخراج می‌باشد.

ذخیره محتمل (Probable): حالتی است که در آن نمونه‌برداری‌ها از طریق حفاری انجام شده و اطلاعات نیز موجود می‌باشد به طوری‌که بتوان به طور معقولی از تناژ و عیار توده معدنی مطمئن شد. این‌گونه ذخیره کانسنگ را ذخیره محتمل می‌گویند. این مرحله یک مرحله قبل از ذخیره قطعی قرار می‌گیرد.

ذخیره ممکن (Possible): حالتی است که در آن نمونه‌برداری به طور کامل صورت نگرفته و اطلاعات تنها در حدی است که بتوان عیار و تناژ ماده معدنی را به صورت تقریبی تخمین زد و اطلاعات آن دقیق نمی‌باشد.

منابع معدنی: به مجموع ذخایر معدنی و کانسارهای شناخته غیر اقتصادی و کانسارهای فرضی که هنوز کشف نشده است (مقدار کل مواد معدنی یا ماده معدنی خاصی را نشان می‌دهد) منابع معدنی می‌گویند و معمولاً برای سراسر یک مملکت و نه برای یک شرکت تخمین زده می‌شود.

جدول تقسیم‌بندی ذخایر معدنی از نقطه نظر جوامع معدنکاری

نوع ذخیره	نام‌های دیگر	درصد خطا در مقادیر تناژ و عیار واقعی
ذخیره قطعی	ذخیره نوع (A)، ذخیره اندازه‌گیری شده	±۱۰ درصد مقادیر واقعی
ذخیره احتمالی	ذخیره نوع (B)، ذخیره نشان داده شده	±۲۰ تا ±۳۰ درصد مقادیر واقعی
ذخیره ممکن	ذخیره نوع (C)، ذخیره استنباط شده، ذخیره زمین‌شناسی	±۲۰ تا ±۶۰ درصد برای ذخیره C_1 ±۶۰ تا ±۹۵ درصد برای ذخیره C_2

تقسیم‌بندی فوق هر چند در معادن مورد استفاده عملی دارد، لیکن برای سازمان‌های دولتی که خواهان برنامه‌ریزی‌های بلند مدت اقتصادی و صنعتی برای توسعه کشور می‌باشند، قابل استفاده نیست.

رده‌بندی ذخایر معدنی

رده‌بندی در زمین‌شناسی اقتصادی حائز اهمیت است، چرا که به ما این امکان را می‌دهد تا هرگاه بخواهیم به گروه خاصی از کانسارها اشاره کنیم. دانشمندانی همچون نیگلی (۱۹۲۹)، اشنایدرهون (۱۹۴۱) و لیندگرن (۱۹۳۳) از جمله مهم‌ترین اشخاصی بودند که اقدام به تقسیم‌بندی کانسارهای فلزی نمودند که در زیر هر یک از این تقسیم‌بندی‌ها شرح داده شده است.

رده‌بندی لیندگرن(Lindgren) (۱۹۳۳): کانسارها را براساس اینکه توسط فرآیندهای **شیمیایی** یا **مکانیکی** تمرکز یافته باشند، به دو گروه اصلی تقسیم نمود و کانسارهای حاصل از فرآیندهای شیمیایی را به کانسارهای **ته‌نشین** شده از آب‌های **سطحی**، کانسارهای **ته‌نشین** شده از **ماگما** تقسیم نمود. در این تقسیم‌بندی بر کانسارهای گرمابی و نقش فشار و حرارت تأکید زیادی شده است. بخش‌های زیادی از این تقسیم‌بندی مانند کانسارهای اپی‌ترمال امروزه نیز کاربرد زیادی دارد و مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاعات حاصله از مطالعه سیالات درگیر در دهه ۱۹۷۰ مشخص نمود که مرزهای

حرارتی که قبلاً برای کانسارهای **هیپوترمال، مزوترمال، اپی‌ترمال و تله‌ترمال** تعیین شده بود دارای همپوشی وسیع و فراگیر می‌باشد. این تقسیم‌بندی براساس تعدادی کانی در هر گروه انجام شده بود و براساس مطالعه تعادل فازها در سطحی گسترده و سیستماتیک نبود و بسیاری از کانی‌هایی که تصور می‌رفت فازهای حرارت بالا باشند، به عنوان معیار در این تقسیم‌بندی به کار گرفته می‌شد. مثلاً کانی‌های **پیروتیت** و **آرسنوپیریت** به عنوان کانی‌های صرفاً **حرارت بالا** محسوب می‌گردید، اما هم اکنون می‌دانیم که پیروتیت هم به صورت حرارت بالا و هم به صورت منوکلینیک در حرارت پایین یافت می‌شود و شرایط تشکیل آن از ۲۵ تا ۸۷۰ درجه سانتی‌گراد متغیر است. **آرسنوپیریت** نیز از درجه حرارت متعارفی تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد با ثبات می‌باشد. **پارک** و **مک دیارمید** (۱۹۷۵) کانسارهای نوع **دره می‌سی‌سی‌پی** را تنها کانسار نوع **تله ترمال** دانسته‌اند؛ اما مطالعات مربوط به دهه هفتاد نشان داده است که این کانسارها در ارتباط با منابع آذرین هستند. در گذشته کانسارهای **قلع ـ نقره بولیوی** را از کانسارهای نمونه **زینوترمال** (کانسارهایی که در آنها کانی‌های حرارت بالا و پایین تواماً در نزدیکی سطح زمین یافت می‌شوند) می‌دانستند که تشکیل آن در نتیجه صعود سیالات داغ به نزدیکی سطح زمین و **کاهش سریع** فشار و **درجه حرارت** است. با توجه به مطالب فوق در منابع زمین‌شناسی اقتصادی، سعی می‌شود به جز واژه اپی‌ترمال، از به کار بردن سایر واژه‌های گرمابی احتراز شود. طبقه لیندگرن بیشتر در **آمریکای شمالی** و **جنوبی** مورد استفاده قرار می‌گیرد، یکی از پیشرفته‌ترین طبقه‌بندی‌های **منشائی** است. با استفاده از این جدول تشخیص نوع کانسار ضمن عملیات صحرایی امکان‌پذیر است. یکی از ایراداتی که به طبقه‌بندی لیندگرن وارد شده است، این است که در این طبقه‌بندی به **درجه حرارت** و **فشار** اهمیت زیادی داده شده است؛ در حالی‌که برای تهنشینی مواد معدنی عوامل دیگری از قبیل شکستگی‌ها، گسل‌ها، خصوصیات فیزیکوشیمیایی سنگ‌های دیواره‌ای، مقادیر یون‌ها در سیالات و ترکیبات پیچیده انتقال دهنده فلزات نیز مؤثرند. ایراد دیگری که به این طبقه‌بندی وارد است این است که عناوین مربوط به بعضی از تقسیمات، مشخصه کانسارهای مربوط به آن تقسیم‌بندی نمی‌باشد و **کانسارهای بسیار متنوعی** را دربر می‌گیرد. نظیر کانسارهایی که در محیط‌های آبی قرار دارند. لیکن به طور کلی می‌توان گفت که رده‌بندی لیندگرن یکی از پر طرفدارترین رده‌بندی‌هاست.

رده‌بندی کانسارها توسط لیند گرن (۱۹۳۳)

کانسارهای ماگمایی	۱ـ تبلور همزمان با سیلیکات‌ها ۲ـ ثقل یا تزریق ماگما ۳ـ کانسارهای همراه (پگماتیت‌ها)	**منشأ آذرین بیرونی یا درونی**	کانسارهای آتشفشانی کانسارهای حاصل از فومرول‌ها در حرارت ۱۰۰°C تا ۶۰۰°C کانسارهای دگرگونی (همبری)
کانسارها در سنگ میزبان	**۱ـ کانسارهای اپی ژنیک**	**کانسارهای گرمابی**	کانسارهای هیپوترمال (کاتا ترمال) حرارت ۳۰۰°C تا ۵۰۰°C فشار زیاد کانسارهای مزوترمال حرارت ۲۰۰°C تا ۳۰۰°C فشار زیاد کانسارهای اپی‌ترمال حرارت ۵۰°C تا ۲۰۰°C فشار متوسط کانسارهای تله ترمال حرارت کم فشار کم کانسارهای زینوترمال حرارت زیاد فشار متوسط تا معمولی
			کانسارهای حاصل از تجمع آب‌های زیرزمینی حرارت تا حرارت ۱۰۰°C
	۲ـ تجمع مواد معدنی در بخشی از سنگ میزبان		تجمع در اثر دگرگونی ناحیه‌ای تجمع توسط آب‌های زیر زمینی تجمع در اثر هوازدگی
تشکیل کانسارها در محیط آب	۱ـ کانسارهای آتشفشانی زیر دریایی ۲ـ واکنش‌های شیمیایی معدنی ۳ـ واکنش‌های شیمیایی آلی		

رده‌بندی نیگلی (Niggly) (گرمابی): این رده‌بندی منشائی است و براساس **عمق تشکیل، ماهیت سیالات کانسارساز** و **همراهی عناصر** بیان شده است. نیگلی کانسارها را به دو گروه **آتشفشانی** و **درونی** تقسیم‌بندی نمود. رده‌های موجود در این رده‌بندی بسیار گسترده اند و لذا در اکتشاف مواد معدنی نمی‌توانند مؤثر واقع شوند. مثلاً کانسارهای رده **C1** می‌توانند شامل **کانسارهای مس پورفیری، کانسارهای رگه‌ای نوع کردیلرا، کانسارهای طلای نوع کارلین** و غیره شود. همچنین بر روی زمین تشخیص کانسارهایی که از بخارات ته‌نشین شده‌اند، از کانسارهایی که از مایعات ته‌نشین شده‌اند، امکان‌پذیر نمی‌باشد و لذا این رده‌بندی بر روی زمین نمی‌تواند به طور مؤثری مفید واقع شود. این رده‌بندی بیشتر مورد توجه زمین‌شناسان **اروپایی** است.

رده‌بندی اشنایدرهون (Schneiderhon) (۱۹۴۱): این رده‌بندی کانسارها را بر پایه ۴ اصل رده‌بندی کرده است: **۱) طبیعت سیال کانی‌ساز ۲) همنشینی کانی‌ها ۳) تمایز بین کانسارهای ژرفی و نزدیک سطح ۴) نوع نهشت، میزبان یا باطله**. اشنایدرهون طبقه‌بندی خود را براساس نوع سنگ **دربرگیرنده** و یا **میزبان** و **باطله** موجود در هر یک از هم نشینی‌ها انجام داد. بنابراین رده‌بندی مورد بحث از نوع **زایشی (ژنز)** با زیرگروه‌های توصیفی است. این رده‌بندی در اروپا متداول و در آمریکا طرفداران زیادی دارد و از اهمیت آن می‌توان به اخذ جایزه نوبل اشاره داشت و آن را بهترین نوع رده‌بندی **زایشی** دانست، زیرا هم‌نشینی کانی‌ها نمایانگر هم‌نشینی فلزها در سیال‌های کانی‌ساز است. طرح‌های اشنایدرهون و لیندگرن شباهت‌های اساسی با یکدیگر دارند اما تأکید آنها بر رده‌بندی‌های مختلف **یکسان نیست**.

رده‌بندی براساس نوع ماده معدنی: براساس این رده‌بندی که شباهت زیادی به رده‌بندی تجاری دارد، مواد معدنی به گروه‌های مختلفی نظیر **فلزات آهنی و غیر آهنی، فلزات پایه، جواهرات و فلزات گران‌بها، کانی‌های صنعتی و شیمیایی** و غیره تقسیم شده‌اند، هر چند براساس این تقسیم‌بندی می‌توان مواد معدنی را به آسانی در روی زمین تقسیم‌بندی نمود و نیاز به آموزش کم و محدودی دارد.

رده‌بندی براساس نوع ماده معدنی

فلزات آهنی (آهن، فولاد و فلزات آلیاژ)		آهن، منگنز، نیکل،کروم، سیلیسیوم، کبالت، مولیبدن، وانادیم، تنگستن،کلمبیوم، تلوریوم
فلزات غیر آهنی	**فلزات سبک**	آلومینیوم، منیزیم، تیتانیوم، بریلیوم
	فلزات پایه	مس، سرب، روی، قلع
	فلزات شیمیایی و صنعتی	عناصر نادرخاکی، کادمیوم، آنتیموان، ژرمانیوم، آرسنیک، رنیوم، جیوه، تانتالیم، زیرکونیم و هافنیوم، ایندیوم، سلنیوم، بیسموت، تالیم
جواهرات و فلزات گرانبها		طلا، نقره، عناصر گروه پلاتین، الماس، بریل، کروندم
گروه کانی‌های صنعتی ـ شیمیایی		سنگ آهک، دولومیت، فسفات، نمک، پتاس، گوگرد، ید، سولفات سدیم، برم

رده‌بندی براساس کاربرد و بازار مصرف (رده‌بندی تجاری): این رده‌بندی صرفاً بر مبنای نوع مصرف و به کارگیری ماده معدنی که ممکن است به صورت عنصر، کانی، بلور و یا سنگ باشد، تنظیم شده است.

الف) عناصر: مواد معدنی که برای بخش عناصر موجود در آنها مورد استفاده قرار می‌گیرند که انواع عناصر فلزی را می‌توان در این دسته قرار داد و این بخش پایه و اساس صنایع را تشکیل می‌دهد.

ب) کانی‌ها: به علت خاصیت‌های فیزیکوشیمیایی مختلفی که دارند در صنایع مختلف مصرف می‌شود مثلاً کانی منیزیت ($MgCO_3$) و کرومیت ($FeCr_2O_4$) به علت دمای ذوب بالایی که دارند در دیرگدازها کاربرد دارند.

دیرگدازها	گرافیت، کرومیت، منیزیت، بوکسیت، کوارتز، آندالوزیت، سیلیمانیت، کیانیت، فورستریت، زیرکن، اسپینل	**عایق‌های حرارتی**	آزبست و ورمیکولیت	**سرامیک**	کائولن، کانی‌های رسی، کوارتز، فلوریت، بوراکس، کربنات سدیم، فلدسپات پتاسیک، فلدسپات سدیک،
		کمک ذوب	فلوریت، نیترات سدیم و پتاسیم، آلبیت، بوراکس، کوارتز، نفلین، کلسیت، دولومیت، کریولیت	**تصفیه، بی‌رنگ کننده و جذب کننده**	مونتموریونیت، زئولیت، کائولن
کودهای شیمیایی	آپاتیت، گوگرد، نیتراتها، کلسیت، نمکهای سدیم و پتاسیم، بوراکس، سولفات منیزیم و پتاسیم، گلاکونیت، گچ	**پرکننده**	کائولن، تالک، پیروفیلیت، کلسیت، گچ، ورمیکولیت، باریت، میکاها، فلدسپاتها، آزبست، کوارتز، ورمیکولیت	**مواد رنگی**	گوتیت، هماتیت، لیمونیت، مگنتیت، روتیل، گرافیت
کانی‌های قیمتی	فیروزه، عقیق، ژادئیت، اوپال، زمرد، یاقوت، الماس				

ج) بلورها: بعضی کانی‌ها پس از بلوری شدن و درشت شدن مورد مصرف پیدا می‌کنند که از جمله فلوریت شفاف و کلسیت و ژیپس شفاف که بـه مـصرف ساخت عدسی و قطعات نوری می‌رسد.

ساب و پولیش	الماس، کروندم، استارولیت، گـچ، کلـسیت، کانی‌های رسی، تالک، توپاز، گارنت، کوارتز، فلدسپات	**ساخت عدسی و قطعات نوری**	فلوریت شفاف، کوارتز شفاف، کلسیت شفاف، ژیپس شفاف، مسکوویت
		بلورهای زینتی و قیمتی	الماس، لعل (اسپینل)، زمرد(بریل)، یاقوت (کروندم)، توپاز، گارنت، آمیتیست، در کوهی
دی الکتریک	مسکوویت، فلوگوپیت		
پیزوبلورها	کوارتز، زینیکیت، تورمالین، تلوریت		

د) سنگ‌ها و خاک‌ها: آن دسته از موادی که مستقیماً جهت تزیین و مصارفی چون سرامیک‌ها، مصالح ساختمانی، سیمان ... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سیمان	آهک، مارن، گچ، پوزولان، اکسیدهای آهن، بوکسیت
دیرگدازها	بوکسیت، کوارتزیت، دولومیت، گرانیت، پرلیت، آهک، منیزیت
سرامیک	پگماتیت، گرانیت، نفلین سی نیت، کوارتزیت، خاک‌های رسی
سنگ‌های تزئینی	مرمر، دیوریت، گرانیت، سرپانتین
کودهای شیمیایی	فسفریت، گچ، ماسه سنگ گلاکونیت دار
پرکننده‌ها	سنگ آهک، پامیس، دیاتومیت، اسلیت، نفلین سینیت، بنتونیت، پرلیت
ساینده‌ها	کوارتزیت، ماسه سنگ، بازالت، گرانیت، پرلیت، چرت

مثال ۵: بهترین نوع طبقه‌بندی معمولاً کدام‌یک از موارد زیر است؟

۱) به منشأ زمین‌شناسی اشاره‌ای ندارد.

۲) به منشأ زمین‌شناسی اشاره دارد.

۳) گروه‌بندی کانسارها با توجه به خصوصیات مشابه آنها، توصیف را آسان و تصمیم درباره زایـش (ژنـز) و کنتـرل کننـده‌هـا و مکـان تـشکیل آنهـا را امکان‌پذیر می‌کند و توانایی ما را در پی‌جویی و اکتشاف بالا می‌برد.

۴) در نظر گرفتن عوامل مؤثر مانند دما و فشار

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» بهترین نوع طبقه‌بندی معمولاً آن است که اشاره‌ای به منشأ مواد زمین‌شناسی ندارد. زیرا وقتی که عوامل ژنـزی وارد طبقـه‌بنـدی می‌شوند مشکلات آن، نفوذ پیدا می‌کند. ملاک ارزش یک طبقه‌بندی قابلیت در برگرفتن تمامی کانسارهای شناخته شده آن می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال۶: رده‌بندی‌های جدید کانسارها عمدتاً برچه فاکتورهایی تأکید دارند؟

۱) بافت و محتوی کانسنگ ۲) زایشی و محیط نهشته‌شدن کانسار ۳) همنشینی و نوع کانه ۴) نوع سیال و عنصر بجا گذاشته

☑ **پاسخ: گزینه «۲»** رده‌بندی جدید کانسارها مانند رده‌بندی لیندگرن که بر اساس ژئوشیمی و پتروژنز بیان شده است که۱: کانسارهایی کـه از طریـق واکنش‌های شیمیایی تجمع حاصل نموده‌اند، که خود به سه گروه تقسیم می‌شود. کانسارهای گرمابی، کانـسارها در سـنگ میزبـان و تـشکیل کانـسارها در محیط آب می‌باشد. گروه دوم تقسیم‌بندی لیندگرن کانسارهایی هستند که به طریقه مکانیکی تجمع حاصل نموده‌اند. به طور کلی تقسیم‌بندی لیندگرن بـر اساس نوع سنگ، محیط تشکیل (نهشته شدن) و نحوهٔ تشکیل (ژنز) می‌باشد.

گزینه‌های۱، ۳ و۴ موارد رده‌بندی جدید کانسارها نمی‌باشند و در تقسیم‌بندی قدیمی در نظر گرفته شده است.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال ۷: کدام‌یک از کانی‌های زیر به عنوان سیمان استفاده می‌شوند؟

۱) آهک، مارن، گچ، پوزولان ۲) شن و ماسه، سنگ آهک، سنگ آذرین

۳) پگماتیت، گرانیت، کوارتزیت، خاک‌های رسی ۴) سنگ آهک، پرلیت، پومیس، اسلیت

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» کانی‌های سیمان آهک، مارن،گچ، پوزولان، اکسیدهای آهن، بوکسیت می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال ۸: فلزات مس، قلع، کروم و نیکل به ترتیب در کدام سنگ‌ها قابل پی‌جویی هستند؟

۱) گرانودیوریت، گرانیت تیپ I، گابروآنورتوزیت، اولترابازیک
۲) گرانودیوریت، گرانیت تیپ S، دونیت، گابرونوریت
۳) گرانیت، گرانودیوریت، گابروآنورتوزیت، گابرونوریت
۴) گرانیت تیپ S، گرانیت تیپ I، لرزولیت، گابرونوریت

☑ **پاسخ: گزینه «۲»** کانسارهای مس همراه سنگ‌های مونزونیتی، دیوریتی و گرانودیوریتی کالک آلکالن کشف شده‌اند. کانسارهای مهم قلع در اغلب موارد همراه با آلکالی گرانیت‌ها به خصوص گرانیت‌های تیپ S دیده می‌شود. کروم معمولاً همراه با دونیت و هارزبورژیت دیده می‌شود، مانند کرومیت‌های موجود در زون قاعده‌ای که به همراه نوریت، برونزیت، دونیت و هارزبورژیت دیده می‌شود. کانسارهای نیکل که همزمان با تبلور ماگما به وجود می‌آید و کانسارهای نیکل معمولاً با آنورتوزیت و گابرونوریت دیده می‌شود و همچنین به همراه نوریت، دیوریت و کمانتیت (سنگ‌های آذرینی هستند که میزان MgO آنها بیشتر از ۳۰ درصد و مقدار Al_2O_3 و TiO_2 آنها ناچیز است) دیده می‌شود.
گزینه۱ نزدیک به جواب صحیح می‌باشد. ولی گرانیت‌های نوع I از نظر مس، مولیبدن، نقره، سرب، روی، جیوه، طلا و غیره دارای پتانسیل قابل توجهی می‌باشد.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال ۹: ایراد اصلی وارد بر طبقه‌بندی نیگلی کدام است؟

۱) در طبقه‌بندی خود نهشته‌های زینو ترمال و تله ترمال را نادیده گرفته است.
۲) منشأ تمام سیالات را ماگمایی فرض کرده است.
۳) حد بالایی فعالیت ماگمایی را ۵۰۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته است.
۴) به انواع کانسارها از نظر نوع عنصر اصلی هیچ گونه توجهی نکرده است.

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» ایراد اصلی وارد بر طبقه‌بندی نیگلی این است که در طبقه‌بندی خود نهشته‌های زینو ترمال و تله ترمال را نادیده گرفته است.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال۱۰: در کدام گزینه تعریف صحیح کانسار مزوترمال می‌باشد؟

۱) عمق زیاد و حرارت $300^{\circ}c$ تا $500^{\circ}c$
۲) عمق متوسط و حرارت $200^{\circ}c$ تا $300^{\circ}c$
۳) عمق کم، حرارت $50^{\circ}c$ تا $200^{\circ}c$
۴) عمق کم و حرارت $20^{\circ}c$ تا $60^{\circ}c$

☑ **پاسخ:** گزینه «۲» کانسارهای مزوترمال حرارت $200^{\circ}c$ تا $300^{\circ}c$، و فشار زیاد را دارا می‌باشند.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال۱۱: فلزات پایه کدام‌اند؟

۱) آلومینیوم، سلیسیم، کلسیم، سدیم ۲) طلا، نقره، پلاتین، اسمیوم ۳) مس، سرب، روی، قلع ۴) کروم، آهن، منگنز، منیزیم

☑ **پاسخ: گزینه «۳»** فلزات پایه عبارت‌اند از: مس، سرب، روی، قلع. مس با فرمول Cu فلز به رنگ قرمز مسی قهوه‌ای تا سیاه با قشر هوازده در سیستم کوبیک متبلور می‌شود. در منطقه اکسیداسیون، در حفرات بازالت‌ها و دیگر نهشته‌های رسوبی یافت می‌شود. سرب با فرمول Pb فلزی است ضعیف و نادر و به رنگ خاکستری مایل به آبی، روی با فرمول Zn می‌باشد و بین ستون دوم و سوم جدول تناوبی قرار دارد. این فلز اغلب در طبیعت به صورت سولفید روی یافت می‌شود. قلع با فرمول Sn همراه با آلکالی گرانیت‌های نوع S در رژیم تکتونیکی زون تصادم دو قاره یافت می‌شود.
گزینه۱ آلومینیوم گروه بدون آهن هستند. در گزینه۲ جز فلزات قیمتی محسوب می‌شوند و در گزینه۴ از فلزات گروه آهن هستند و کلسیم، سدیم و سیلیسیم جز غیر فلزات هستند.

◆ ◆ ◆ ◆

مثال۱۲: مواد اولیه کودهای شیمیایی عبارت‌اند از:

۱) فسفریت ـ دولومیت ـ مارن و گلاکونیت
۲) فلدسپات پتاسیم ـ فسفریت و ترکیبات ازت‌دار
۳) فسفریت ـ نمک‌های پتاسیم‌دار و ترکیبات ازت‌دار
۴) ترکیبات ازت‌دار ـ فلدسپات پتاسیم و دولومیت

☑ **پاسخ: گزینه «۳»** بیشترین مصرف فسفریت در تهیه کود شیمیایی می‌باشد، که آپاتیت جز فسفریت‌ها می‌باشد. ترکیبات ازت‌دار، نیترات‌ها هستند. کانی‌های این گروه در طبیعت کمیاب هستند. مهمترین کانی‌های گروه نیترات‌ها عبارت‌اند از: نیتراتین و نیتر یا شوره می‌باشد. از کاربرد نیترات‌ها، به عنوان ماده اولیه کود شیمیایی را می‌توان نام برد. نمک‌های سدیم و پتاسیم نیز جهت تهیه کودهای شیمیایی استفاده می‌شود.
در گزینه ۱ دولومیت و مارن به ترتیب در صنایع دیرگداز، کمک ذوب‌ها و سیمان کاربرد دارد. گلاکونیت در تهیه کودهای شیمیایی کاربرد دارد.

◆ ◆ ◆ ◆

جدیدترین رده‌بندی‌های **فعلی کانسارها** را برحسب: ۱) نوع سنگ درونگیر ۲) فرآیند و مکانیسم مؤثر در تشکیل، تقسیم‌بندی می‌نمایند.

کانسارهای رسوبی در ارتباط با:		کانسارهای آذرین در ارتباط با:	کانسارهای دگرگونی در ارتباط با:
۱) سنگ‌های آواری- کلاستیکی	الف) کنگلومرا ب) ماسه سنگ‌ها ج) سیلتستون د) گلسنگ‌ها	۱) پوسته اقیانوسی ۲) سنگ‌های آذرین مافیک ۳) نفوذی‌های حدواسط تا اسیدی ۴) ولکانیسم‌های سطحی داخل خشکی (اپی ترمال)	۱) کانسارهایی که در ارتباط با سنگ‌های متامورفیسم ناحیه‌ای می‌باشند. ۲) کانسارهایی که در ارتباط با سنگ‌های دگرگونی مجاورتی هستند.
۲) سنگ‌های بیوشیمیایی، بیوژنتیکی، ارگانیکی	الف) سنگ آهک و دولومیت ب) چرت ج) فسفات‌ها د) زغال و شیل‌های نفتی		
۳) سنگ‌های شیمیایی	الف) سنگ آهن و منگنز ب) تبخیری‌ها		
۴) آتشفشانی ـ رسوبی	الف) آتشفشانی زیر دریایی ب) داخل توفها و رسوبات دیگر		

اشکال مهم ذخایر معدنی

ذخایر معدنی از نظر **شکل کلی** به دو دسته عمده تقسیم می‌گردند: ۱) توده‌های معدنی **ناهم شیب** (Discordant Orebodies) ۲) توده‌های معدنی **هم شیب** (Concordant Orebodies)؛ **توده‌های معدنی ناهم شیب؛** شیب آن با سنگ میزبان یکی نیست و سنگ میزبان را قطع می‌کند.

الف) توده‌های دارای شکل منظم

۱) توده‌های معدنی تخت (Flat ore bodies) ۲) توده‌های معدنی لوله‌ای (Tubular ore bodies)

۱) توده‌های معدنی تخت: این توده‌ها دارای گسترش در **دو بعد** بوده و در بعد **سوم** گسترش **محدودی** دارند. از این دسته می‌توان به **رگه‌ها** (Veins) اشاره کرد. در مورد رگه‌ها گاهی اوقات اشکالی ایجاد می‌گردد که به آن ساختار باقلایی (**Pinch and swell**) می‌گویند، در این حالت رگه در طول خود باریک و برجسته می‌گردد این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که شکستگی از لایه‌هایی با ترکیب مختلف عبور کند در این حالت شیب آن تغییر می‌کند و در امتداد شکستگی حرکت صورت گرفته و موجب پیدایش فضاهای خالی می‌شود، **محلول‌های گرمابی** در این فضا حرکت کرده و با نهشت ذخیره، تشکیل ساخت باقلایی را می‌دهند. برای این ساخت، اصطلاح **باز و بسته شدن رگه** را نیز به کار می‌برند. از آنجایی که تنها بخش‌های ضخیم این ساخت قابل استخراج می‌باشند لذا این مورد در اکتشاف و معدن‌کاری مسائلی را ایجاد می‌کند چرا که رگه بعد از مدتی قطع شده و قابل پی‌جویی نیست.

۲) توده معدنی لوله‌ای: این توده‌ها دارای **دو** بعد محدود و **یک بعد** گسترده می‌باشند هرگاه توده‌ها **قائم** باشند به آنها دودکش یا لوله می‌گویند. در حالی‌که توده **افقی** باشد به آن مانتو **Manto** می‌گویند. لوله‌ها و مانتوها می‌توانند حالتی منشعب داشته باشند گاهی این دو با هم مشاهده می‌گردند، در این حالت می‌توان گفت که مانتو از طریق لوله تغذیه می‌گردد.

ب) توده‌های دارای شکل نامنظم (Irregularly shaped bodies)

۱)کانسارهای پراکنده (Disseminated deposits)

۲) توده‌های معدنی با جایگزینی نامنظم (Irregular replacement orebodies)

۱) کانسارهای پراکنده (افشان): در این حالت کانه‌ها در متن سنگ پراکنده‌اند مثل **کیمبرلیت‌ها** (سنگ مادر الماس) که در الماس‌ها به صورت افشان قرار دارند و به سمت خارج میزان کانه‌سازی **کاهش** می‌یابد. در واقع آنچه که مرز کانسار را مشخص می‌کند **عیار** آن می‌باشد. در این نوع کانسار (افشان) **نمونه بافتی** مشاهده می‌گردد که به آن **داربستی (استوک ورک)** می‌گویند. این بافت در حالتی ایجاد می‌گردد که پراکندگی ذخیره به صورت **رگچه‌های** نزدیک به هم باشد. این حالت را می‌توان در کانسارهای پورفیری **مس** و **مولیبدن** مشاهده کرد. هر چند کانسار شکل منظمی ندارد اما در مجموع توسط عیار ذخیره می‌توان محدوده‌ای برای آن درنظر گرفت که در این حالت شکل کلی کانسار استوانه‌ای یا کلاهکی (Cap like) می‌باشد.

۲) توده معدنی با جایگزینی نامنظم: بسیاری از مواد معدنی در اثر جانشینی در سنگ‌های موجود خصوصاً **رسوبات غنی از کربنات** به وجود می‌آیند. این عمل در فصل مشترک توده آذرین با سنگ رسوبی در اثر دمای بالای توده صورت می‌گیرد. در اصطلاح معدنکاری به این تیپ کانسار **اسکارن** می‌گویند. این دسته از کانسارها از طریق وجود کانی‌های **سیلیکاته کلسیم‌دار** چون ولاستونیت، دیوپسید، گارنت، اکتینولیت و ... مشخص می‌گردند. شکل این کانسارها تابع میزان جانشینی در سنگ‌های کربناته است. عناصر فلزی که از اسکارن‌ها استخراج می‌شوند: **آهن، سرب، روی، مس، قلع و تنگستن، گرافیت، اورانیوم و مولیبدن** و ... می‌باشد.

انواع سنگ میزبان

توده‌های معدنی هم شیب (Concordant ore bodies): توده‌های معدنی هم شیب، با سنگ میزبان خود هم شیب می‌باشند.

الف) سنگ میزبان رسوبی (Sedimentary host rocks)

۱) سنگ میزبان آهکی ۲) سنگ میزبان رسی ۳) سنگ میزبان ماسه‌ای ۴) سنگ میزبان کنگلومرایی ۵) سنگ میزبان رسوبات شیمیایی

ب) سنگ میزبان آذرین (Igneous host rocks)

۱) سنگ میزبان ولکانیکی (آتشفشانی) ۲) سنگ میزبان پلوتونیکی

ج) سنگ میزبان دگرگونی (Metamorphism host rocks)

۱) کانسار دگرگونی مانند اسکارن ۲) دگرگونی کانسارهای قبلی

د) کانسارهای هوازده (Weathering deposits)

۱) کانسارهای برجا ۲) غنی‌سازی سوپرژن

الف) سنگ میزبان رسوبی

توده‌های معدنی هم شیب با سنگ میزبان رسوبی **تولید کننده‌های** مهم بسیاری از فلزات هستند در این مجموعه خصوصاً فلزات پایه و آهن ته نشست می‌کنند. این نهشته‌ها عموماً به موازات لایه‌بندی قرار گرفته و فرم استراتیگرافی به خود گرفته و از این‌رو به آنها کانسارهای **استراتیفرم (چینه سان)** اطلاق می‌گردد. شکل این کانسارها به صورت **لایه‌ای** یا **عدسی شکل** است. از آن جمله می‌توان به کانسارهای سولفیدی توده‌ای اشاره کرد. در مقابل واژه استراتیفرم واژه‌ای به نام **استراتی باند (چینه کران)** وجود دارد این واژه برای کانسارهایی به کار می‌رود که محدود به یک بخش مشخص از ستون **استراتی‌گرافی** می‌باشد. در نتیجه در این حالت کانسار می‌تواند به صورت هم شیب یا ناهم شیب با لایه‌بندی باشد. در این دسته کانسارها در دو دسته عمده قرار می‌گیرند: ۱) کانسارهای **ماسه سنگی اورانیوم ـ وانادیوم** ۲) **کانسارهای فلزات پایه با سنگ میزبان کربناته** است.

۱) سنگ میزبان آهکی: سنگ آهک حساسیت و قابلیت **واکنش بالایی** دارد در نتیجه محل خوبی برای **کانه‌زایی** می‌تواند باشد. نهشته‌های سولفیدی **فلزات پایه** عمدتاً در سنگ‌های آهکی تشکیل می‌شوند. هر جا که نفوذپذیری آهک به دلایلی **(دولومیتی شدن)** بالا برود مکان مناسبی برای کانه‌زایی است. از آن جمله می‌توان به کانسار **سیلور ماین** اشاره کرد. در این کانسار کانه‌زایی سرب و روی به صورت **استراتیفرم** در یک توالی **سنگ آهک** و همچنین به صورت **اپی ژنتیک** در بخش **گسله** دیده می‌شود، همچنین به صورت **رگه‌ای** یا **برشی** در ماسه سنگ‌ها که از ساختار زمین‌شناسی تبعیت می‌کند.

۲) سنگ میزبان رسی: سنگ‌های رسی چون **آرژیلیت، گلسنگ** و **شیل** جزء دسته سنگ‌هایی هستند که به عنوان **میزبان** مهم ذخایر به شمار می‌روند از این نمونه می‌توان به کانسار **کوپفرشیفر** اشاره کرد، این کانسار یک **شیل مس‌دار** است که در **پرمین بالایی** قرار دارد.

۳) سنگ میزبان ماسه‌ای: از این دسته می‌توان به بخشی از کانسار **مس کمربند زامبیا** اشاره کرد که در ماسه سنگ‌های فلدسپاتی قرار دارد. همچنین در ماسه سنگ‌ها کانی‌های سنگین چون **زیرکن، مگنتیت، ایلمنیت** و ... تجمع یافته و تشکیل کانسارهای **پلاسر** را می‌دهند.

۴) سنگ میزبان کنگلومرایی: خرده سنگ‌ها و **کنگلومراها** در بعضی نقاط مثل منطقه **طلادار** آفریقای جنوبی دارای اهمیت می‌باشد. قلوه‌های کوارتز این کنگلومراها که به زمان **پرکامبرین** مربوط می‌باشد، حاوی طلا می‌باشد. این کانسار جزء کانسارهای **پلاسر قدیمی** به شمار می‌رود.

۵) رسوبات شیمیایی رسوبات شیمیایی دارای **آهن** و **منگنز** به صورت پراکنده می‌باشد، این کانسارها لایه‌های **گسترده** و **هم شیب** با چینه‌شناسی تشکیل می‌دهند.

ب) سنگ میزبان آذرین

۱) سنگ میزبان آتشفشانی: در سنگ میزبان آتشفشانی به دو صورت در ذخیره تشکیل می‌گردد: الف) **پر شدگی حفرات** و **فضاهای خالی** سنگ‌های آتشفشانی؛ این دسته از کانسارها اهمیت زیادی ندارند ب) کانسارهای **متصاعدی** آتشفشانی؛ مثل کانسارهای **سولفوری توده‌ای**، این دسته گسترده بوده و از تولید کننده‌های مهم **فلزات پایه** محسوب می‌شوند.

۲) سنگ میزبان پلوتونیک (نفوذی): شامل کانسارهای **ارتوماگمایی** است، در این دسته توده‌های آذرین لایه‌بندی منظمی دارند و این لایه‌بندی به صورت تناوبی از کانی‌های **مافیک** و **فلسیک** است. کانسارهای این دسته یا از **تفریق ماگما** به وجود آمده‌اند؛ مانند **کمپلکس بوشولد** که حاوی **کرومیت، ایلمنیت، مگنتیت** و ... است، یا در اثر **عدم آمیزش** (**Liquid Immiscibility**) تشکیل شده‌اند که این حالت معمولاً در کانسارهای **نیکل** و **مس** کانسار **سادبری** کانادا مشاهده می‌گردد، که به دلیل عدم آمیزش **مایع سولفیدی** با **ماگمای سیلیکاته**، مایع سولفیدی که **سنگین‌تر** است به **کف** محفظه ماگمایی ته‌نشست می‌کند و معمولاً این ته‌نشست در **قاعده گدازه** و **نفوذی‌های پلوتونیک** اتفاق می‌افتد (سولفید توده‌ای ← سولفیدافشان در باطله سیلیکاته ← کانه زایی سبک ← سنگ عقیم).

ج) سنگ میزبان دگرگونی

این کانسارها به دو دسته کانسارهای دگرگونی مانند اسکارن‌ها و کانسارهای قبلی که تحت تأثیر دگرگونی قرار گرفته‌اند، تقسیم می‌شوند.

د) کانسارهای هوازده

۱) کانسارهای برجا مانده (**Residual deposits**): در اثر جدا شدن **مواد غیر معدنی** و **باطله** از مواد معدنی این کانسارها تشکیل می‌شوند، به عنوان مثال در اثر شسته شدن **فلزات قلیایی** و **سیلیکات** از سنگ نفلین سینیت، **بوکسیت** تشکیل می‌شود.

۲) غنی‌سازی سوپرژن: هنگامی که کانسار تشکیل شده در اثر عمل **بالاآمدگی** (**Uplift**) و فرسایش رخنمون پیدا کرده آب‌های فرورو می‌توانند روی آن تأثیر گذارند. در اثر عملکرد آب‌های فرورو بخشی از فلزات شسته شده و در **بالای** سفره آب زیرزمینی ته نشست می‌کنند و موجب **تمرکز** و **غنی‌سازی فلز** می‌شوند.

مثال۱۳: در کانسار استراتیفرم ماده معدنی به چه صورت قرار گرفته است؟

۱) پرشدگی رگه‌ای در سنگ آتشفشانی ـ رسوبی
۲) رگه‌ای و رگچه‌ای در سنگ آتشفشانی
۳) رگه‌ای و رگچه‌ای در سنگ رسوبی
۴) لایه‌ای یا عدسی در سنگ

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» توده‌های معدنی هم شیب با سنگ میزبان رسوبی تولید کننده‌های مهم بسیاری از فلزات هستند در این مجموعه خصوصاً فلزات پایه و آهن ته‌نشست می‌کنند. این نهشته‌ها عموماً به موازات لایه‌بندی قرار گرفته و فرم استراتیگرافی به خود گرفته و از این‌رو به آنها کانسارهای استراتیفرم (چینه سان) اطلاق می‌گردد. شکل این کانسارها به صورت لایه‌ای یا عدسی شکل است. از آن جمله می‌توان به کانسارهای سولفیدی توده‌ای اشاره کرد.

مثال۱۴: اگر کانه‌زایی فلز خاصی در سنگ میزبان آذرین رخ داده باشد می‌توان انتظار داشت که غلظت فلز مورد نظر در سنگ میزبان نسبت به کلارک چه تغییری می‌کند؟

۱) بیشتر می‌شود
۲) کمتر می‌شود
۳) بیشتر یا کمتر می‌شود
۴) تغییری نمی‌کند

☑ **پاسخ:** گزینه «۱» فرآیند کانه‌زایی در هر سنگ میزبان می‌تواند رخ دهد. لذا وقتی غلظت یک عنصر خاصی در یک سنگ افزایش یابد، میزان آن عنصر از کلارک بیشتر می‌شود.

مثال۱۵: یکسان نبودن ضخامت تیغه‌های ماکل یک کانه بر کدام منشأ دلالت دارد؟

۱) رسوبی
۲) ماگمایی
۳) دگرگونی
۴) گرمابی

☑ **پاسخ:** گزینه «۴» در کانه‌های مربوط به ذخایر گرمابی تیغه‌های ماکل ضخامت یکسان ندارند.

در تقسیم‌بندی‌های قبل مواد معدنی را از نظر **هم شیب** یا **ناهم شیب بودن** با سنگ میزبان به رده‌هایی تقسیم کردیم اما به طور کلی از نظر شکل **هندسی (ژئومتری)** ذخایر معدنی را به چهار دسته می‌توان تقسیم کرد:

۱) ذخایر ایزومتریک
۲) ذخایر صفحه‌ای
۳) ذخایر استوانه‌ای
۴) ذخایر عدسی

ذخایر ایزومتریک

گسترش این ذخایر در سه بعد یکسان و نسبتاً زیاد است. این ذخایر در صورت واقع شدن در سطح زمین به روش روباز قابل بهره‌برداری هستند. ذخایر ایزومتریک مهم عبارت‌اند از: استوک، استوک ورک و کیسه‌ای.

نوع استوک: شکل گنبدی **تجمع** مواد معدنی را استوک می‌نامند؛ نظیر **گنبد نمکی، گچی**، برخی **ذخایر سرب و روی** مس جانشینی در کربنات‌ها و همچنین ذخایر مس پورفیری.

پاسخنامه آزمون‌های خودسنجی

« زمین‌شناسی اقتصادی »

آزمون (۱)				
۱ـ گزینه «۳»	۲ـ گزینه «۴»	۳ـ گزینه «۱»	۴ـ گزینه «۳»	۵ـ گزینه «۲»
۶ـ گزینه «۴»	۷ـ گزینه «۴»	۸ـ گزینه «۲»	۹ـ گزینه «۲»	۱۰ـ گزینه «۳»
۱۱ـ گزینه «۱»	۱۲ـ گزینه «۳»	۱۳ـ گزینه «۱»	۱۴ـ گزینه «۴»	۱۵ـ گزینه «۳»
۱۶ـ گزینه «۱»	۱۷ـ گزینه «۱»	۱۸ـ گزینه «۱»	۱۹ـ گزینه «۲»	۲۰ـ گزینه «۳»
آزمون (۲)				
۱ـ گزینه «۳»	۲ـ گزینه «۲»	۳ـ گزینه «۴»	۴ـ گزینه «۱»	۵ـ گزینه «۱»
۶ـ گزینه «۳»	۷ـ گزینه «۴»	۸ـ گزینه «۱»	۹ـ گزینه «۱»	۱۰ـ گزینه «۲»
۱۱ـ گزینه «۲»	۱۲ـ گزینه «۱»	۱۳ـ گزینه «۱»	۱۴ـ گزینه «۴»	۱۵ـ گزینه «۲»
۱۶ـ گزینه «۳»	۱۷ـ گزینه «۳»	۱۸ـ گزینه «۴»	۱۹ـ گزینه «۱»	۲۰ـ گزینه «۲»
آزمون (۳)				
۱ـ گزینه «۳»	۲ـ گزینه «۲»	۳ـ گزینه «۲»	۴ـ گزینه «۱»	۵ـ گزینه «۲»
۶ـ گزینه «۱»	۷ـ گزینه «۲»	۸ـ گزینه «۳»	۹ـ گزینه «۳»	۱۰ـ گزینه «۱»
۱۱ـ گزینه «۱»	۱۲ـ گزینه «۳»	۱۳ـ گزینه «۳»	۱۴ـ گزینه «۲»	۱۵ـ گزینه «۳»
۱۶ـ گزینه «۴»	۱۷ـ گزینه «۴»	۱۸ـ گزینه «۴»	۱۹ـ گزینه «۱»	۲۰ـ گزینه «۱»