بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده علوم پایه

پایان‌نامه کارشناسی ارشد .M.Sc زمین‌شناسی اقتصادی

ژنز کانسار سرب و روی با سنگ میزبان رسوبی عمارت، استان مرکزی

پژوهش و نگارش:
سمانه فضلی

استاد راهنما:
دکتر غلامحسین شمعانیان

استاد مشاور:
دکتر بهنام شفیعی

۱۳۸۹

تعهد نامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه گلستان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱. قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع و کسب اجازه نمایند.

۲. در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه گلستان الزامی است.

۳. انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **سمانه فضلی** دانشجوی **رشته زمین‌شناسی اقتصادی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

این مجموعه را به پدر و مادر گرامی و برادران و خواهر عزیزم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند، تقدیم می کنم

به امید اینکه روزی بتوانم ذره ای حتی کوچک زحماتشان را جبران کنم.

تقدیر و تشکر

خداوند بزرگ را شاکرم که در این راه حضور و یادش برایم بزرگ‌ترین قوت قلب بود.

حال که نگارش این پایان نامه به اتمام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر شمعانیان، به پاس راهنمایی‌های بی‌دریغ علمی و کمک‌های ارزنده شان، از مشاور محترم دکتر شفیعی و از داوران گرانقدر جناب آقای دکتر رقیمی و سرکار خانم دکتر قبادی پور که زحمت داوری این پایان نامه را متقبل شدند و جناب آقای دکتر شاکری نماینده محترم تحصیلات تکمیلی، سپاسگزاری و قدردانی نمایم. از آقای مهندس احمدی و همکلاسی‌های خوبم نهایت تشکر و قدردانی را دارم، امید دارم که همیشه سربلند و شادکام باشند. و در پایان از مدیریت محترم شرکت صنعتی و معدنی شاهین آقای جعفری و مهندسین آقای فرجی و کاظمی کمال تشکر را دارم.

چکیده

کانسار سرب و روی عمارت با مختصات جغرافیایی ´۳۰ °۴۹ طول شرقی و ´۴۵ °۳۳ عرض شمالی در ۴۶ کیلومتری جنوب غرب شهرستان اراک و در بخش میانی کمربند ملایر- اصفهان قرار گرفته است. کانسار موچان در ۲ کیلومتری جنوب شرق کانسار عمارت واقع شده است. این کانسارها درون سنگ آهک‌های کم عمق دریایی متعلق به کرتاسه زیرین تشکیل شده‌اند. این توالی رسوبی بر روی شیل و ماسه سنگ‌های ژوراسیک قرار گرفته است و توسط سنگ آهک‌های کرتاسه بالایی پوشیده شده است کانی‌سازی در کانسارهای عمارت و موچان به‌طور عمده از نوع پرکننده فضای خالی است. کانی‌سازی شامل اسفالریت، گالن، پیریت و مقادیر کمتر کالکوپیریت است. اسفالریت فراوان‌ترین کانی سولفیدی است که در طی دو مرحله تشکیل شده است. گالن به‌صورت بلورهای غیرشکیل و هم به‌صورت بلورهای تغییر شکل یافته با رخ‌های خمیده در زمان تشکیل اسفالریت و پس از آن تشکیل شده است. پیریت به‌صورت فرامبوئید، بلورهای شکیل در فضاهای خالی سنگ دیواره که بافت کاتاکلاستیک را نشان می‌دهد، دانه‌های غیر شکیل تا شکیل همراه با اسفالریت و گالن و بلور-های شکیل در حاشیه اسفالریت و گالن دیده می‌شود. رایج‌ترین دگرسانی مرتبط با این دو کانسار، سیلیسی شدن سنگ دیواره کربناته است. بر اساس شواهد بافتی، سیلیسی شدن در طی دو مرحله به وقوع پیوسته است. در مرحله اول، کوارتزهای ریز بلور، سنگ میزبان کربناتی را به‌طور کامل جانشین نموده است. در طول مرحله دوم، فضای خالی و شکاف‌های بین سنگ میزبان سیلیسی توسط کوارتزهای درشت بلور پرشده است مقادیر $\delta^{34}S$ کانی‌های سولفیدی از ۴/۸+ تا ۱۱/۶+ در هزار تغییر می‌کند. بر اساس این نتایج، به احتمال زیاد گوگرد مورد نیاز برای کانی‌سازی سولفیدها از آب دریای کرتاسه زیرین تأمین شده است. دمای ایزوتوپی دو جفت گالن- اسفالریت در کانسار عمارت از $121/1^{\circ}C$ در مرحله اول تا $112/8^{\circ}C$ در مرحله دوم تغییر می‌یابد که از دمای ایزوتوپی کانسار موچان ($134/4^{\circ}C$) کمتر است. بر اساس مقادیر $\delta^{34}S$، دمای ایزوتوپی و شواهد بافتی، گوگرد کاهیده توسط احیاء حرارتی- شیمیایی سولفات آب دریا تشکیل شده است تلفیق نتایج زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و ایزوتوپی گوگرد پیشنهاد می‌کند که آب، فلزات و سیلیکا از دیاژنز شیل و ماسه سنگ‌های ژوراسیک مشتق شده‌اند. بر اساس این نتایج، سردشدگی محلول، بر هم کنش محلول با سنگ دیواره، جوشش و احیاء حرارتی- شیمیایی سولفات مهم‌ترین ساز و کارهای نهشت کانسنگ است.

واژه‌های کلیدی: روی و سرب، سیلیسی شدن، ایزوتوپ گوگرد، احیاء حرارتی- شیمیایی سولفات، ملایر- اصفهان، عمارت، موچان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱- زمین‌شناسی سرب و روی ۲

۱-۱-۲- کانی‌های سرب و روی ۲

۱-۱-۳- ویژگی‌ها و کاربردهای سرب و روی ۳

۱-۲- کانسارهای سرب و روی با میزبان رسوبی ٤

۱-۳- کانسرهای سرب و روی نوع دره می‌سی‌سی‌پی ٥

۱-۳-۱- دگرسانی ٦

۱-۳-۲- توزیع زمانی و خاستگاه تکتونیکی ٦

۱-۳-۳- الگوهای منشئی کانسرهای MVT ۸

۱-۳-۳-۱- مهاجرت محلول کانی‌ساز ۱۰

۱-۳-۳-۲- ته نشست کانی‌های سوفلیدی ۱۲

۱-۳-٤- ویژگی‌های ایزوتوپی گوگرد ۱۲

۱-۳-٥- توزیع جغرافیایی کانسارهای MVT ۱۳

۱-۳-٦ توزیع کانسارهای سرب و روی MVT در ایران ۱٥

۱-٤ اهداف مطالعه ۱۸

فصل دوم- زمین‌شناسی

۲-۱ مقدمه ۲۲

۲-۲ زمین‌شناسی ناحیه‌ای ۲۲

۲-۲-۱ زون سنندج- سیرجان ۲٤

۲-۲-۱-۱ تکامل تکتونیکی زون سنندج- سیرجان شمالی ۲٥

۲-۳ کمربند فلززایی ملایر- اصفهان ۲۷

۲-۳-۱-۱ واحدهای ماقبل پرموتریاس ۲۷

۲-۳-۱-۲ واحدهای پرمو- تریاس ۲۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۳-۱-۳ واحدهای تریاس بالایی– ژوراسیک ۲۸
۲-۳-۱-٤ واحدهای کرتاسه زیرین ۳۰
۲-۳-۱-۵ رسوبات آبرفتی ۳۳
۲-۳-۲ توده‌های نفوذی ناحیه‌ای ۳۳
۲-۳-۳ سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای ۳٤
۲-۳-٤ زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه‌ای ۳۵
۲-٤ زمین‌شناسی منطقه ای ۳٦
۲-٤-۱ چینه‌شناسی ۳٦
۲-٤-۲ فعالیت‌های آذرین ۳۹
۲-٤-۳ فعالیت‌های دگرگونی ۳۹
۲-٤-٤ زمین‌شناسی ساختمانی ۳۹
۲-۵ محیط رسوبی ٤۰

فصل سوم- کانی‌شناسی کانسن

۳-۱ مقدمه ٤٤
۳-۲ کانسار عمارت ٤۵
۳-۲-۱ پتروگرافی و کانی‌شناسی سنگ میزبان ٤۵
۳-۲-۲ دگرسانی ٤٦
۳-۲-۳ کانی‌شناسی کانسنگ ۵۱
۳-۲-۳-۱ کانی‌های درونزاد ۵۲
۳-۲-۳-۲ کانی‌های برینزاد ۵۵
۳-۲-۳-۳ کانی‌های باطله ۵٦
۳-۳ کانسار موچان ۵۷
۳-٤ توالی پاراژنزی ۵۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل چهارم- زمین‌شیمی ایزوتوپ گوگرد

٤–١ مقدمه ٦٦

٤-٢ مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار ٦٦

٤-٢-١ ضریب تفکیک ٦٦

٤–٢-٢ ایزوتوپ گوگرد ٦٨

٤–٣ روش کار ٧٠

٤-٤ ویژگی‌های ایزوتوپی گوگرد در کانسارهای عمارت و موچان ٧١

فصل پنجم- بحث و نتیجه گیری

٥-١ یافته‌های تحقیق ٧٨

٥-٢ منشاء سیلیسکا و فلزا ٨٠

٥-٣ شیمی محلول‌های گرمابی ٨١

٥-٤ نهشت کانسنگ ٨٢

٥-٥ داده‌های ایزوتوپی گوگرد ٨٤

٥-٦- داده‌های ایزوتوپی گوگرد ٨٦

٥-٧ پیشنهادات ٨٩

منابع ٩١

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱ نتایج مطالعات کانی‌شناسی به روش پراش پرتو ایکس در کانسار عمارت ۵۷
جدول۳-۲ توالی پاراژنزی عمومی در دو کانسار سرب و روی عمارت و موچان ٦٤
جدول٤-۱ ترکیب ایزوتوپی گوگرد در کانی‌های سولفیدی و دمای ایزوتوپی ۷۳
جدول ۵-۱ مقایسه برخی از کانسارهای با میزبان کربناته MVT ۸۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱ انواع پیش بوم کوهزایی ۸
شکل۱-۲ مهاجرت محلول کانی‌ساز بر اساس الگوی توپوگرافی یا جریان سیال مشتق از جاذبه ۱۱
شکل۱-۳ فشردگی رسوبات در طول کوهزایی و خروج محلول‌ها بر اثر فشردگی زمین‌ساختی ۱۲
شکل۱-٤ توزیع کانسارهای سرب و روی در ایران ۱۷
شکل ۱-۵ پراکندگی کانسارهای سرب و روی در کمربند فلززایی ملایر- اصفهان ۱۸
شکل ۱-٦ مناطق و حوضه‌های معدنی کمربند ملایر- اصفهان ۱۹
شکل۲-۱ موقعیت زون تکتونیکی سنندج- سیرجان و نقشه زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه ۲۳
شکل۲-۲ واحدهای تکتونیکی اصلی ایران ۲٤
شکل۲-۳ تکامل تکتونیکی زون سنندج- سیرجان شمالی ۲۸
شکل۲-٤ ستون چینه‌شناسی محدوده مورد مطالعه ۳٤
شکل ۲-۵ نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه ۳۷
شکل۲-٦ عکس‌های صحرایی از واحدهای چینه‌ای در کانسار عمارت ۲۸
شکل۲-۷ موقعیت معدن عمارت و معدن موچان روی ناودیس ٤۱
شکل۳-۱ تونل‌های اکتشافی- استخراجی در معدن عمارت ٤۵
شکل۳-۲ تصویرهای میکروسکوپی از بخش شیلی ٤۷
شکل۳-۳ تصویرهای صحرایی و میکروسکوپی از دگرسانی سیلیسی در کانسار عمار ٤۹
شکل۳-٤ تصویرهای صحرایی و میکروسکوپی از فرایند برشی شدن در کانسار عمارت ۵۱
شکل۳-۵ تصویرهای میکروسکوپی از کانی‌سازی اسفالریت و گالن در کانسار عمارت ۵۳
شکل۳-٦ تصویرهای میکروسکوپی از کانی‌سازی گالن در کانسار عمارت ۵٤
شکل۳-۷ تصویرهای میکروسکوپی از کانی‌سازی پیریت در کانسار عمارت ۵٦
شکل۳-۸ تصویرهای صحرایی و میکروسکوپی از کانی‌های برینزاد در کانسار عمارت ۵۸
شکل۳-۹ گراف‌های مرتبط با مطالعات پراش اشعه ایکس (XRD) در کانسار عمارت ۵۹
شکل۳-۱۰ تصویرهای میکروسکوپی از کانی‌های باطله در کانسار عمارت ٦۱
شکل۳-۱۱ تصویرهای صحرایی و میکروسکوپی از کانسار موچان ٦۲
شکل۳-۱۲ تصویرهای میکروسکوپی از کانی‌های مختلف در کانسار موچان ٦۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل٤-١ مقادیر S^{34} برخی از مخازن مهم زمین‌شناسی ٦٩
شکل٤-٢ مراحل مختلف آماده سازی نمونه جهت انجام مطالعات ایزوتوپی ٧٢
شکل ٥-١ نسبت‌های ایزوتوپی سرب در کانسار عمارت..... ٨١
شکل ٥-٢ داده‌های ایزوتوپی گوگرد در کانسار عمارت و محدوده تغییرات آن ٨٦
شکل ٥-٣ تغییرات ایزوتوپی گوگرد ($\delta^{34}S$) در کانسارهای عمارت و موچان..... ٨٦
شکل ٥-٤ مقایسه دمای ایزوتوپی در کانسارهای عمارت و موچان ٨٧
شکل ٥-٥ مقایسه تغییرات $\delta^{34}S$ کانی‌های سولفیدی مورد مطالعه با سولفات آب دریای کرتاسه زیرین..... ٨٧
شکل ٥-٦ مدل پیشنهادی از شکل گیری کانسارهای عمارت و موچان..... ٨٨

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

۱-۱-۱ زمین‌شیمی سرب و روی

سرب با نماد Pb، سی و یکمین عنصر پوسته زمین با فراوانی ۲۰ قسمت در میلیون است. میزان پراکندگی آن در شیل ۲۰ قسمت در میلیون، در کربنات ۹ قسمت در میلیون و در ماسه سنگ ۷ قسمت در میلیون می‌باشد. این فلز دارای عدد اتمی ۸۲، وزن اتمی ۲۰۷/۱۹، شعاع یونی ۱/۱۸، وزن مخصوص ۳۵/۱۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب، نقطه ذوب ۳۲۷/٤ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۱۷۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سرب معمولاً به صورت یون Pb^{+2} و به‌ندرت به‌صورت Pb^{+4} در کانی‌ها حضور دارد و به‌طور عمده دارای ماهیت کالکوفیل[1] در پوسته است. با این حال با توجه به دارا بودن شعاع یونی بزرگ و بار الکتریکی کم، جزو عناصر لیتوفیل درشت یون[2] (LIL) محسوب می‌شود و با جانشینی به جای پتاسیم در کانی‌هایی مانند فلدسپات‌ها در پوسته زمین ماهیت لیتوفیل از خود نشان می‌دهد (کراسکف و برد، ۱۳۷۸).

روی با نماد Zn، بیست و سومین عنصر پوسته زمین با فراوانی ۸۰ قسمت در میلیون است. میزان پراکندگی آن در شیل ۹۰ قسمت در میلیون، در کربنات ۲۰ قسمت در میلیون و در ماسه سنگ ١٦ قسمت در میلیون می‌باشد. این فلز دارای عدد اتمی ۳۰، وزن اتمی ٦٥/۳۸، شعاع یونی ۰/۸۳، وزن مخصوص ۷/۱۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، نقطه ذوب ٤١٩/٦ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۹۰۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. روی بیشتر به‌صورت یون Zn^{+2} در کانی‌ها حضور دارد و به‌طور عمده دارای ماهیت کالکوفیل در پوسته است، ولی گاهی به‌علت شباهت شعاع آن به یون‌هایی از قبیل Mg^{+2}، Fe^{+2} و Mn^{+2} جانشین این یون‌ها در کانی‌هایی مانند پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت شده و ماهیت لیتوفیل از خود نشان می‌دهد (کراسکف و برد، ۱۳۷۸).

۱-۱-۲ کانی‌های سرب و روی

تا کنون ۱۳۰ نوع کانی سرب شناخته شده است که گالن (PbS) مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین آن‌ها می‌باشد. ۹۰ درصد تولید سرب از این کانی است، که در نتیجه هوازدگی به سروسیت ($PbCO_3$) و آنگلزیت ($PbSO_4$) تبدیل می‌شود. گالن در سیستم مکعبی متبلور می‌شود و در نوع خالص آن ٨٦/٦

1- Chalcophile
2- Larg ion lithophile

درصد سرب یافت می‌شود. این کانی دارای رنگ خاکستری تیره، خاکستری روشن و جلای فلزی است. سختی آن ۲/۵ و وزن مخصوص آن ۷/۵ است و همیشه مقداری نقره در ترکیب آن حضور دارد (دانا، ۲۰۰۲).

عنصر روی یکی از اجزاء مهم در بسیاری از کانی‌ها است. تاکنون نزدیک به ٦٠ نوع کانی روی شناخته شده است که اسفالریت (ZnS) مهم‌ترین کانی و منبع اصلی فرآوری روی در جهان است. این کانی به آسانی اکسید شده و به کانی‌هایی مانند اسمیت سونیت ($ZnCO_3$) و همی مورفیت (H_2ZnSiO_3) تبدیل می‌شود. اسفالریت در سیستم مکعبی متبلور می‌شود. نوع خالص آن دارای رنگ سفید است ولی اغلب به رنگ‌های زرد، قهوه‌ای، سیاه، قرمز و سبز دیده می‌شود. بیشتر اسفالریت‌ها حاوی مقادیری آهن می‌باشند و بر مبنای مقدار آهن جلای آن‌ها از کدر تا شفاف تغییر می‌کند. سختی آن ۳/۵ تا ٤ و وزن مخصوص آن ٤/۰۸ است (دانا، ۲۰۰۲).

۱-۱-۳ ویژگی‌ها و کاربردهای سرب و روی

سرب فلزی نرم و شکل پذیر به رنگ خاکستری مایل به آبی با خواص الکتریکی غیر هادی است که به مقدار کم دارای خاصیت چکش خواری است. سرب به‌عنوان یک فلز استراتژیک دارای کاربردهای فراوانی در صنعت می‌باشد. بیشتر فعالیت‌های شهری و نظامی به انرژی ذخیره شده در باطری‌های اسیدی- سربی وابسته است. مقاوم‌ترین فلز در برابر خوردگی محسوب می‌شود و از اکسید آن با نام تجاری ضد زنگ برای جلوگیری از زنگ زدگی آهن و اسکلت‌های فلزی استفاده می‌شود. از آنجا که بهترین فلز در مقابل نفوذ اشعه ایکس و گاما می‌باشد در بخش رادیولوژی بیمارستان‌ها، ساختمان‌های مواد هسته‌ای و راکتورها استفاده می‌شود. از بلوک‌های سربی در پی ساختمان‌های بزرگ برای جذب و از بین بردن لرزش استفاده می‌شود (قربانی همکاران، ۱۳۷۹).

روی فلزی به رنگ سفید مایل به آبی است که از نظر شیمیایی عنصری فعال محسوب می‌شود و به راحتی با سایر فلزات آلیاژ می‌سازد. حجم بزرگی از فلز روی در گالوانیزه کردن فولاد و ورق‌های پوشش بام‌ها، مخازن ذخیره، حصار سیم‌های برقی و مخابراتی به‌کار برده می‌شود. از این فلز در ساخت سیمان، دندان سازی، ساخت کبریت، ظروف سفالین و لوازم لاستیکی استفاده می‌شود. اکسید روی همراه با گوگرد به عنوان فعال کننده و شتاب دهنده اصلی برای محکم سازی لاستیک به‌کار برده

می‌شود. از این ماده شیمیایی در ساخت فرآورده‌هایی مانند مرکب، رنگ مو، مواد افزودنی روغن، محافظت کننده چوب، داروهای ضد قارچ و براق کننده استفاده می‌شود (قربانی و همکاران، ۱۳۷۹).

۱-۲ کانسارهای سرب و روی با میزبان رسوبی

کانسارهای سرب و روی با میزبان رسوبی شامل بزرگ‌ترین منابع سرب و روی و تولید کننده اصلی این فلزات در دنیا هستند. این کانسارها دارای میزبانی از سنگ‌های رسوبی به ویژه سنگ‌های کربناتی می‌باشند و ارتباط منشئی آشکاری با فعالیت‌های آذرین نشان نمی‌دهند. اسفالریت و گالن از مهم‌ترین کانی‌های سولفیدی در این کانسارها است. این کانسارها به‌طور عمده فقیر از مس می‌باشند و دارای مقادیر اقتصادی و مهمی از نقره و ژرمانیوم می‌باشند. کانی‌های باطله غیر سولفیدی شامل دولومیت، سیدریت، آنکریت، کلسیت، باریت و کوارتز است. فلزات توسط شورابه‌های حوضه‌ای به محل نهشت انتقال می‌یابند و به‌صورت پرکردگی فضای خالی و جانشینی رسوبات یا سنگ‌های رسوبی نهشته می‌شوند. توده معدنی از نظر ارتباط با سنگ‌های دربرگیرنده به‌صورت چینه‌سان[1] و لایه کران[2] تظاهر دارد (لیچ و همکاران، ۲۰۰۵).

به‌منظور رده‌بندی کانسارهای سرب و روی رسوبی از خصوصیات توصیفی مثل سنگ‌شناسی سنگ میزبان (میزبان کربناته، میزبان شیلی)، شکل کانسار (چینه‌سان، لایه کران) و منشئی (غیر همزاد[3]، هم زمان با رسوبگذاری و هم زمان با دیاژنز) استفاده شده است. این کانسارها توسط لیچ و همکاران (۲۰۰۵) به ٤ زیر رده نوع دره می‌سی‌سی‌پی[4] (MVT)، رسوبی- بروندمی[5] (SEDEX)، ماسه سنگی- سرب[6] (Sst-Pb)، کانسارهای با میزبان ماسه سنگی[7] تقسیم شده‌اند. کانسارهای سرب و روی رسوبی- بروندمی بر اساس لارج (۱۹۸۰) و لارج و همکاران (۲۰۰۲) کانسارهای سولفیدی لایه‌ای هستند که (۱) در نتیجه متصاعد شدن شورابه‌های حوضه‌ای به کف دریا تشکیل شده‌اند، (۲) از نظر منشئی مرتبط با فعالیت‌های آذرین نیستند و یا حجم این فعالیت‌ها کم است، (۳) سنگ میزبان این کانسارها شیل، کربنات یا سنگ‌های آواری غنی از مواد آلی می‌باشد و (٤) از نظر موقعیت تکتونیکی در

1- Stratiform
2- Strata-bound
3- Epigentic
4- Mississippi Valley- type
5- Sedimentary exhalative
6- Sandstone- lead
7- Sandstone- hosted lead