

# فصل چهارم

## کانی شناسی و پاراژنز

۴-۱- مقدمه

۴-۲- کانی شناسی زونهای کانی سازی

۴-۳- توالی تشکیل کانیها

کانی شناسی، تشخیص پاراژنز کانه‌ها و نیز مطابقت ساخت و بافت کانیها، یکی از مهمترین پارامترهای شناسائی ویژگیهای محیط تشکیل هر کانسار بوده و اطلاعات ارزشمندی در مورد محیط و فرایندهای تشکیل آن در اختیار می‌گذارد. کانی شناسی کانه‌های طلا دار و غیر طلا دار، کانیهای باطله تشکیل دهنده سنگها و نیز نوع دگرسانی در انواع مختلف کانسارهای طلا متفاوت می‌باشد.

مهمترین کانی‌های طلا دار شامل طلای طبیعی، آلیاژهای طلا- نقره، الکتروم، تلوریدهای طلا شامل کالاوریت و تلوریدهای طلا - نقره شامل کرنیت، سیلوانیت و پتزیت می‌باشند. کانیهای سولفیدی مانند پیریت، پیروتیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و گالن مهمترین کانه‌های همراه با کانیهای طلا دار هستند. مولیبدنیت، استینیت، تتراندریت - تنانتیت، شلتیت، سینابر، رآلگار و کانیهای تلوریم و سلنیم دار نیز ممکن است با کانیهای طلا دار همراه شوند. کانیهای باطله اغلب شامل کوارتز، کربنات، میکای سفید، تورمالین، فلوئوریت و باریت می‌باشند.

#### ۴-۲- کانی شناسی زونهای کانی سازی

به منظور مطالعات کانی شناسی، بافت و توالی پاراژنز کانیهای تشکیل دهنده ماده معدنی در منطقه مطالعاتی انیق- قره چیلر، از بخشهای مختلف رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه نمونه گیری شده است. از نمونه‌های مذکور، تعداد ۳۲ مقطع صیقلی تهیه شده و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

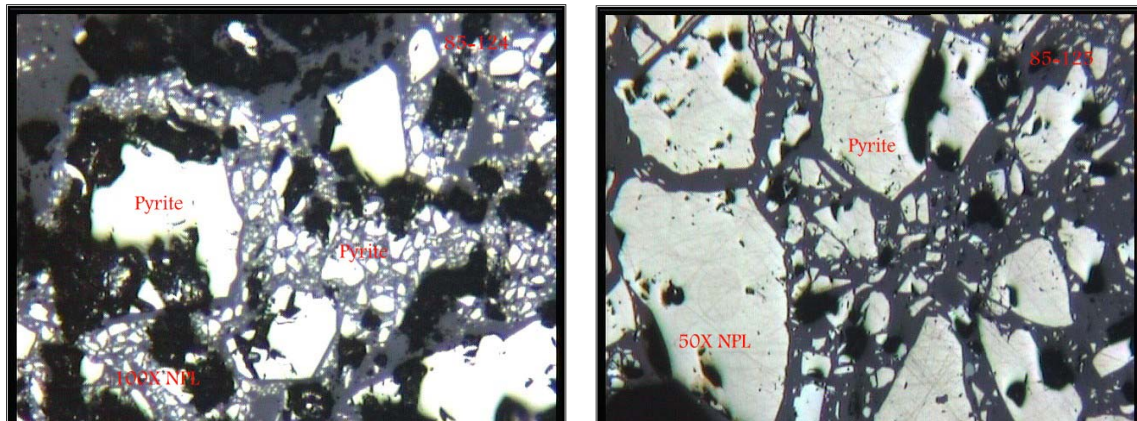
به طور کلی در منطقه مطالعاتی، کانه‌های موجود در رگه‌ها و زون‌های کانی‌سازی عبارتند از: پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت، مولیبدنیت، بورنیت، گالن، اسفالریت، استی‌نیت، کولیت، کالکوسیت، دیژنیت، آزوریت، مالاکیت، روتیل و اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن. همچنین کانیهای باطله عبارتند از: کوارتز، کربنات و کلسدون. تعدادی از کانیهای مهم متشکله رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه در زیر توضیح داده شده است.

#### ۴-۲-۱- کانه‌های سولفیدی

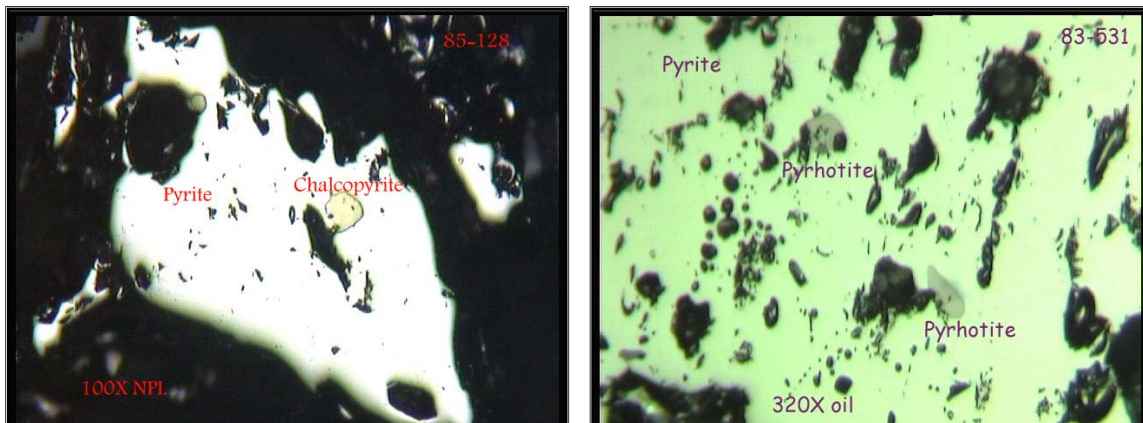
- پیریت (FeS<sub>2</sub>)

براساس مطالعات کانه‌نگاری، پیریت اغلب به شکل بلورهای شکل‌دار، نیمه شکل‌دار، خرد شده و زاویه‌دار و ذرات غیر هندسی تشکیل شده است. دانه‌های پیریت در اکثر نمونه‌ها دارای بافت افشان با پراکندگی غیریکنواخت می‌باشد. در تعدادی از نمونه‌ها، بلورهای پیریت به شدت متحمل شکستگی و خردشدگی شده‌اند (شکل ۴-۱). بافت کانی‌سازی پیریت از نوع پراکنده در متن گانگ و پرکننده فضاهای خالی می‌باشد و همانطوریکه با چشم غیر مسلح نیز قابل رؤیت است، در برخی نقاط بصورت رگچه‌های ظریفی در درزها و شکافهای سنگ میزبان استقرار یافته‌اند. به طور کلی در نمونه‌های مطالعه شده، ابعاد دانه‌های پیریت بین ۷۰۰ - ۳ میکرون متغیر است، که بلورهای درشت دارای شکستگی هستند. در برخی نمونه‌ها، از اجتماع بلورهای کوچک پیریت لکه‌هایی به درشتی ۴ mm را تشکیل داده‌اند. در تعدادی از نمونه‌های مطالعه شده، بلورهای پیریت از حاشیه و نقاط ضعف به اکسیدها و هیدروکسیدهای ثانویه آهن دگرسان شده‌اند. در داخل برخی از آنها ادخالهایی از پیروتیت، اسفالریت، کالکوپیریت و گالن وجود دارد (شکل ۴-۲). در اطراف برخی از بلورهای

پیریت، کالکوپیریت وجود دارد. پیریت فراوانترین کانی در اکثر نمونه‌های صیقلی مطالعه شده می‌باشد.



شکل ۴-۱- دو نمای مختلف از بلورهای پیریت که متحمل شکستگی و خردشدگی شدیدی شده‌اند.

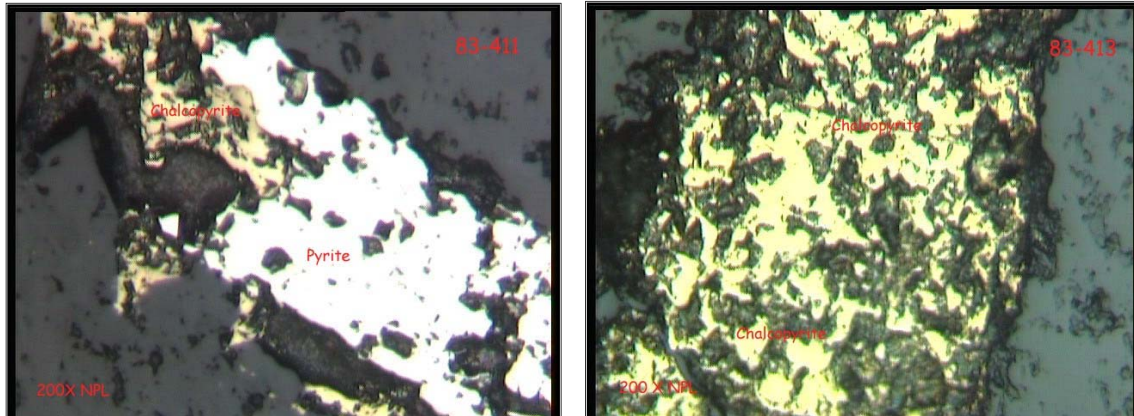


شکل ۴-۲- دو نمای مختلف از بلورهای کالکوپیریت و پیروتیت در داخل پیریت.

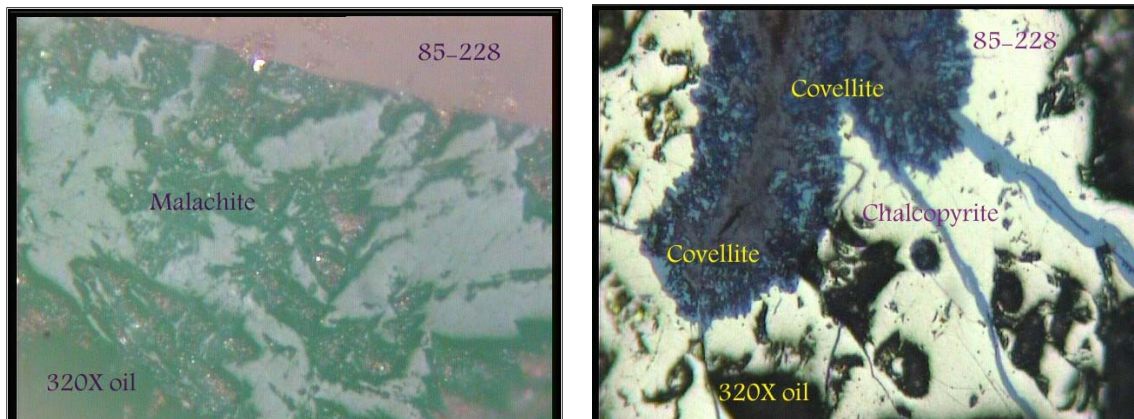
- کالکوپیریت (  $\text{CuFeS}_2$  )

بر اساس مطالعات کانننگاری، کالکوپیریت به صورت بلورهای نیمه اتومورف تا گزنومورف و ذرات غیر هندسی قابل مشاهده است ( شکل ۴-۳). در برخی نمونه‌ها، این کانی با بافت پرکننده فضاهاى خالی دیده می‌شود. ابعاد بلورهای کالکوپیریت در حدود ۵-۱۰۰۰ میکرون می‌باشد. در برخی نقاط با پیریت و بورنیت هم‌رشدی دارد. در برخی نقاط، بلورهای کالکوپیریت در اثر دگرسانی سوپرژن از حواشی و نقاط ضعف بلور به کولیت، کالکوسیت،

دیژنیت، آزوریت، مالاکیت و اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن تبدیل شده‌اند (شکل ۴-۴). بلورهای کوچک این کانی در برخی نمونه‌ها بصورت ادخالهایی در حفرات موجود در متن بلورهای پیریت تشکیل شده است. بطور کلی، کالکوپیریت از فراوانی قابل توجهی برخوردار بوده و یکی از کانه‌های اصلی متشکله رگه‌های کوارتزی می‌باشد.



شکل ۴-۳- نماهایی از بلورهای کالکوپیریت و کالکوپیریت به همراه پیریت.

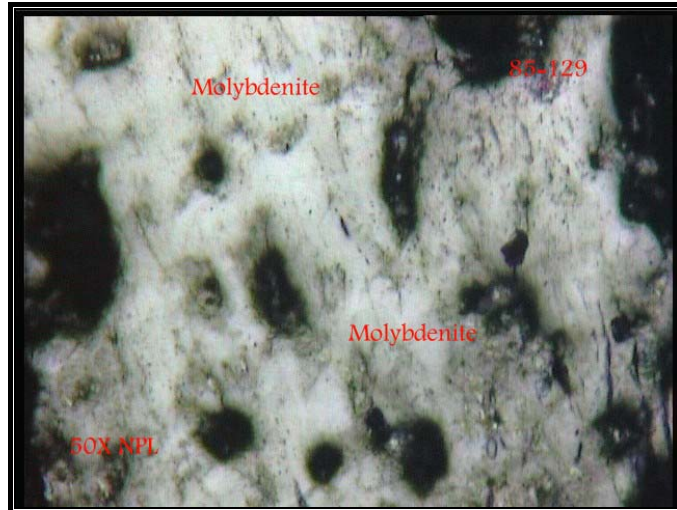


شکل ۴-۴- نماهایی از تبدیل کالکوپیریت به کانیهای ثانویه کولیت و مالاکیت.

• مولیبدنیت ( $\text{MoS}_2$ )

تعدادی از رگه‌های کوارتزی فقط حاوی کانی‌سازی مولیبدنیت می‌باشند (شکل ۴-۵). همچنین برخی از رگه‌های کوارتزی، حاوی کانی‌سازی مولیبدنیت به همراه کالکوپیریت و پیریت هستند. بر اساس مطالعات کانه‌نگاری، مولیبدنیت به شکل بلورهای نیمه اتومورف تا گزنومورف در ابعاد تقریبی ۱۰-۵۰۰ میکرون تشکیل شده است. اجتماع ذرات مولیبدنیت،

لکه‌هائی بدرشتی چند میلی‌متر را پدید آورده است. کانی‌سازی بیشتر بصورت رگچه‌هایی در داخل گانگ می‌باشد. در برخی نقاط، بصورت بلورهای مجزایی در داخل گانگ پراکنده هستند.

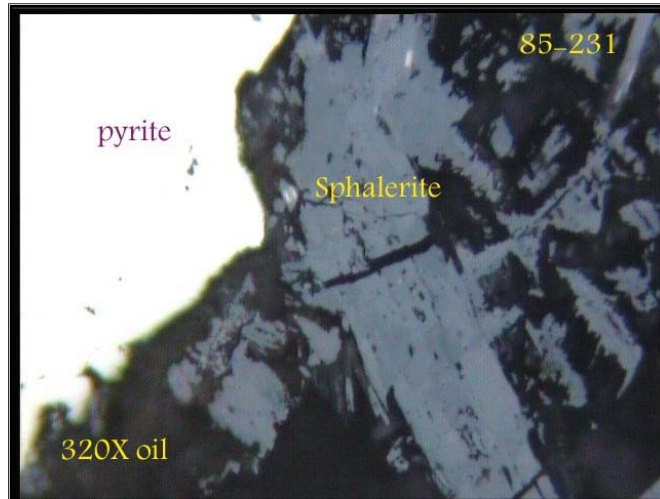


شکل ۴-۵- نمایی از بلورهای درشت مولیبدنیت

- اسفالریت (ZnS)

اسفالریت در برخی از رگه‌های کوارتزی در همراهی با دیگر کانه‌ها قابل مشاهده است ( شکل ۴-۶). این کانی بصورت بلورهای نیمه اتومورف و گزنومورف در ابعاد تقریبی ۳۰-۴۰۰ میکرون قابل مشاهده است. اکثراً همراهی نزدیکی با کالکوپیریت و پیریت دارند. بافت این کانه‌ها بیشتر از نوع پرکننده فضاهاى خالی است.

گالن و استینیت در مقادیر بسیار جزئی در داخل دیگر کانه‌ها و یا در همراهی با آنها قابل مشاهده هستند. بورنیت نیز در مقادیر جزئی در برخی نمونه‌ها وجود دارند. در تعدادی از نمونه‌ها، مارکاسیت نیز مشاهده می‌شود.



شکل ۴-۶- نمای از بلور اسفالریت در کنار پیریت در داخل گانگ سیلیسی.

#### ۴-۲-۲- کانه‌های اکسیدی

- هماتیت ( $Fe_2O_3$ )

این کانی بصورت بلورهای تیغه‌ای، سوزنی و کشیده، موزائیکی و عموماً اجتماع یافته همراه با اکسیدهای ثانویه آهن در نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی داخل استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده جنوب روستای انیق و تعداد محدودی از رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر و زرلی دره کانی‌سازی دارد. بافت کانی‌سازی از نوع پراکنده در متن رگه و پرکننده فضاهای خالی می‌باشد. ابعاد آنها بین ۳۰-۳۰۰ میکرون می‌باشد.

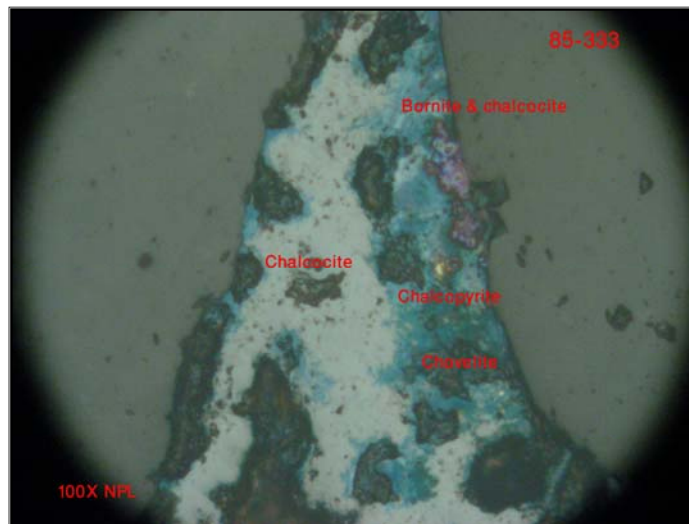
- روتیل ( $TiO_2$ )

روتیل بصورت بلورهای نیمه شکلدار تا بی‌شکل با ابعاد ۵-۱۰۰ میکرون تشکیل شده است. در برخی نقاط، لکه‌های درشت‌تری از تجمع آنها حاصل شده است. بافت کانی‌سازی از نوع پراکنده در متن کانسنگ می‌باشد.

#### ۴-۲-۳- کانیهای سوپرژن

- کولیت، کالکوسیت، مالاکیت و آزوریت

کولیت، کالکوسیت، مالاکیت و آزوریت بصورت بلورهای درشت و کوچک و نیز آغشتگیهایی در حفرات گانگ و در اطراف کانیهای سولفیدی اولیه تشکیل شده‌اند ( شکل ۴-۷). این کانیها از دگرسانی سوپرژن کانیهای سولفیدی مس نظیر کالکوپیریت و بورنیت حاصل شده‌اند.



شکل ۴-۷- نمایی از تبدیل کانیهای بورنیت و کالکوپیریت به کولیت و کالکوسیت.

- اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن

اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن که بخش عمده آن گوتیت است، درون فضاهای باز و مناسب گانگ غیر فلزی استقرار یافته‌اند. همچنین، این کانیها حاصل دگرسانی کانیهای سولفیدی پیریت و کالکوپیریت می‌باشند، که بصورت ذرات و لکه‌های غیر هندسی و نیز در حاشیه و قالب بلورهای پیریت و کالکوپیریت دیده می‌شوند. فرم کانی‌سازی بصورت آغشتگی یا پرکردگی فضاهای خالی است.



کولیت و کالکوسیت در مقادیر جزئی از دگرسانی سوپرژن کانیهای سولفیدی اولیه نظیر کالکوپیریت و بورنیت حاصل شده‌اند.

#### ۴-۲-۴- کانیهای غیر فلزی

- کوارتز

بر اساس مطالعات سنگ نگاری، کوارتز کانی اصلی رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی است. این کانی در نمونه‌های مورد مطالعه، اغلب به سه شکل بلورین، ریزبلور و نهان بلورین مشاهده میشود. از انواع ریز بلور تا نهان بلور آن میتوان به کالسدون، که دارای ناخالصیهایی از ذرات اکسید آهن بوده و به رنگ قرمز دیده میشود، اشاره نمود. بافت غالب رگه‌های کوارتزی بصورت سیلیس متراکم و توده‌ای می‌باشد. در برخی از رگه‌ها، بافتهای لانه زنبوری، شانهای و برشی نیز وجود دارد.

- کربنات

در تعداد اندکی از نمونه‌ها، کربنات بصورت رگچه‌ای سایر کانیهای تشکیل دهنده زون کانی‌سازی را قطع می‌کند. ترکیب آنها شامل کلسیت و آنکریت می‌باشد.

#### ۴-۲-۵- کانیهای دیگر

علاوه بر کانیهای ذکر شده، مجموعه‌ای از کانیهای سریسیت و کلریت در مقادیر جزئی معمولاً با کوارتز همراه هستند. در نمونه‌های مربوط به کانسنگهای سیلیسی و مناطق دگرسان شده مجاور رگه‌های کوارتزی و نیز استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده جنوب روستای انیق، سریسیت به همراه کوارتز و آلپیت کانیهای همراه با کانی‌سازی می‌باشند.

#### ۳-۴- توالی تشکیل کانیاها

توالی تشکیل کانیاها در یک سیستم گرمابی به عوامل متعددی از قبیل دما، فشار، ترکیب شیمیایی و مقدار هر یک از اجزای سازنده سیال گرمابی و البته زمان بستگی دارد. در یک توالی ایده آل، کانیهایی که در دمای بالاتری شکل می گیرند، به ترتیب مقدم بر کانی‌هایی که در دمای پایین نهشته می شوند، تشکیل می گردند. ولی در عمل، در بیشتر سیستمهای گرمابی به علت ماهیت دوره‌ای و نبض مانند سیالات گرمابی و نیز با توجه به تغییرات شرایط فیزیکوشیمیایی در نقاط مختلف سیستم گرمابی، توالی با همپوشانی و پیچیدگی‌هایی همراه می گردد (Guilbert and Park، ۱۹۸۶).

هدف از بیان این مقدمه، یادآوری این نکته است که هر چند با گذشت زمان درجه حرارت سیستم به تدریج کاهش می یابد ولی توالی تشکیل کانیهای گرمابی بیانگر ترتیب تبلور کانیاها با تغییر شرایط فیزیکوشیمیایی است و الزاماً به معنای ترتیب زمانی تبلور کانیاها نمی باشد. به طور کلی، بر مبنای شواهد صحرائی و مطالعات میکروسکوپی می توان توالی زیر را برای تشکیل کانیهای موجود در زونهای کانی سازی منطقه اکتشافی انیق- قره چیلر در نظر گرفت (جدول ۱-۴).

	مرحله پیش از کانی سازی	مرحله کانی سازی		مرحله سوپرژن
		فاز یک	فاز دو	
کوارتز	—————	—————	—————	—————
کالسدون			..... —————	
پیریت		..... —————		
کالکوپیریت		—————	.....	
مولیبدنیت		—————	.....	
طلا		..... —————		
بورنیت			.....	
گالن			.....	
اسفالریت			—————	
کولیت و کالکوسیت				—————
مالاکیت و آزوریت				—————
اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن				—————
کلسیت			—————	.....

جدول ۴-۱- توالی تشکیل کانیهای رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی سازی منطقه انیق - قره‌چیلر.