



#### ۴-۱- فاز کنترل آنومالیهای مقدماتی

در اکتشافات ژئوشیمیایی به روش آبراهه‌ای که به منظور کشف هاله‌های ثانوی کانسارهای احتمالی انجام می‌پذیرد، معمولاً منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشافی قرار می‌گیرد. این روند سبب کشف آنومالی‌های ظاهری موجود در محیط‌های ثانوی می‌شود. این آنومالی‌ها در اثر عوامل متعددی به وجود می‌آیند که عبارتند از:

- تأثیر سنگ بالادست

- آلودگی‌های مختلف موجود در محیط ( صنعتی، کشاورزی و ... )

- آلوده شدن نمونه ضمن نمونه‌برداری و آماده‌سازی

- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیز شده

- عوامل کانه‌زائی

از طرفی به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیایی، هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد توجهی به فاز پیدایش آن نمی‌شود، از اینرو هاله‌های ثانوی کشف شده نمی‌توانند همیشه معرف کانی‌سازی باشند، بنابراین برای تمیز دادن آنومالی‌های واقعی ( که در ارتباط با پدیده کانی‌سازی بوده و دارای مؤلفه اپی‌ژنتیک قابل ملاحظه می‌باشند )، از انواع کاذب مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زائی ( مؤلفه سین‌ژنتیک ) و یا آلودگی‌های زیست محیطی باید به کنترل زمینی آنها پرداخت. معمولاً اکتشاف مؤلفه‌های سن‌ژنتیک با استفاده از روش ژئوشیمی اکتشافی کمتر معمول است و از متدهای اکتشافی دیگر استفاده می‌شود. روش‌های مختلفی برای کنترل آنومالی‌ها وجود دارد که می‌توان به کمک آنها آنومالی‌های مقدماتی ژئوشیمیایی عناصر را تأیید و یا رد نمود. این روشها عبارتند از:



۱- بررسی مناطق دگرسان شده و زون‌های مینرالیزه احتمالی

۲- برداشت نمونه از سیستم‌های درز و شکاف پر شده توسط مواد معدنی

روش‌های مذکور نوعی از شواهد واقعی بودن آنومالی‌های ژئوفیزیکی یا ژئوشیمیایی پیدایش مناطق کانی‌سازی در سطح زمین می‌باشند. اگر سطح فرسایش کنونی، سطح کانی‌سازی احتمالی را قطع کرده باشد، می‌توان آثار کانی‌سازی را مستقیماً دید. در این صورت لازم است از عوارض مرتبط با کانی‌سازی نمونه‌هایی برداشت نمود. این نمونه‌ها با این هدف برداشت می‌شوند که بیشترین عیار را نمایان سازند. بنابراین نمونه‌ها به طور نظام مند از مناطق پرعیار برداشت خواهند شد و لذا از این نمونه‌ها نمی‌توان و نباید استنباطی در مورد عیار ماده معدنی به عمل آورد.

از دیگر نمونه‌هایی که لازم است برای کنترل آنومالی‌ها برداشت گردد، نمونه‌های مرتبط با دگرسانی‌های وابسته به کانی‌سازی احتمالی است. معمولاً هاله‌های دگرسانی مانند غلافی هسته کانی‌سازی را در بر می‌گیرند و گاهی نیز با کانی‌سازی همراه می‌شوند. از آنجا که هاله‌های دگرسانی بزرگتر از توده‌های کانی‌سازی شده هستند، لذا احتمال این که سطح فرسایش کنونی آنها را قطع کند و نمایان شوند، بیشتر است. این امر به خصوص در مورد توده‌های کانی‌سازی پنهان که اکتشاف آنها پر هزینه و ریسک آنها بالاتر است صادق است.

از اینرو نمونه‌برداری از هاله‌های دگرسانی به منظور تعیین ترکیب کانی‌شناسی هاله‌های دگرسانی و همچنین عیارسنجی آن بسیار ضروری بوده و می‌تواند نتایجی را دال بر تأیید یا تکذیب آنومالی در اختیار قرار دهد.

در منطقه مطالعاتی توپسرکان، با توجه به نتایج آنومالی‌های ژئوشیمیایی اولیه مهمترین آنومالی‌های معنی دار ژئوشیمیایی، آنومالی‌های عناصر سرب، روی، مس و آهن می‌باشد. در این میان بهترین نتایج ژئوشیمیایی در عناصر سرب و روی دیده می‌شود. آنومالی‌های عنصر طلا هرچند دارای مقادیر معنی‌داری نیست (دلیل آن احتمالاً عدم انتخاب مش مناسب نمونه برداری



است)، اما در مناطقی که با آنومالی‌های سایر عناصر تطبیق داشته باشد، کنترل آنومالی‌های طلا می‌تواند مفید باشد. در پروژه حاضر با تلفیق آنومالی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین، دو منطقه امیدبخش مشخص گردید که در زیر به معرفی آنها پرداخته می‌شود.

۴-۱-۱- منطقه امیدبخش شماره یک (بخش شمال و باختر روستای حلور بالا)  
این منطقه به وسعت تقریبی ۴ کیلومترمربع به مختصات جدول ۴-۱، دارای آنومالی‌های سرب، روی، نقره، کادمیوم، مس و آنتیموان بوده که با تطابق جالبی گسترش دارند. از طرفی نمونه‌های کانی‌سنگین، بخصوص *H.M-11*، *H.M-110*، *H.M-115*، *H.M-117* و *H.M-125* دارای مقادیر قابل توجهی از کانی‌های گروه سرب و روی بوده و آنومالی‌های ژئوشیمیایی را در این منطقه تأیید می‌کند.

جدول ۴-۱- مختصات محدوده اکتشافی حلور بالا

	X	Y
A	238891.1	3843314
B	239517.3	3842281
C	241533.5	3843577
D	240923.7	3844544

این آنومالی از لحاظ زمین‌شناسی در برگیرنده واحد شیستی است که در حاشیه باختری توده الوند گسترش داشته و شامل شیست‌ها و اسلیت‌هایی به رنگ تیره و در بردارنده پرفیروبلاست کربنیت و گرونا می‌باشد که از تأثیر دگرگونی حرارتی بر روی دگرگونی ناحیه‌ای، بوجود آمده است. سنگ‌های مذکور به دو دسته قابل تفکیک هستند:



الف- شیست های لکه داری که لکه های کردیریت آنها در اثر یک دگرگونی برگشتی به مجموعه ای از سربیسیت، مسکوویت، کلریت و گرونا تبدیل شده است.

ب- شیست های لکه داری که در اثر دگرگونی پارائزهای خود را از دست داده اند و به مجموعه سربیسیت، کلریت، بیوتیت و گرونا تبدیل شده اند. مهمترین نمونه های دارای ناهنجاری ژئوشیمیایی در محدوده این منطقه امیدبخش به شرح جدول زیر است:



جدول ۴-۲- نمونه‌های شاهد ناهنجاری نمونه‌های ژئوشیمی در محدوده اکتشافی حلقه بالا

شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	شدت آنومالی	نوع آنومالی	سنگ شناسی	X	Y
352	61.1	درجه ۲	Cu	شیست و مرمر	240625	3843440
	13.9	درجه ۱	Sb			
	209	درجه ۳	Zn			
353	194	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	240167	3843352
103	3160	درجه ۱	Mn	شیست و مرمر	238682	3842513
	89.5	درجه ۲	Pb			
	68.9	درجه ۲	Cu			
	7.7	درجه ۱	Sb			
	171	درجه ۳	Zn			
104	148	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	238669	3842969
110	284	درجه ۲	Zn	شیست و مرمر	239485	3842220
111	281	درجه ۲	Zn	شیست و مرمر	239285	3842538
115	141	درجه ۲	Pb	شیست و مرمر	239811	3842310
	252	درجه ۳	Zn			
116	238	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	239525	3842721
117	214	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	239424	3842963
118	61.3	درجه ۲	Cu	شیست و مرمر	239197	3842918
	230	درجه ۳	Zn			
119	205	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	240059	3842221
152	241	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	241378	3843769
120	970	درجه ۱	S	شیست و مرمر	240319	3841878
	151	درجه ۳	Zn			
127	229	درجه ۱	Pb	شیست و مرمر	240337	3842854
	0.7	درجه ۲	Ag			
	288	درجه ۲	Zn			
128	192	درجه ۲	Pb	شیست و مرمر	240059	3843241
	0.62	درجه ۲	Ag			
	77.7	درجه ۱	Cu			
	621	درجه ۱	Zn			
129	243	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	239963	3843414
130	233	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	240051	3843541
139	219	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	240631	3843034
140	238	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	240767	3842984
144	256	درجه ۳	Zn	شیست و مرمر	241215	3843157
145	315	درجه ۱	Zn	شیست و مرمر	241066	3843465
146	268	درجه ۲	Zn	شیست و مرمر	240821	3843698
147	292	درجه ۲	Zn	شیست و مرمر	240739	3844024



شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	شدت آنومالی	نوع آنومالی	سنگ شناسی	X	Y
151	7	درجه ۲	Au	شیست و مرمر	241628	3843586
	210	درجه ۳	Zn			
153	0.11	درجه ۲	Hg	شیست و مرمر	241112	3844169
	168	درجه ۳	Zn			

نمونه‌های کانی سنگین مهم و دارای کانی مینرالیزه در این منطقه به شرح زیر است:

جدول ۴-۳- نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های مینرالیزه در محدوده اکتشافی حلوور بالا

شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	نوع کانی سنگین	لیتولوژی	X	Y
H.M-130	0.14	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240051	3843541
	0.16	<i>Galena</i>			
	PTS	<i>smithsonite</i>			
H.M-100	0.23	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	239229	3841756
	0.27	<i>Galena</i>			
H.M-11	18	<i>Barite</i>	شیست و مرمر	240246	3839810
	6.50	<i>Cerussite</i>			
	97.5	<i>Galena</i>			
	0.44	<i>smithsonite</i>			
H.M-101	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	238793	3842079
H.M-105	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	239563	3841528
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-110	2109.38	<i>Barite</i>	شیست و مرمر	239485	3842220
	1015.63	<i>Cerussite</i>			
	3515.63	<i>Galena</i>			
	PTS	<i>Phyromorphite</i>			
	PTS	<i>Cinnabar</i>			
H.M-113	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	239916	3841733
	PTS	<i>Gold</i>			
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-115	9.29	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	239811	3842310
	10.71	<i>Galena</i>			
	0.24	<i>Phyromorphite</i>			
	12.57	<i>smithsonite</i>			
H.M-116	PTS	<i>smithsonite</i>	شیست و مرمر	239525	3842721



شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	نوع کانی سنگین	لیتولوژی	X	Y
H.M-117	12.86	<i>Barite</i>	شیست و مرمر	239424	3842963
	9.29	<i>Cerussite</i>			
	21.43	<i>Galena</i>			
	0.16	<i>Smithsonite</i>			
H.M-120	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240319	3841878
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-125	22.50	<i>Barite</i>	شیست و مرمر	240358	3842282
	9.29	<i>Cerussite</i>			
	37.50	<i>Galena</i>			
	0.31	<i>Smithsonite</i>			
H.M-126	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240044	3842663
	PTS	<i>Galena</i>			
	PTS	<i>Smithsonite</i>			
H.M-127	0.28	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240337	3842854
	0.32	<i>Galena</i>			
	PTS	<i>Smithsonite</i>			
H.M-133	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240781	3842735
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-142	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	241079	3842761
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-147	0.42	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240739	3844024
	0.48	<i>Galena</i>			
	0.28	<i>Smithsonite</i>			
H.M-148	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240509	3843974
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-151	0.36	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	241628	3843586
	0.42	<i>Galena</i>			
	0.25	<i>Smithsonite</i>			
H.M-153	0.28	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	241112	3844169
	0.32	<i>Galena</i>			
H.M-155	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	241886	3843236
	PTS	<i>Galena</i>			
H.M-164	0.28	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	241402	3844191
	0.32	<i>Galena</i>			
	PTS	<i>Smithsonite</i>			
H.M-165	0.18	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	240964	3844629
	0.21	<i>Galena</i>			
	0.12	<i>Smithsonite</i>			
H.M-172	PTS	<i>Cerussite</i>	شیست و مرمر	241808	3844726
	PTS	<i>Galena</i>			



در جریان عملیات کنترل آنومالی از این محدوده تعداد ۳۶ نمونه مینرالیزه جهت آنالیز *ICP*، ۷ نمونه دگرسانی جهت آنالیز *XRD* و ۲۱ نمونه کانی سنگین برداشت گردید که مشخصات آنها در جدول ۴-۴ ارائه شده است. مهمترین رخنمون ماده معدنی در این محدوده، لایه سیلیسی بطول ۴۰ متر و ضخامت ۲۰ الی ۳۰ سانتیمتر می باشد که با روند تقریبی خاوری- باختری و به مختصات ۲۴۰۰۳۸ و ۳۸۴۳۴۶۲ واقع در شمال روستای حلوربالا برونزد دارد ( اشکال ۴-۱ ). از محل این رگه، نمونه‌های ۷۱۳ و ۷۱۴ برداشت شده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد، مهمترین کانه‌زایی در امتداد این لایه بصورت گوتیت، کالکوپیریت، لیمونیت، هماتیت، هیدرواکسیدهای منگنز و مالاکیت به‌همراه کربناتهای سرب و روی است. بافت ماده معدنی اغلب بصورت *Boxwork texture* بوده و تصور می‌شود فرآیندهای شستشوی ناشی از غنی سازی سطحی در بخش‌های فوقانی این لایه گسترده بوده و در نتیجه زون اکسیدان با ضخامت زیاد شکل گرفته است ( اشکال ۴-۲ و ۴-۳ ). مطالعات پی جویی در منطقه شمال روستای حلوربالا همچنین نشان می‌دهد، گاهی مواد معدنی بصورت عدسی‌های سیلیسی در میان لایه‌های شیبست برونزد دارند. این عدسی‌ها حداکثر نیم تا یک متر طول و ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر ضخامت دارند ( شکل ۴-۴ ).



شکل ۴-۱-الف - لایه حاوی کانه‌زایی مواد معدنی در شمال روستای حلور بالا





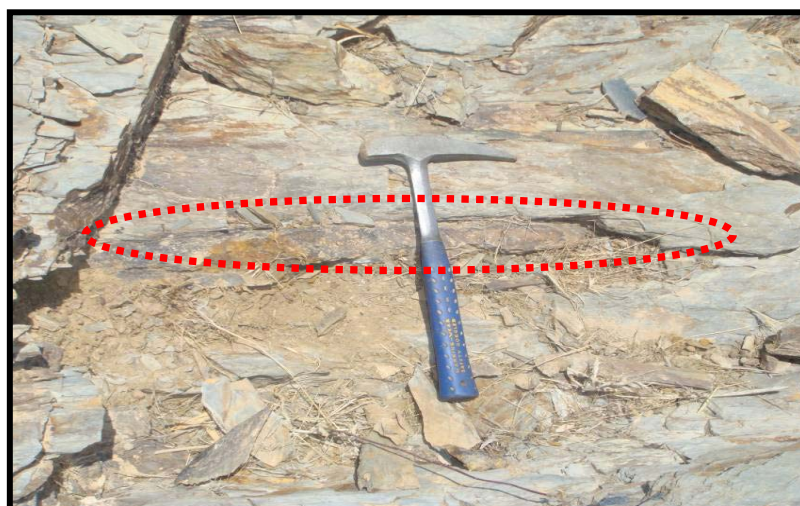
شکل ۴-۱-ب- لایه حاوی کانه‌زایی مواد معدنی در شمال روستای حلور بالا



شکل ۴-۲- نمایی از کانه‌زایی آهن- مس ثانویه در لایه سیلیسی شمال روستای حلور بالا



شکل ۳-۴- نمای از بافت جعبه‌ای حاوی کانه‌زایی آهن در لایه سیلیسی شمال روستای حلور بالا



شکل ۴-۴- نمای از عدسی‌های سیلیسی-گوتیتی میان لایه‌های شیستی در شمال روستای حلور بالا



جدول ۴-۴- مشخصات نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده از محدوده اکتشافی حلقه بالا

نمونه های سنگی مینرالیزه	Y	X	NO
سنگهای بالادست شیست+رگه‌های سیلیسی بشدت هماتیته شده	3842476	239319	87-LT-700
سنگهای بالادست شیست+رگه‌های سیلیسی بشدت هماتیته و لیمونیتی شده بهمراه کالکوپیریت-گوتیت	3842499	239328	87-LT-701
رگه‌های سیلیسی دارای دگرسانی هماتیته-لیمونیتی	3842544	239336	87-LT-702
رگه‌های سیلیسی دارای دگرسانی هماتیته	3842550	239342	87-LT-703
رگچه های سیلیسی-گوتیتی - هماتیته - حاوی مالاکیته-پیریت	3842958	239301	87-LT-704
رگچه های سیلیسی- گوتیتی بهمراه مالاکیته	3842988	239311	87-LT-705
شیست‌های دگرسان شده رسی- لیمونیتی	3842826	239485	87-LT-706
رگه حاوی آلتراسیون آرژیلی به رنگ سفید شیری همراه با برش سیلیسی- لیمونیتی- هماتیته	3842676	239557	87-LT-707
رگه سیلیسی در داخل شیست‌های تکتونیزه به رنگ قرمز(آلتراسیون هماتیته- لیمونیتی)	3842641	240093	87-LT-708
رگه سیلیسی در داخل شیست‌های تکتونیزه (آلتراسیون لیمونیتی)	3842656	240102	87-LT-709
رگه سیلیسی در داخل شیست حاوی هماتیته- لیمونیت-گوتیت	3842851	239953	87-LT-710
رگه سیلیسی در داخل شیست حاوی گوتیت- لیمونیت	3842861	239923	87-LT-711
رگه سیلیسی دارای دگرسانی هماتیته- لیمونیتی بهمراه مالاکیته-گوتیت	3843596	239907	87-LT-712
رگه کانی سازی شده آهن-مس (گوتیت-کالکوپیریت-لیمونیت- مالاکیته) به طول ۴۰ متری- دارای روند شمال شرق-جنوب غرب به ضخامت ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر	3843462	240038	87-LT-713
نمونه دیگری از همان رگه کانی سازی شده در امتداد جنوب غربی آن (طول ۴۰ متر و به ضخامت ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر)	3843475	240023	87-LT-714
لنز هایی از کانی سازی آهن (گوتیت-هماتیته-لیمونیت)	3843238	239971	87-LT-715
لنز ها و رگچه هایی از کانی سازی آهن (گوتیت-پیریت-لیمونیت)	3843258	239965	87-LT-716
شیست با رگچه‌های سیلیسی- گوتیت- هماتیته- لیمونیت	3842875	240353	87-LT-717
شیست با رگچه‌های سیلیسی- هماتیته- لیمونیت	3842865	240372	87-LT-718
رگچه سیلیسی حاوی گوتیت-مالاکیته و پیریت در داخل شیست‌ها	3843076	240679	87-LT-719
رگه گوتیت- هماتیته بهمراه پیریت و مالاکیته در داخل شیست‌ها	3843644	241038	87-LT-720
رگه گوتیتی بهمراه مالاکیته و پیریت در داخل شیست‌ها	3843667	241059	87-LT-721
رگه سیلیسی با دگرسانی هماتیته- لیمونیتی	3843856	240872	87-LT-722
رگه سیلیسی- گوتیتی- لیمونیتی	3843847	240861	87-LT-723



نمونه های سنگی مینرالیزه	Y	X	NO
رگه سیلیسی به همراه کالکوپیریت و مالاکیت در داخل شایست و فیلیت‌ها	3843895	240772	87-LT-724
رگه سیلیسی کانی زایی مس بصورت رگچه های کالکوپیریت و مالاکیت در داخل شایست و فیلیت‌ها	3843880	240750	87-LT-725
رگه سیلیسی- گوتیتی به همراه کانی سازی مس بصورت کالکوپیریت و مالاکیت فراوان در خلل و فرج سنگ	3843848	241297	87-LT-726
رگه سیلیسی- گوتیتی به همراه کانی سازی مس (مالاکیت فراوان در خلل و فرج سنگ)	3843830	241290	87-LT-727
لنز سیلیسی- گوتیتی به همراه دگرسانی لیمونیتی	3843797	241211	87-LT-728
رگه سیلیسی- گوتیتی	3843788	241219	87-LT-729
رگه سیلیسی گوتیتی- لیمونیتی	3843460	240605	87-LT-730
رگه سیلیسی گوتیتی- لیمونیتی	3843489	240625	87-LT-731
رگه سیلیسی- گوتیتی به همراه مالاکیت	3843204	240572	87-LT-732
رگه سیلیسی- لیمونیتی شده به همراه گوتیت- مالاکیت	3843250	240590	87-LT-733
رگچه‌های نسبتاً مجتمع سیلیسی به همراه گوتیت- هماتیت- لیمونیتی کمی مالاکیت	3842560	238701	87-LT-734
رگچه‌های سیلیسی- گوتیتی	3842541	238735	87-LT-735

#### ۴-۱-۱-۱- مطالعات مینرالوگرافی و بررسی‌های پاراژنزی

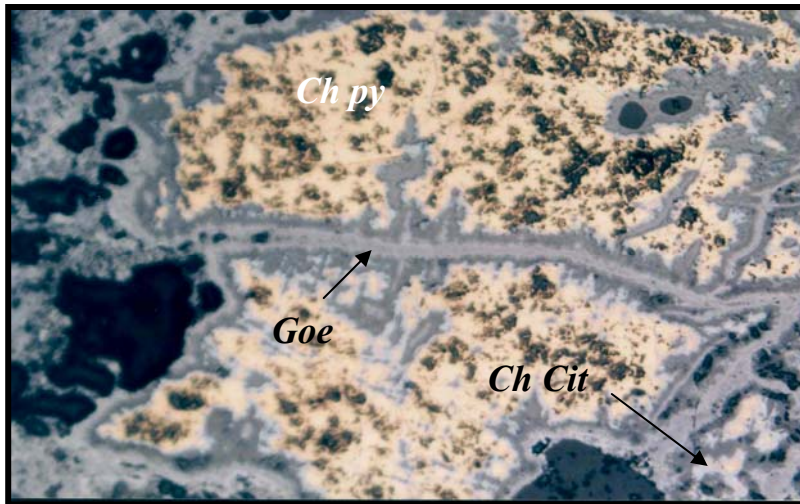
در جریان عملیات کنترل آنومالی از محدوده امیدبخش شماره یک، از میان نمونه‌های مینرالیزه تعداد ۱۸ نمونه انتخاب و از آنها بمنظور مطالعات مینرالوگرافی، مقطع صیقلی تهیه گردید. در زیر نتایج مطالعات مینرالوگرافی نمونه های مینرالیزه شرح داده شده است.

نمونه شماره P<sub>0</sub>-727: این نمونه از بخش شمالی روستای ویرایی برداشت گردید. در مطالعات ماکروسکوپی این نمونه کانه های کالکوپیریت، مالاکیت، گوتیت و لیمونیت با گانگ کوارتز و در مقاطع صیقلی این نمونه کانه های زیر شناسایی گردید.

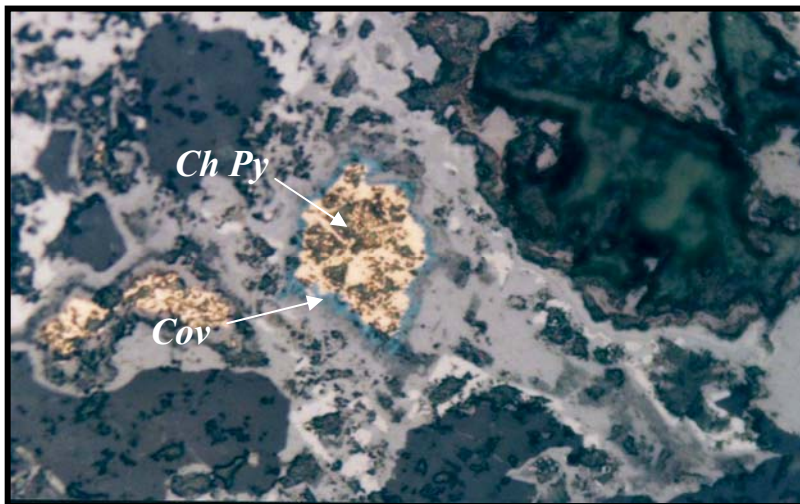
۱- کالکوپیریت: کانه کالکوپیریت بصورت هیپیدومورف بوده که از حواشی در حال تبدیل شدن به کوولیت (آبی رنگ)، کالکوسیت (خاکستری مایل به آبی)، دیژنیت (خاکستری تیره) و هیدروکسید ثانویه آهن (گوتیت) می باشد (شکل ۴-۵). این تبدیل ها نشانگر توسعه فرآیند



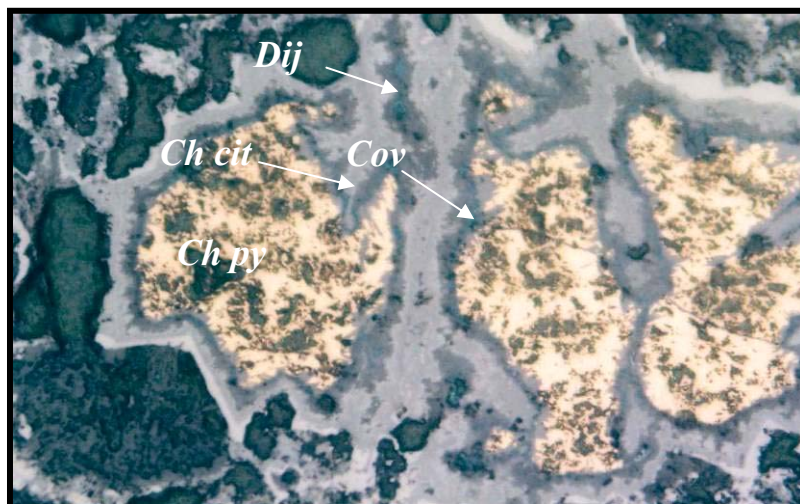
سوپرژن بوده که در طی این فرآیند، مس از کانه اولیه آن ( کالکوپیریت ) شسته شده و در قسمت‌های پایینی رگه بصورت کانه های دارای عیار بالای مس ( کوولیت، کالکوسیت و دیژنیت )، در حواشی و شکستگی‌های کالکوپیریت ترسیب شده است ( اشکال ۴-۶ تا ۴-۸ ).



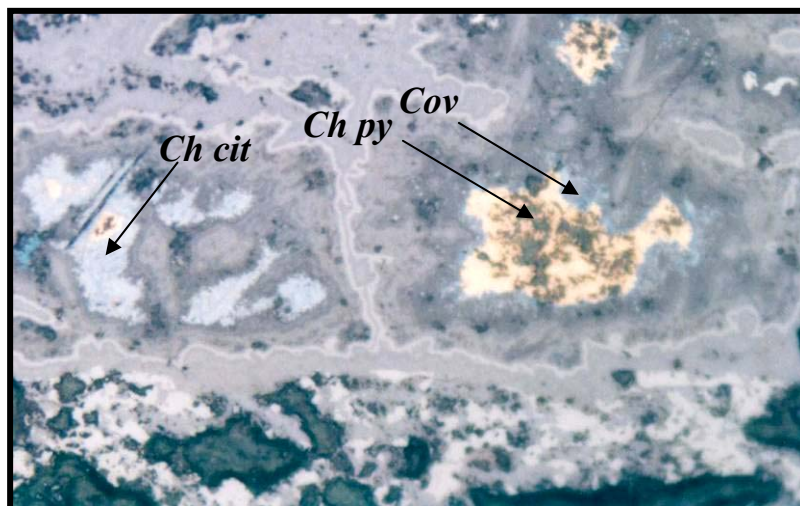
شکل ۴-۵- جایگزینی کالکوپیریت توسط کوولیت *Cov*، کالکوسیت *Ch cit* و گوتیت *Goe*



شکل ۴-۶- جایگزینی کالکوپیریت *Ch py* توسط کوولیت *Cov* ( آبی رنگ )



شکل ۴-۷- جانشینی کالکوپیریت توسط کولیت *Cov*، دیژنیت *Dij* و کالکوسیت *Ch cit*



شکل ۴-۸- جانشینی کالکوپیریت *Ch py* توسط کولیت *Cov* و کالکوسیت *Ch cit*

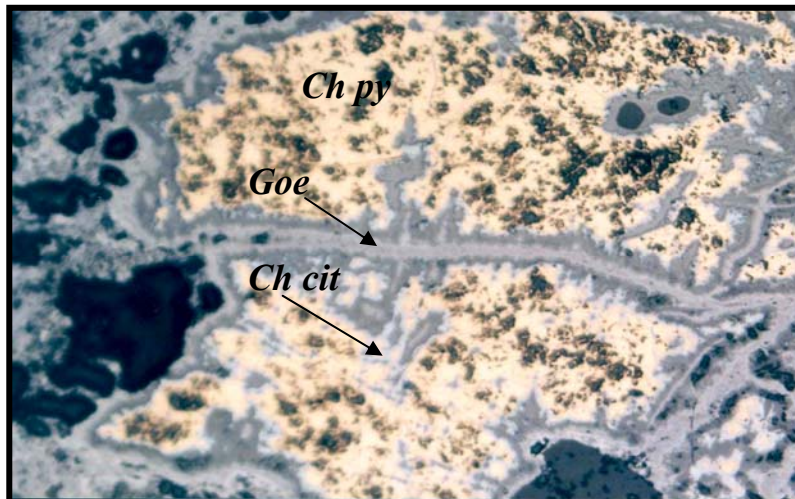
۲- پیریت: پیریت ها اکثراً در اثر عملکرد فرآیند سوپرژن به گوتیت تبدیل شده اند و تنها آثار

جزئی از آنها باقی مانده است ( شکل ۴-۹ ).

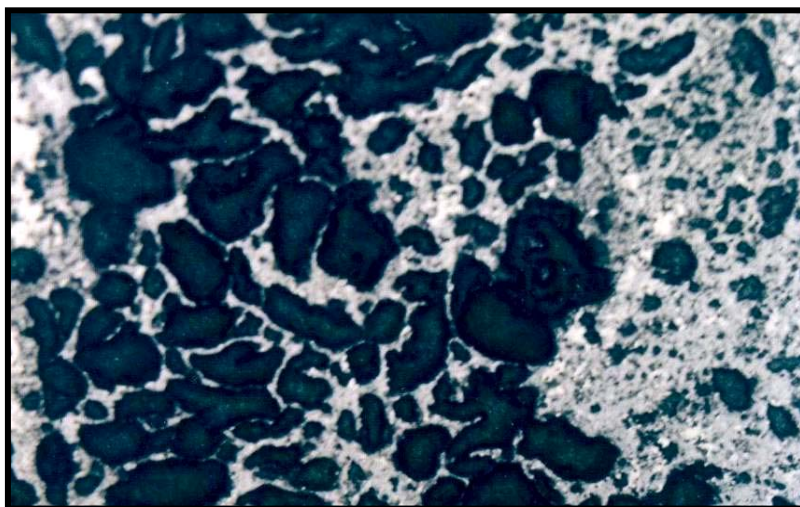


شکل ۴-۹- جانشین شدن پیریت *Py* توسط گوتیت *Goe*

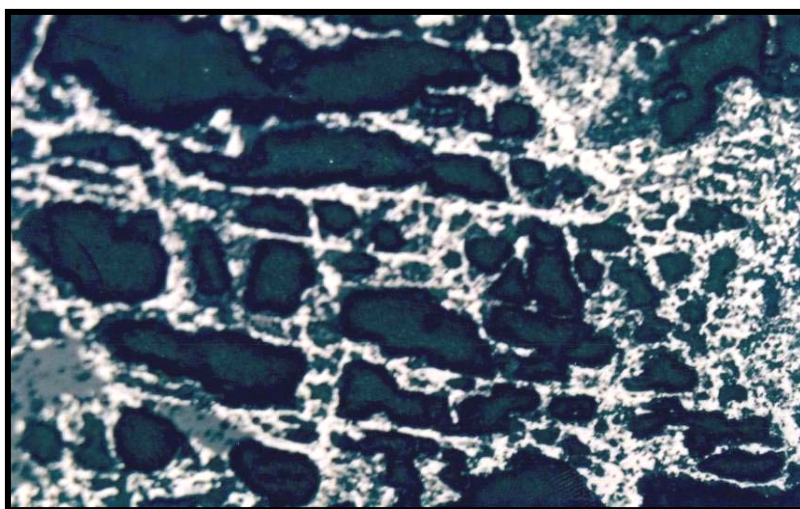
۳- گوتیت: گوتیت فراوانترین کانه مشاهده شده در این نمونه می باشد که از تجزیه پیریت و کالکوپیریت حاصل شده است ( شکل ۴-۱۰ ). گوتیت ها عموماً بافت جعبه ای از خود نشان می دهند که نشانگر توسعه فرآیند هوازدگی می باشد ( اشکال ۴-۱۱ و ۴-۱۲ ).



شکل ۴-۱۰- جانشین شدن کالکوپیریت توسط گوتیت



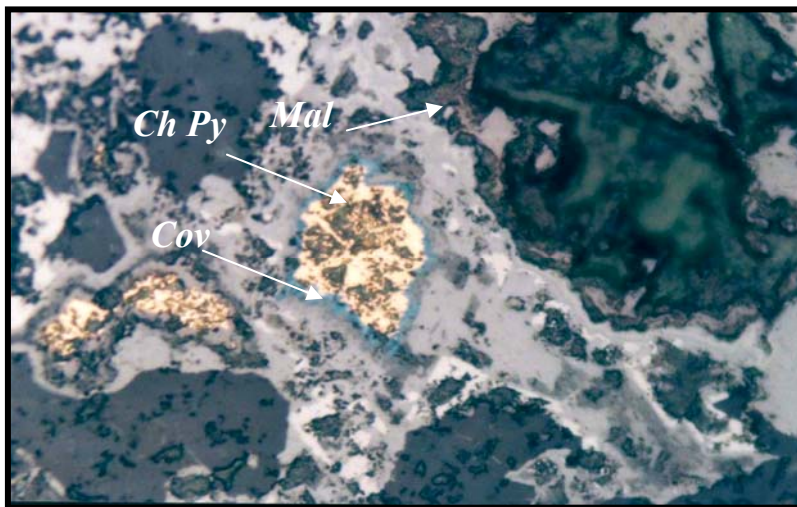
شکل ۴-۱۱- بافت جعبه ای گوتیت



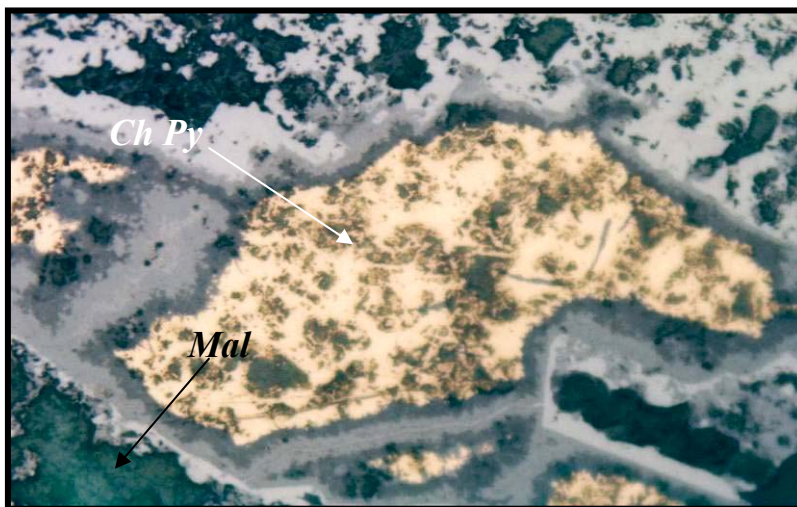
شکل ۴-۱۲- بافت جعبه ای گوتیت

۴- مالاکیت: بر طبق مطالعات میکروسکوپی، کربنات ثانویه مس ( مالاکیت ) از تجزیه کالکوپیریت های اولیه حاصل شده و شکستگیها و حفرات گانگ را پر نموده است ( اشکال ۴-۱۳ و ۴-۱۴ ).





شکل ۴-۱۳- تجزیه کالکوپیریت به کوولیت به صورت بافت حاشیه‌ای



شکل ۴-۱۴- پرشدگی حفرات و شکستگیها توسط مالاکیت *Mal* که از تجزیه کالکوپیریت حاصل شده اند

نمونه *P0-726*: در مطالعات میکروسکوپی، این نمونه حاوی گوتیت با گانگ کوارتز بوده که در زیر میکروسکوپ، گوتیت بافت جعبه ای از خود نشان داده و فضای خالی بین آنها توسط مالاکیت پر شده است ( شکل ۴-۱۵ ). بر طبق مطالعات مینرالوگرافی، گوتیت از تجزیه پیریت حاصل شده

و تشکیل این کان به همراه کان کربناتی مس ثانویه ( مالاکیت ) توسعه پدیده هوازدگی را نشان

می دهد.



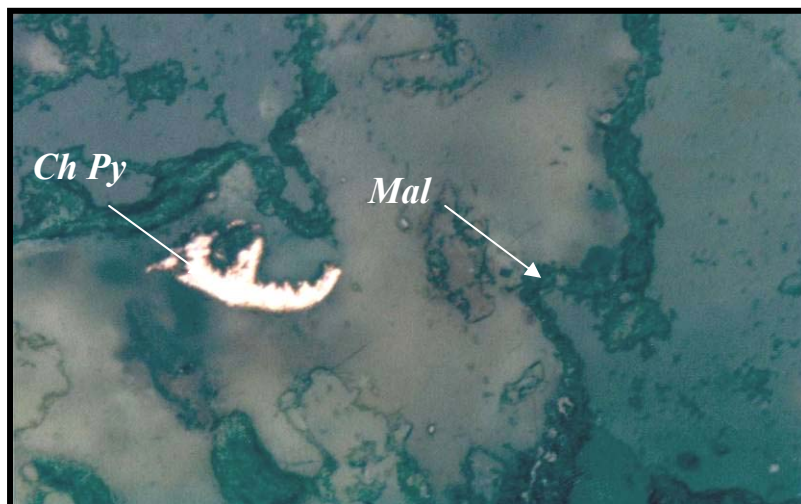
شکل ۴-۱۵- بافت جعبه ای گوتیت که حفرات آن توسط مالاکیت پر شده است

نمونه  $P_0-707$ : این نمونه شامل کوارتز بوده که شکستگیهای آن توسط رگچه های کربنات

مس ( مالاکیت ) پر شده و بعضاً بصورت پراکنده در متن نمونه کالکوپیریت مشاهده می شود

( اشکال ۴-۱۶ و ۴-۱۷ ). بنظر می رسد، در اثر فرآیندهای جوی، کالکوپیریت ها به کربنات مس

تبدیل شده اند.

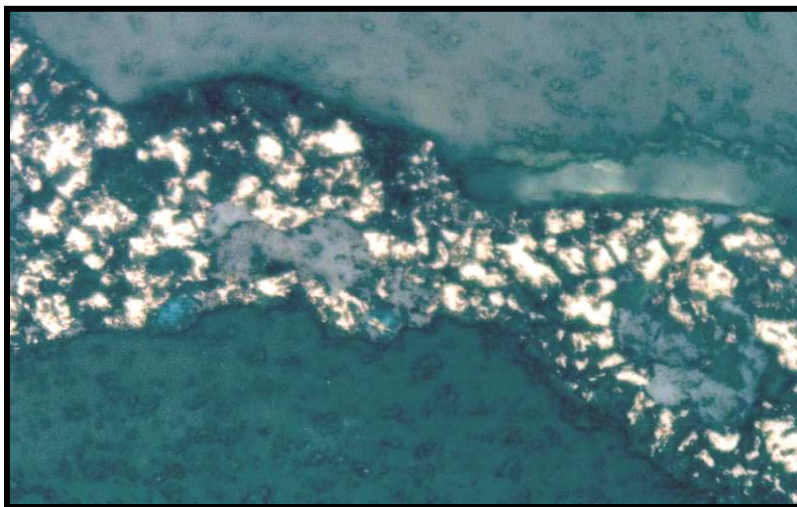


شکل ۴-۱۶- رگچه مالاکیت داخل گانگ کوارتز با آثار کالکوپیریت



شکل ۴-۱۷- رگچه مالاکیت داخل گانگ کوارتز

نمونه *Pi-725*: این نمونه شامل گانگ کوارتز بوده که توسط رگچه های کالکوپیریت قطع شده است ( شکل ۴-۱۸ ). کالکوپیریت خود نیز در حال تبدیل شدن به کولیت، کالکوسیت و مالاکیت می باشد. این مقطع بافت پرشدگی توسط کانه کالکوپیریت را نشان می دهد که بعد از گانگ کوارتز تشکیل شده است.



شکل ۴-۱۸ رگچه کالکوپیریت داخل کوارتز



نمونه *P-719*: این نمونه حاوی پیریت اولیه و گوتیت ثانویه می باشد. پیریت ها در حال تبدیل شدن به گوتیت بوده و توسعه فرآیندهای هوازگی را نشان می دهند ( اشکال ۴-۱۹ و ۴-۲۰).



شکل ۴-۱۹- پیریت که از حواشی در حال تبدیل به گوتیت می باشد



شکل ۴-۲۰- رگچه پیریت در حال تبدیل به گوتیت



نمونه  $P_0-729$ : این نمونه بیشتر شامل کوارتز بوده که در داخل آن پیریت بصورت پراکنده تشکیل شده و در حال تجزیه و تبدیل به گوتیت می باشد ( شکل ۴-۲۱). شکستگیهای کوارتز نیز توسط هیدرواکسید ثانویه آهن ( گوتیت ) پر شده است.



شکل ۴-۲۱- پیریت شکل دار داخل گانگ کوارتز

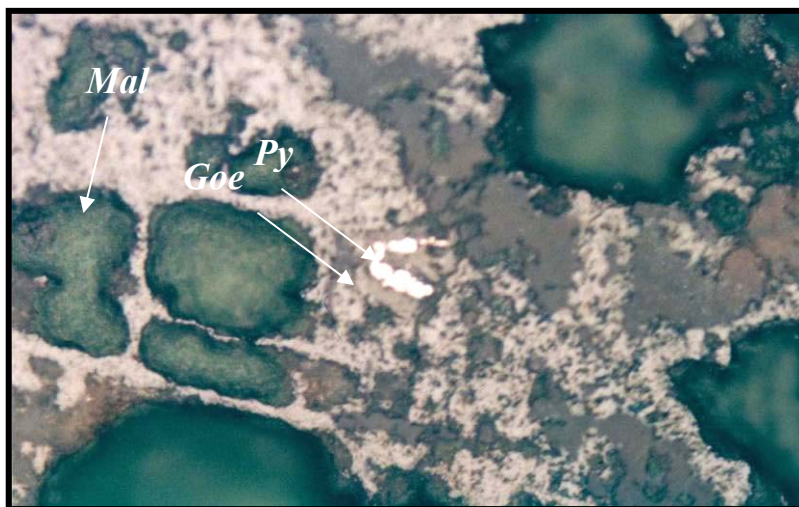
نمونه  $P_0-735$ : این نمونه حاوی پیریت اولیه و گوتیت ثانویه بوده که پیریت ها توسط هیدرواکسید آهن ( گوتیت ) در حال جایگزین شدن هستند ( شکل ۴-۲۲). این نمونه نیز پدیده هوازدگی را نشان می دهد.



شکل ۴-۲۲- پیریت در حال تجزیه به گوتیت

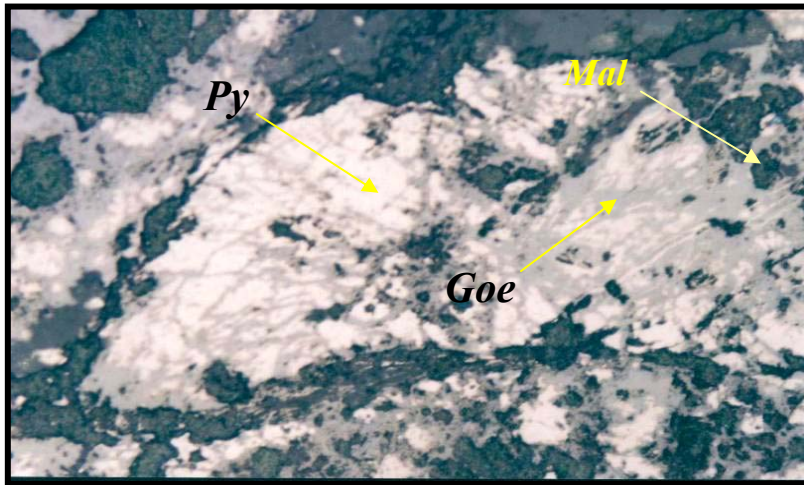


نمونه *P0-716*: این نمونه نیز از کوارتز تشکیل شده که حفرات و شکستگیهای آن توسط گوتیت و مالاکیت پر شده است. پیریت ها بطور کامل به گوتیت تبدیل شده اند و تنها آثاری از آنها بصورت جزئی باقی مانده است ( شکل ۴-۲۳ ). در این نمونه نیز گوتیت ها بافت جعبه ای نشان می دهند که نشانگر توسعه فرآیند هوازدگی می باشد.



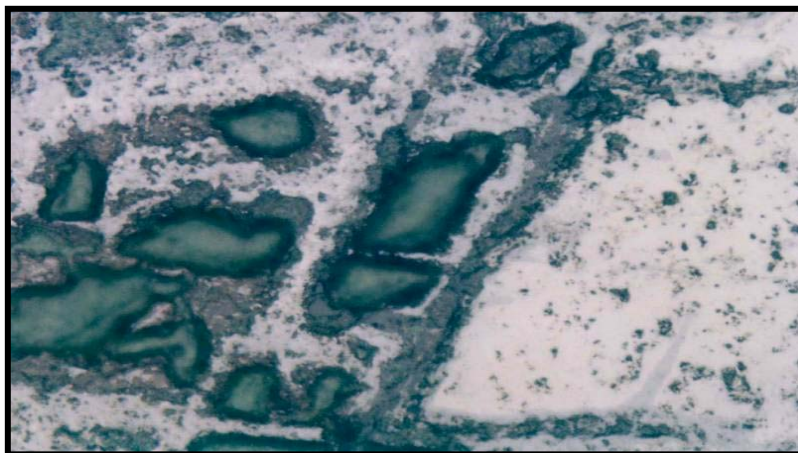
شکل ۴-۲۳- تبدیل پیریت به گوتیت و پرشدگی حفرات به مالاکیت

نمونه *P0-721*: در این نمونه پدیده جایگزین شدن پیریت توسط هیدرواکسید ثانویه آهن ( گوتیت ) بخوبی دیده می شود و شکستگیهای گانگ توسط مالاکیت پر شده است ( شکل ۴-۲۴ ). جایگزینی پیریت توسط گوتیت و توسعه کانه زایی مالاکیت، عملکرد فرآیند سوپرژن را بخوبی نشان می دهد.



شکل ۴-۲۴- پیریت در حال تبدیل به گوتیت

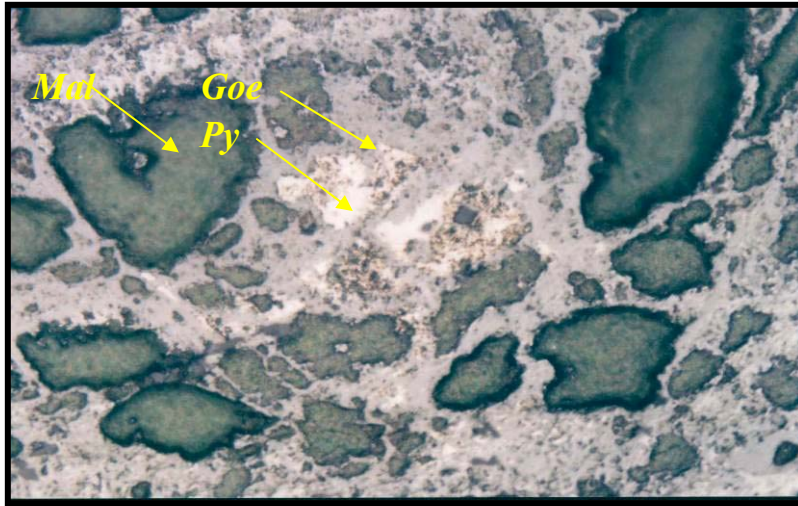
نمونه *Po-731*: این نمونه از کوارتز تشکیل شده که حاوی کانه زایی گوتیت می باشد. در این نمونه پیریت بطور کامل به گوتیت تبدیل شده و تنها شبحی از آنها باقی مانده است ( شکل ۴-۲۵). گوتیت در این نمونه نیز بافت جعبه ای نشان می دهد که تحت تأثیر فرآیندهای هوازدگی تشکیل شده است.



شکل ۴-۲۵- پیریت در حال تبدیل به گوتیت

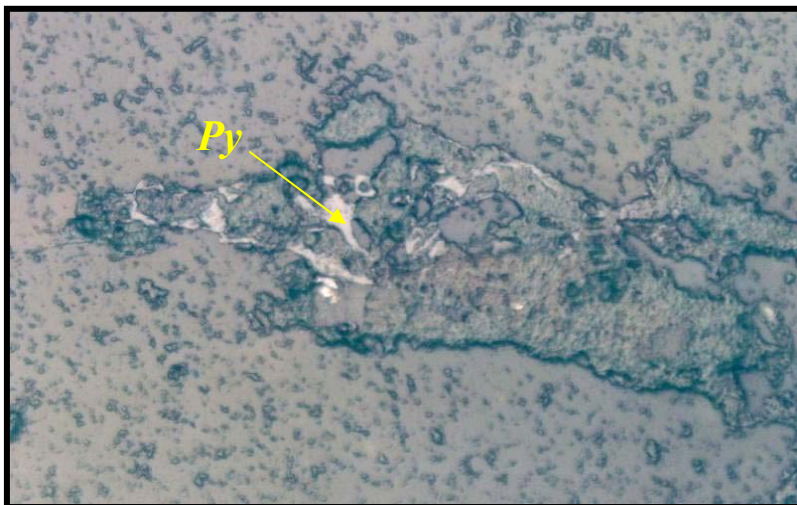


نمونه  $P_0-701$ : این نمونه از پیریت، کالکوپیریت و گوتیت با گانگ کوارتز تشکیل شده و شکستگی و حفرات آن توسط مالاکیت پر شده است. پیریت و کالکوپیریت اکثراً به گوتیت تبدیل شده و تنها بخشی از آنها سالم باقی مانده است ( شکل ۴-۲۶ ).



شکل ۴-۲۶- تبدیل پیریت و کالکوپیریت به گوتیت و پرشدگی حفرات با مالاکیت

نمونه  $P_0-712$ : این نمونه نیز عمدتاً از کوارتز تشکیل شده که توسط رگچه های پیریت قطع شده است ( شکل ۴-۲۷ ). پیریت ها خود به گوتیت تبدیل شده اند. در این مقطع مقداری کانه مالاکیت که بصورت ثانویه تشکیل شده، مشاهده می گردد.

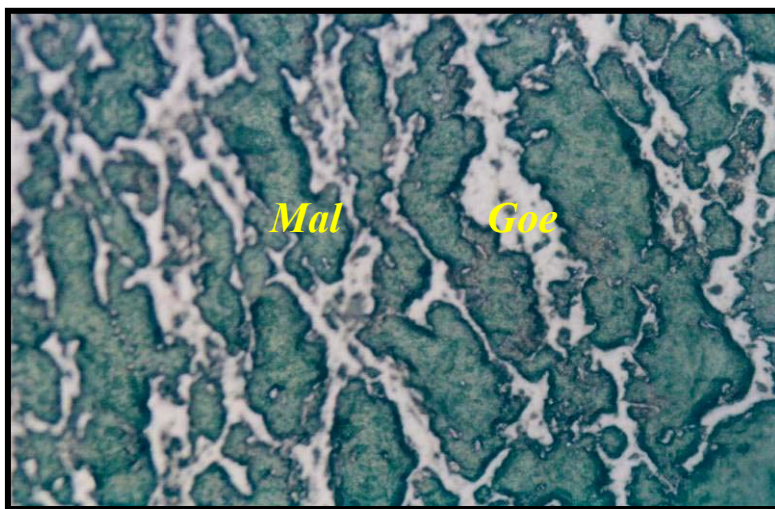


شکل ۴-۲۷- رگچه پیریت داخل کوارتز



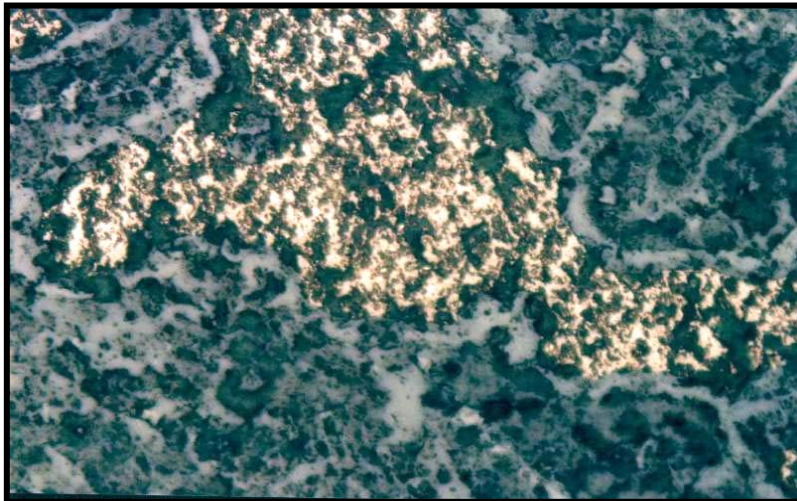


نمونه *P0-714*: این نمونه عمدتاً از کوارتز، گوتیت و مالاکیت تشکیل شده است. در این نمونه کانه گوتیت بافت جعبه ای را بخوبی نشان می دهد که نشانگر توسعه فرآیند سوپرژن می باشد ( شکل ۴-۲۸). شکستگیهای بین گوتیت ها توسط مالاکیت پر شده است که بنظر می رسد کانه اولیه، کالکوپیریت بوده که آهن آن کانه به گوتیت و مس آن طی فرآیند هوازدگی به مالاکیت تبدیل شده است.

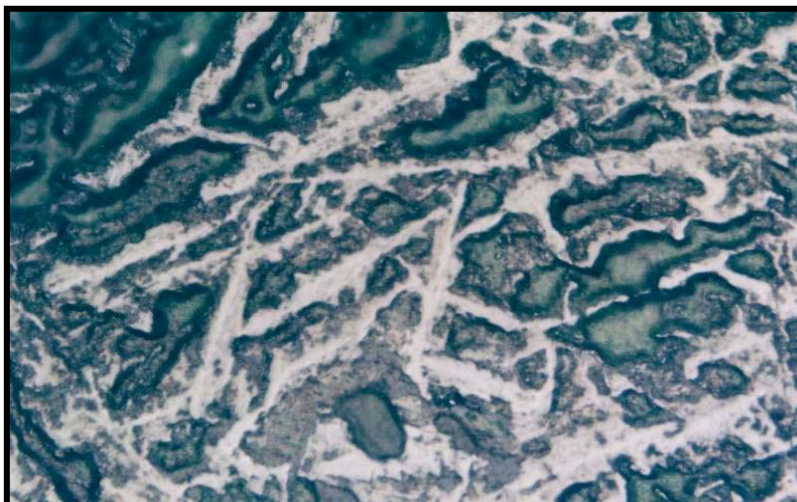


شکل ۴-۲۸- بافت جعبه ای شاخص از گوتیت که فضاها را بین آن توسط مالاکیت پر شده است

نمونه *P0-713*: این نمونه حاوی کالکوپیریت، کوارتز، مالاکیت و گوتیت می باشد. کالکوپیریت ها در حال تبدیل به گوتیت بوده و گوتیت ها بافت جعبه ای تشکیل داده اند که حفرات بین آنها توسط کربنات مس ( مالاکیت ) پر شده است ( اشکال ۴-۲۹ و ۴-۳۰).



شکل ۴-۲۹- کالکوپیریت در حال تبدیل به گوتیت

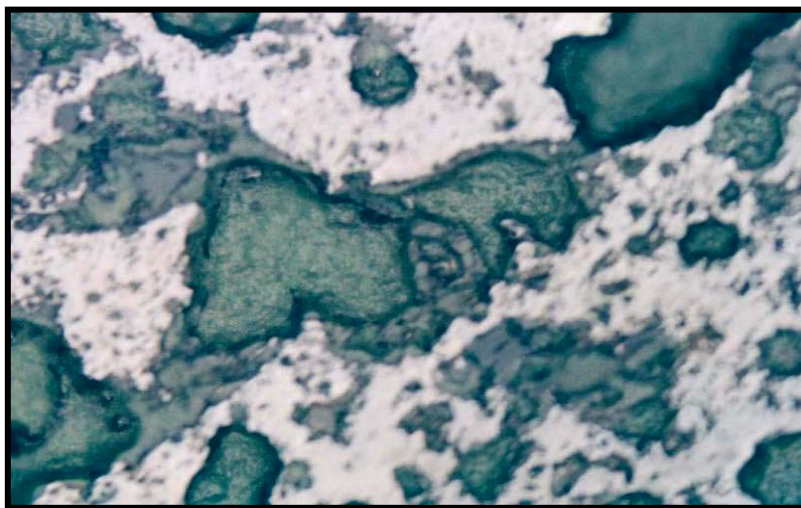


شکل ۴-۳۰- گوتیت با بافت جعبه ای که حفرات آن با مالاکیت پر شده است



نمونه  $P_0-710$ : این نمونه نیز از کوارتز و گوتیت تشکیل شده است. گوتیت ها از تجزیه

پیریت ها حاصل شده اند که آثار جزئی از آنها باقی مانده است ( شکل ۴-۳۱).

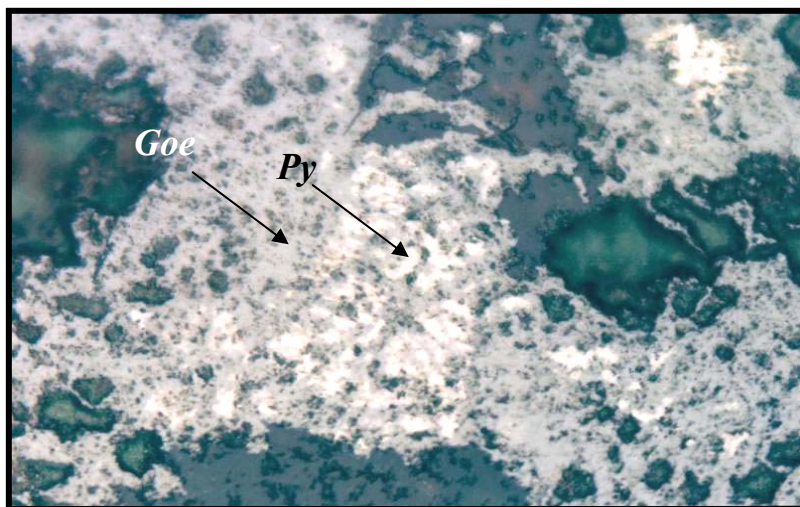


شکل ۴-۳۱- تجزیه پیریت های اولیه به گوتیت های ثانویه تحت فرآیندهای سوپرژن

نمونه  $P_0-704$ : این نمونه نیز از کوارتز، مالاکیت، گوتیت و پیریت تشکیل شده است.

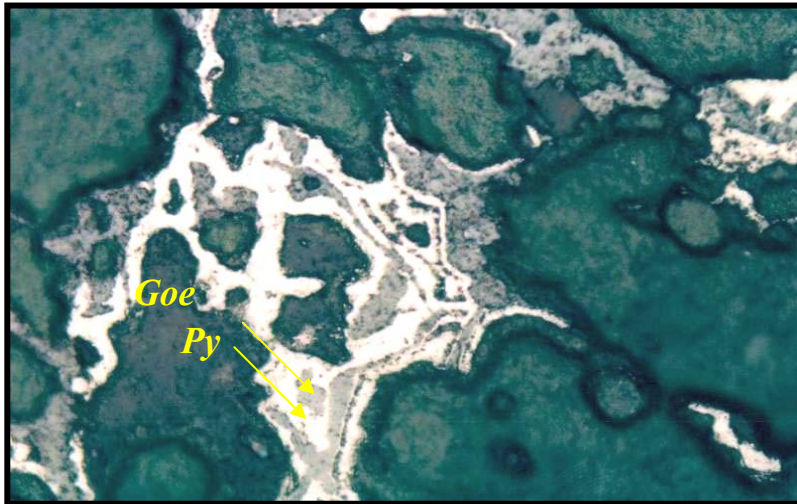
پیریت ها در حجم زیادی در حال تبدیل به گوتیت هستند که تنها بخشی از آنها باقی مانده است ( شکل ۴-۳۲). در این نمونه نیز شکستگی و حفرات بین گوتیت و گانگ توسط مالاکیت پر شده

است.



شکل ۴-۳۲ پیریت در حال تجزیه به گوتیت

نمونه  $P_0-732$ : این نمونه نیز عمدتاً از کوارتز و گوتیت با مقدار جزئی پیریت تشکیل شده است. پیریت ها عمدتاً از حواشی در حال تبدیل به گوتیت بوده و همچنین پیریت ها حالت زونینگ از خود نشان می دهند ( اشکال ۳۳-۴ و ۳۴-۴ ).



شکل ۳۳-۴- تبدیل پیریت از حواشی به گوتیت و پرشدگی حفرات آن با مالاکیت

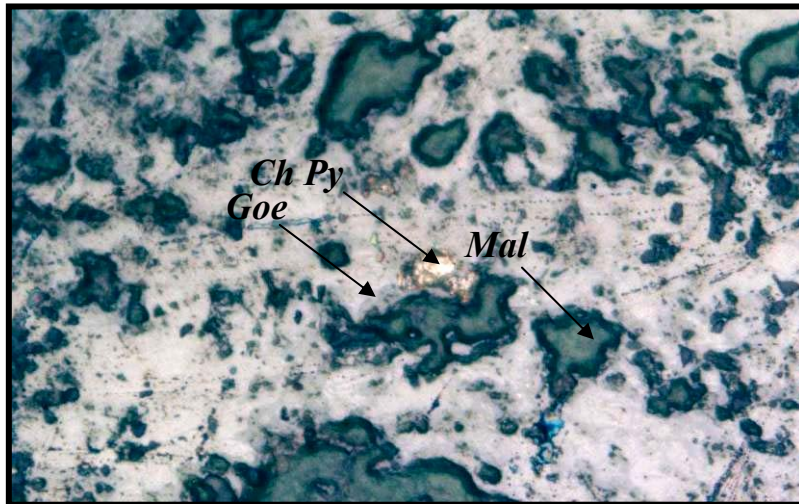


شکل ۳۴-۴- بافت زونینگ در پیریت



نمونه *P0-718*: این نمونه بیشتر حاوی گوتیت، مالاکیت با مقدار اندکی کالکوپیریت می باشد.

بنظر می رسد، گوتیت ها از تجزیه کالکوپیریت حاصل شده اند ( شکل ۴-۳۵).



شکل ۴-۳۵- لکه کالکوپیریت داخل گوتیت و پرشدگی حفرات گوتیت با مالاکیت

در حالت کلی از مطالعه نمونه‌های برداشت شده از منطقه اکتشافی حلقور بالا نتایج زیر حاصل

گردید:

۱- بطور عمده کانه های مشاهده شده شامل کالکوپیریت، پیریت، کوولیت، کالکوسیت، دیژنیت، گوتیت و مالاکیت با گانگ عمدتاً کوارتز می باشند.

۲- کوولیت، کالکوسیت و دیژنیت در نتیجه غنی شدگی ثانویه حاصل شده اند. بنظر می رسد، کانه اولیه مس ( کالکوپیریت ) از قسمتهای فوقانی رگه شسته شده و در واکنش با کانه اولیه در بخش پایینی، کانه های پر عیار مس ( کالکوسیت، کوولیت و دیژنیت ) را بوجود آورده است.

۳- کالکوپیریت و پیریت در حجم گستردگی در حال تبدیل به هیدرواکسیدهای ثانویه آهن ( گوتیت و لیمونیت ) بوده و گوتیت بافت جعبه ای نشان می دهند که نشانگر توسعه فرآیند هوازدگی می باشد.



۴- در بخش اکسیدان رگه علاوه بر تشکیل هیدرواکسیدهای ثانویه آهن ( گوتیت و لیمونیت )، مالاکیت نیز تشکیل شده که از تجزیه کالکوپیریت حاصل شده است.  
با عنایت به نتایج مطالعات مینرالوگرافی و نیز انجام مطالعات کانی سنگین، روابط پاراژنزی به صورت جدول ۴-۵ ارائه می گردد:

جدول ۴-۵ - بررسی های پاراژنزی و فرایندهای پیدایش کانی های کانسار ساز محدوده حلوربالا

ردیف	نام کانی	نوع مطالعات	فرایندهای هیپوژن	فرایندهای سوپرژن
۱	پیریت	مینرالوگرافی و کانی سنگین		
۲	کالکوپیریت	مینرالوگرافی		
۳	دیژنیت	مینرالوگرافی		
۴	کوولیت	مینرالوگرافی		
۵	کالکوسیت	مینرالوگرافی		
۶	مالاکیت	مینرالوگرافی و کانی سنگین		
۷	بروشانتیت	کانی سنگین		
۸	گالن	کانی سنگین		
۹	هیدروکسیدهای آهن	مینرالوگرافی و کانی سنگین		
۱۰	پیرولوزیت	مینرالوگرافی		
۱۱	اسمیت زونیت	کانی سنگین		
۱۲	همی مورفیت	کانی سنگین		
۱۳	اسفالریت	کانی سنگین		
۱۴	سروزیت	کانی سنگین		
۱۵	مالاکیت	مشاهده در نمونه دستی		



#### ۴-۱-۱-۲- بررسی آنالیزهای کانی‌شناسی و شیمیایی

در جریان عملیات کنترل آنومالی، تعداد ۳۶ نمونه مینرالیزه جهت انجام آنالیز شیمیایی به روش *ICP-OES* و ۷ نمونه جهت آنالیز *XRD* برداشت و به آزمایشگاههای مربوطه ارسال شد. نتایج آنالیز شیمیایی حاکی از بالا بودن عیار عناصر طلا، مس، سرب، روی، منگنز، نقره، آرسنیک و گاهی قلع است. مقدار طلا در برخی نمونه‌ها بالا و حداکثر مقدار آن ۳۳۷۰ میلی‌گرم در تن (نمونه ۷۰۳) گزارش شده است. میانگین و حداکثر مقدار مس در این نمونه‌ها به ترتیب ۲۰۷۷ گرم در تن و ۲/۵ درصد (در نمونه ۷۲۷) گزارش شده که این عیارها بسیار بالا و معنی‌دار است.

عناصر سرب و روی نیز در اغلب نمونه‌ها دارای عیار بالایی هستند. میانگین عیار سرب و روی در نمونه‌های این منطقه به ترتیب ۴۶۹۲ و ۷۷۸۰ گرم در تن و حداکثر مقدار عنصر سرب ۵۷۷۰۰ گرم در تن (در نمونه ۷۱۸) و حداکثر مقدار عنصر روی ۴۰۸۰۰ گرم در تن گزارش شده است. این چنین مقادیر میانگینی برای عناصر فوق الذکر، در میان نمونه‌های مینرالیزه قابل توجه است. میانگین عیار عناصر آنتیموان، نقره و کادمیم به ترتیب ۸۹/۵ و ۲۰ و ۱۷/۵ گرم در تن بوده و حداکثر مقدار عنصر آنتیموان ۷۵۹ گرم در تن (در نمونه ۷۰۳)، حداکثر مقدار نقره ۲۱۷ گرم در تن (در نمونه ۷۱۸) و حداکثر مقدار عنصر کادمیوم ۱۵۲ گرم در تن (در نمونه ۷۱۳) می‌باشد. بررسی این مقادیر و مقایسه آن با کلارک عناصر در پوسته زمین نشان از غنی‌شدگی این عناصر دارد.

بررسی نتایج آنالیز کانی‌شناسی نمونه‌های دگرسان به روش *XRD* نشان‌دهنده اینست که کانیهای فاز اصلی شامل کوارتز و کائولینیت و کانیهای فاز فرعی نمونه‌ها شامل گوتیت، مسکوویت، ایلیت، همتایت و کلریت می‌باشد.



۴-۱-۲- منطقه امیدبخش شماره دو ( بخش شمال و خاور روستای ویرایی )

این محدوده به مساحت ۱۰ کیلومتر مربع به مختصات جدول ۴-۶ در بخش خاوری و شمالی روستای ویرایی قرار دارد. در این محدوده آنومالی های گسترده ای از عناصر قلیایی، نادر خاکی و عناصر حرارت بالا نظیر تنگستن، قلع و بیسموت تظاهر داشته که مطالعه نمونه های کانی سنگین با وجود کانیهای نظیر شلیت آنومالی های فوق را تأیید می کند. بنابراین پیشنهاد می شود علاوه بر اندیس شناسایی شده، این آنومالی ها نیز کنترل گردد.

جدول ۴-۶- مختصات چهارگوش محدوده ویرایی

	X	Y
A	248568	3848756
B	249703	3846147
C	245792	3845748
D	245276	3847324

آنومالی های ژئوشیمیایی در این محدوده به شرح جدول زیر است:

جدول ۴-۷- نمونه های شاهد ناهنجاری ژئوشیمی محدوده ویرایی

شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	شدت آنومالی	نوع آنومالی	لیتولوژی	X	Y
60	11.5	درجه ۲	Sn	گرانیت، گرانودیوریت	249101	3846073
	10.3	درجه ۲	W			
61	10.5	درجه ۲	W	گرانیت، گرانودیوریت	249571	3846049
62	82	درجه ۲	As	گرانیت، گرانودیوریت	249297	3846367
	2.7	درجه ۲	Mo			
	12.3	درجه ۱	W			
63	13.7	درجه ۱	W	گرانیت، گرانودیوریت	249356	3846816
251	12	درجه ۱	Au	هورنفلس	245383	3845435
	159	درجه ۳	Zn			
252	173	درجه ۳	Zn	هورنفلس	245149	3845884
253	2070	درجه ۲	Mn	هورنفلس	244723	3846188
	59200	درجه ۱	Fe			
	190	درجه ۳	Zn			





شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	شدت آنومالی	نوع آنومالی	لیتولوژی	X	Y
261	56800	درجه ۲	Fe	هورنفلس	245274	3846037
	155	درجه ۳	Zn			
266	6	درجه ۲	Au	هورنفلس	244975	3846690
	2340	درجه ۱	Mn			
	57200	درجه ۲	Fe			
	174	درجه ۳	Zn			
268	6	درجه ۲	Au	هورنفلس	245819	3845739
	96	درجه ۲	As			
	2.8	درجه ۱	Bi			
271	6	درجه ۲	Au	هورنفلس	246195	3846847
	5.7	درجه ۱	Bi			
272	62.4	درجه ۲	Cu	هورنفلس	246063	3847069
	167	درجه ۳	Zn			
286	0.68	درجه ۲	Ag	پگماتیت	247746	3848141
	99.3	درجه ۱	As			
288	108	درجه ۲	Pb	گرانیت، گرانودیوریت	248432	3848111
	2.6	درجه ۲	Mo			
291	2.6	درجه ۲	Mo	پگماتیت	247439	3847539
	10.2	درجه ۲	W			
294	110	درجه ۱	As	گرانیت، گرانودیوریت	248269	3847629
	10.6	درجه ۲	W			
295	2.9	درجه ۲	Mo	گرانیت، گرانودیوریت	248586	3847562
	10.1	درجه ۲	W			
296	1.7	درجه ۲	Bi	پگماتیت	247110	3847229
303	2.9	درجه ۲	Mo	گرانیت، گرانودیوریت	248700	3847197
304	10.7	درجه ۲	W	گرانیت، گرانودیوریت	248031	3846933
305	2.5	درجه ۲	Mo	گرانیت، گرانودیوریت	248359	3846831
312	2.1	درجه ۱	Bi	پگماتیت	246757	3846627
318	10.8	درجه ۲	Sn	پگماتیت	247394	3846158
300A	85.6	درجه ۲	As	گرانیت، گرانودیوریت	247814	3846748
	10.9	درجه ۲	Sn			

ناهنجاری‌های کانی سنگین در این منطقه امیدبخش به شرح زیر است:



جدول ۴-۸- نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های مینرالیزه در محدوده ویرابی

شماره نمونه	عیار (گرم در تن)	نوع کانی سنگین	لیتولوژی	X	Y
H.M-208	PTS	Cerussite	شیست و مرمر	243354	3845435
	PTS	Galena			
H.M-235	PTS	Cerussite	هور نفلس	244597	3845338
	PTS	Galena			
H.M-241	PTS	Silver	هور نفلس	245373	3844836
H.M-242	PTS	Scheelite	هور نفلس	245737	3844742
H.M-244	PTS	Galena	هور نفلس	246311	3844271
H.M-251	PTS	Cerussite	هور نفلس	245383	3845435
	PTS	Galena			
H.M-259	PTS	Cinnabar	هور نفلس	245575	3845592
H.M-261	PTS	Scheelite	هور نفلس	245274	3846037
H.M-263	PTS	Cerussite	هور نفلس	245205	3846350
	PTS	Scheelite			
H.M-270	PTS	Cerussite	هور نفلس	246015	3846468
	PTS	Scheelite			
	PTS	Galena			
H.M-272	PTS	Cerussite	هور نفلس	246063	3847069
	PTS	Gahenite			
	PTS	Galena			
H.M-280	PTS	Scheelite	پگماتیت	246848	3847301
H.M-302	PTS	Native Copper	پگماتیت	248363	3847257
H.M-304	PTS	Native Copper	پگماتیت	248031	3846933
H.M-331	PTS	Scheelite	گرانیت، گرانودیوریت	249298	3845772
H.M-372	PTS	Cerussite	شیست و مرمر	246670	3842900
	PTS	Smithsonite			
	PTS	Scheelite			
	PTS	Galena			
H.M-50	27.74	Barite	گرانیت، گرانودیوریت	250040	3845180
	4.01	Cerussite			
	6.94	Galena			
H.M-53	PTS	Cerussite	گرانیت، گرانودیوریت	249772	3845536
	PTS	Galena			
H.M-54	PTS	Cerussite	گرانیت، گرانودیوریت	249680	3845618
	PTS	Galena			
H.M-65	PTS	Cerussite	گرانیت، گرانودیوریت	237226	3842136
	PTS	Galena			



مهمترین رخنمون سنگی در این محدوده واحد توده گرانیتهی الوند است. این واحد بخش وسیعی از شمال خاور محدوده اکتشافی را در بر می‌گیرد و ترکیب سنگ‌شناسی آن در سه گروه زیر قابل تفکیک است:

- گرانیتهای پرفیری با ترکیب گرانیته - گرانودیوریت که حجم اصلی گرانیتهای الوند را تشکیل می‌دهد.
  - بیوتیت گرانیتهها و گرانودیوریت‌های غنی از کانیهای دگرگونی و میگماتیت‌ها که حد واسط میگماتیت‌ها و گرانیته‌های پرفیری الوند هستند و در آنها تکه‌های سنگ دگرگونی و بلورهایی از آندالوزیت، سیلیمانیت، کیانیت و گرونا دیده می‌شود.
  - تونالیت، کوارتز دیوریت و دیوریت‌ها که بصورت قطعات گردشده یا گزنولیت‌های بزرگ و کوچک در حاشیه یا درون توده اصلی به شکل شناور دیده می‌شوند.
- این واحد بدخل مجموعه شیست‌های منطقه نفوذ کرده و آنها را به مجموعه‌ای از هورنفلس‌های کردیریت‌دار و لکه‌ای تبدیل کرده است.
- در مرحله کنترل آنومالی تعداد ۲۰ نمونه کانی سنگین، ۳ نمونه جهت آنالیز کانی‌شناسی به روش *XRD* و ۱۷ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به روش *ICP* برداشت گردید که مشخصات نمونه‌های مینرالیزه در جدول ۴-۱۰ آورده شده است.
- بررسی‌های زمین‌شناسی نشان‌دهنده نفوذ توده گرانیتهی الوند به داخل شیست‌های منطقه و تبدیل آنها به هورنفلس است. در داخل مجموعه گرانیتهی توده‌های آپلیتی و پگماتیتهی ناشی از فرایندهای بعد ماگمایی شکل گرفته است. توده گرانیتهی گاهی متحمل فرسایش پوسته پیازی شده است.



شکل ۴-۳۶ - نمایی از نفوذ واحد گرانیتی به داخل مجموعه شیست و مرمر در مجاور روستای ویرایی



شکل ۴-۳۷ - فرسایش پوست پیازی گرانیت الوند



نتایج حاصل از عملیات کنترل آنومالی نشان می‌دهد، مهمترین کانه‌زایی موجود در این محدوده اندیس مس- آهن ویرایی است. این اندیس به مختصات ۲۴۵۲۲۲ و ۳۸۴۵۱۳۱ در مجاورت روستای ویرایی واقع شده است. این اندیس متشکل از رخنمون سیلیسی حاوی کانی‌های هیدروکسید آهن ( هماتیت، گوتیت و لیمونیت ) به همراه ملاکیت است. این اندیس مساحتی در حدود ۶ متر مربع را در بر می‌گیرد. از این اندیس نمونه‌های ۷۵۱ و ۷۵۲ ( همچنین نمونه‌های ۷۴۹ و ۷۵۰ به فاصله کمی از محل رگه و در اطراف آن ) برداشت شده است.



اشکال ۴-۳۸- رگه های سیلیسی همراه هوازدگی هماتیتی- لیمونیتی، اندیس مس روستای ویرایی ( کانی زایی آهن- مس به شکل کالکوپیریت، گوتیت، کوولیت و بورنیت )



جدول ۴-۹- مشخصات نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه امیدبخش ویرایی

نمونه های سنگی مینرالیزه	Y	X	NO
کنتاکت گرانیت الوند و شیست‌های دگرگونی	3846170	246561	87-LT-736
نمونه هورنفلسی شده با قطعات بسیار ریز تیره رنگ	3845957	246451	87-LT-737
سنگ آلتزه رسی سفید رنگ با لکه‌هایی از آهن و منگنز	3846163	246424	87-LT-738
گرانیت آلتزه الوند حاوی لکه‌های هماتیتی قرمز رنگ	3846314	246838	87-LT-739
گرانیت آلتزه الوند رسی شده در حد بسیار جزیی	3846350	246865	87-LT-740
سنگ گرانیتی آلتزه دارای لکه های هماتیتی برنگ قرمز	3847335	246747	87-LT-741
سنگ گرانیتی آلتزه رسی بمیزان بسیارناچیز	3847365	246776	87-LT-742
گرانیت آلتزه رسی با هوازدگی هماتیتی- لیمونیتی	3847016	247525	87-LT-743
گرانیت آلتزه رسی با هوازدگی هماتیتی- لیمونیتی	3847076	247561	87-LT-744
گرانیت آلتزه شیری رنگ (رسی شده)	3847341	246953	87-LT-745
گرانیت آلتزه رسی برنگ قهوه ای روشن با هوازدگی لیمونیتی	3847380	246974	87-LT-746
سنگ گرانیت الوند که آلتراسیون رسی نشان می‌دهد	3847618	246315	87-LT-747
گرانیت حاوی آلتراسیون رسی و سیلیسی	3847636	246355	87-LT-748
اندیس مس-آهن (گوتیت-مالاکیت) مشخص شده در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ توپسرکان جنب روستای ویرایی	3845166	245202	87-LT-749
اندیس مس حاوی کانی‌سازی مس-آهن	3845121	245261	87-LT-750
در محدوده اندیس مس و در داخل رگچه سیلیسی نمونه‌برداری شده حاوی بورنیت و احتمالاً کوولیت	3845131	245222	87-LT-751
از داخل رگه سیلیسی اندیس مس حاوی بورنیت+گوتیت+پیریت	3845176	245244	87-LT-752
رگه سیلیسی حاوی هوازدگی لیمونیتی-هماتیتی	3845731	243607	87-LT-753
رگه سیلیسی با هوازدگی لیمونیتی-هماتیتی برنگ قرمز- قهوه ای	3845754	243651	87-LT-754
رگه سیلیسی همراه با لکه های هماتیت- لیمونیت	3845336	243628	87-LT-755

#### ۴-۱-۲-۱- مطالعات مینرالوگرافی و بررسی‌های پاراژنزی

در جریان عملیات کنترل آنومالی تعداد سه نمونه جهت تهیه مقطع صیقلی و مطالعه

مینرالوگرافی برداشت گردید. نتایج آن به شرح زیر است:

نمونه *P0-749*: این نمونه عمدتاً از کوارتز تشکیل شده که شکستگی‌های آن توسط رگچه‌های گوتیت و ملاکیت پر شده است. با توجه به مشاهده بقایای کانه کالکوپیریت می‌توان گفت، این کانه‌های ثانویه عمدتاً از تجزیه آن حاصل شده‌اند.

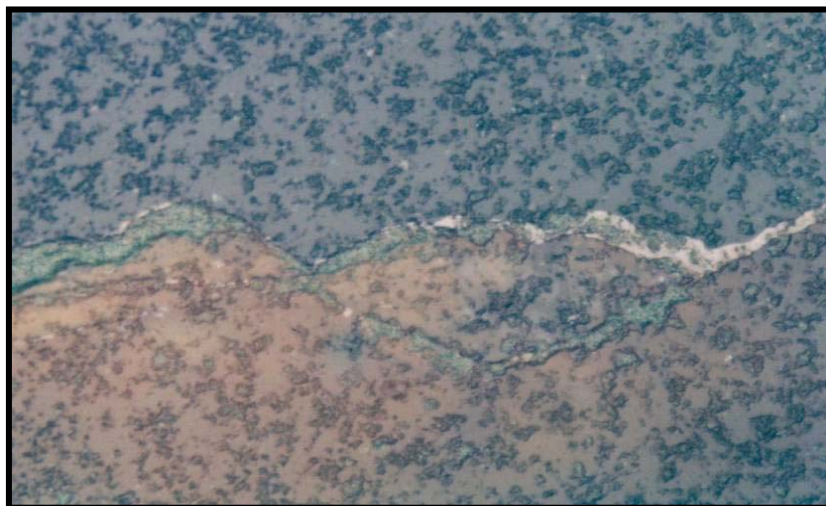


شکل ۴-۳۹- رگچه‌های گوتیت و ملاکیت داخل کوارتز

نمونه *P0-751*: این نمونه عمدتاً از کوارتز تشکیل شده که توسط رگچه‌های ملاکیت و پیریت قطع شده است. پیریت‌ها در حال تجزیه به هیدرواکسیدهای ثانویه آهن (گوتیت و لیمونیت) می‌باشند. گوتیت از خود بافت اسفنجی نشان می‌دهد.



شکل ۴-۴۰- رگچه‌های ملاکیت و پیریت داخل گانگ کوارتز



شکل ۴-۴۱- رگچه پیریت و ملاکیت داخل کوارتز

نمونه  $P_0-752$ : این نمونه از کوارتز تشکیل شده که توسط رگچه های پیریت قطع شده و حفرات آن توسط ملاکیت پر شده است.



شکل ۴-۴۲- رگچه های پیریت که گانگ کوارتز را قطع نموده است





#### ۴-۱-۲-۲- بررسی آنالیزهای کانی شناسی و شیمیایی

در جریان عملیات کنترل آنومالی از محدوده اکتشافی ویرایی تعداد ۲۰ نمونه مینرالیزه جهت آنالیز شیمیایی به روش *ICP-OES* و ۳ نمونه جهت آنالیز *XRD* برداشت و به آزمایشگاه ارسال شد. براساس نتایج آنالیز شیمیایی، مهمترین آنومالی مربوط به عنصر آهن می باشد. عیار آهن در نمونه برداشت شده از اندیس آهن - مس محدوده ویرایی قابل توجه است. عیار آهن در دو نمونه ۷۵۱ و ۷۵۲ بمیزان ۴۷ و ۵۴ درصد و عیار مس در این نمونه‌ها به ترتیب ۱۴۰۰ و ۷۰۴ گرم در تن می باشد. در میان نمونه‌های برداشت شده برخی نمونه‌ها دارای عیار سرب و روی بالایی دارند. در مجموع بررسی‌های نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در محدوده اکتشافی ویرایی نشان می دهد که عیار نمونه‌های برداشت شده از این محدوده نسبت به منطقه حلور بالا کمتر بوده و از لحاظ اکتشافی در اولویت دوم قرار می گیرد.

نتایج آنالیز کانی شناسی نمونه‌های دگرسان به روش *XRD* نشاندهنده حضور کانی‌های سیلیس، کائولن، مسکویت، گوتیت در آنهاست.

#### ۴-۱-۳- بررسی‌های کانی سنگین در مرحله کنترل آنومالی

در مرحله کنترل آنومالی از محدوده منطقه امیدبخش شماره یک ( منطقه حلوربالا ) و منطقه امیدبخش شماره دو ( منطقه ویرایی ) مجموعاً تعداد ۴۲ نمونه کانی سنگین برداشت گردید. بررسی و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین بر روی نمونه‌های آبرفتی نشانگر حضور کانه‌های سرب و روی است. نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین در مرحله کنترل آنومالی در جدول ۴-۱۲ آورده شده که به شرح زیر است:

۱- در میان ۴۲ نمونه کانی سنگین برداشت شده ۱۱ نمونه حاوی کانه اسمیت زونیت است. در میان این نمونه‌ها، نمونه‌های ۶۳۱ و ۶۰۴ دارای مقادیر قابل توجهی از این کانه است.

۲- با عنایت به نتایج مطالعات انجام شده ۲۰ نمونه حاوی سروزیت و گالن است. مهمترین



این نمونه‌ها شامل ۶۰۴، ۶۳۱ و ۶۳۳ است.

۳- از کانه های گروه مس می توان به مالاکیت اشاره کرد. مالاکیت در سه نمونه مشاهده شده

است. در میان این نمونه‌ها نمونه‌های ۶۰۴، ۶۱۰ و ۶۳۱ حاوی ۱ ذره از این کانی هستند.

۵- از کانه های آهن دار مشاهده شده در کانی های سنگین برداشت گردیده می توان به

مگنتیت، هماتیت و گوتیت اشاره نمود که دارای مقادیر قابل توجهی از این کانه ها نسبت به دیگر

کانه های مشاهده شده است.

با توجه به نتایج مطالعات کانی سنگین در این مرحله و مقایسه آن با نتایج مطالعات نمونه‌های

پایین دست برداشت شده در مرحله قبل این طور بنظر می‌رسد که کانه‌های سرب و روی در هر دو

سری برداشت وجود دارد، با این تفاوت که در این مرحله عیار آن پایین تر بوده و غنی شدگی

مرحله قبل را نشان نمی‌دهد.

جدول ۴-۱۰- نتایج مطالعه مهمترین نمونه‌های کانی سنگین

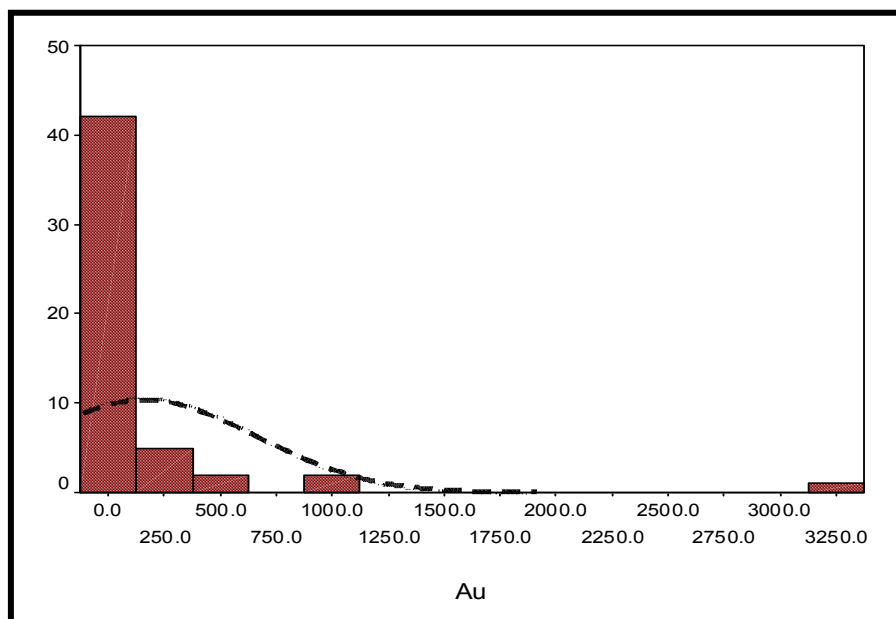
Sam . No	Galena+ Cerussite	Goethite	Hematite	Magnetite	Malachite	Smithsonite
87-HM-600	0.30		296.80			PTS
87-HM-601	PTS(5)					PTS
87-HM-603	0.15					PTS
87-HM-604	14.04				PTS	11.44
87-HM-605	0.23					PTS
87-HM-607	PTS(6)					
87-HM-608	PTS(2)					
87-HM-609	PTS(3)					PTS
87-HM-610					PTS	
87-HM-624						
87-HM-626						
87-HM-629						
87-HM-631	41.60	141.44			PTS	4.16
87-HM-632	PTS(2)					PTS
87-HM-633	15.65					PTS
87-HM-634		68.93		693.33		
87-HM-635						
87-HM-636						
87-HM-637		46.08		272.29		
87-HM-640			620.10	1037.40		
87-HM-641						



#### ۴-۱-۴- بررسی ژئوشیمیایی نمونه‌های مینرالیزه

در نتیجه عملیات کنترل آنومالی، تعداد ۵۶ نمونه مینرالیزه و دگرسان شده از محدوده زونهای دگرسانی، اندیسهای معدنی و خصوصاً بالادست نمونه‌های ژئوشیمی و کانی سنگین دارای ناهنجاری، بخصوص در محدوده‌های امیدبخش حلوربالا و ویرایی برداشت شد. این نمونه‌ها در آزمایشگاه شرکت زرآزما مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج حاصل از بررسی‌های ژئوشیمیایی به شرح زیر است:

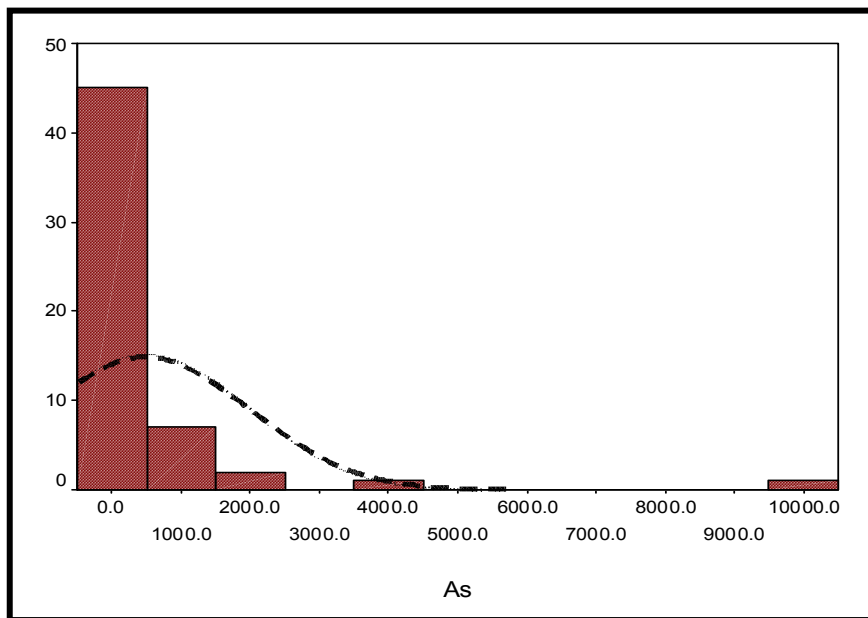
۱- مقدار عنصر طلا اغلب در حد سنسورد بوده و مقادیر غیرسنسورد آن نیز تا حدود بخصوص در نمونه‌های منطقه حلور بالا قابل توجه است. این عنصر دارای خاصیت غیرنرمال بوده و ماکزیمم عیار آن ۳۳۷۰ میلی‌گرم در تن مربوط به نمونه ۷۰۳ است. از نمونه‌های قابل توجه دیگر نمونه ۷۰۵ و ۷۰۲ می‌باشد که دارای ۱۰۹۰ و ۸۹۰ میلی‌گرم در تن است. نمونه‌های مذکور از منطقه حلوربالا برداشت شده است. با توجه بررسی‌های آماری داده‌های این عنصر طبیعی غیرنرمال دارد. وجود مقادیر غیر عادی این عنصر سبب بوجود آمدن خاصیت غیرنرمال این عنصر شده است.



شکل ۴-۴۳- نمودار فراوانی طلا در نمونه‌های مینرالیزه

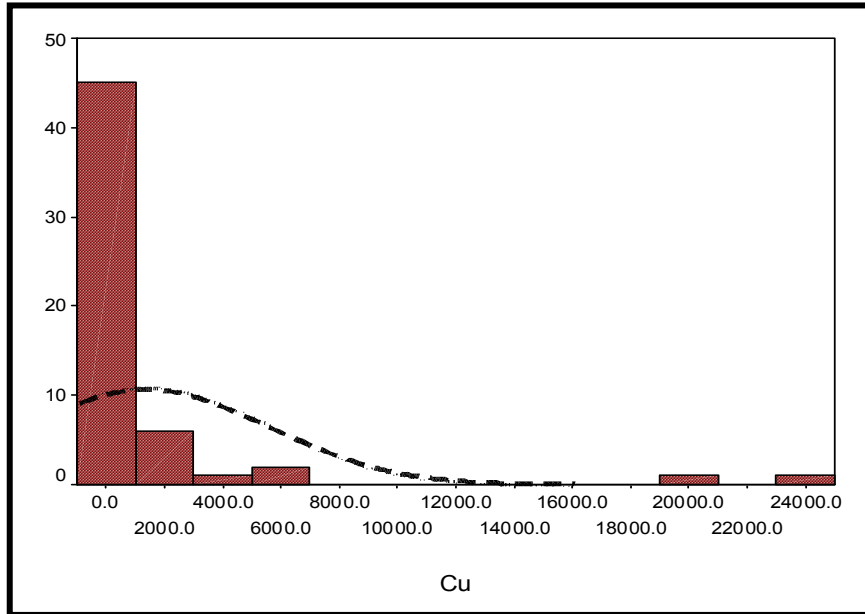


۲- آرسنیک از عناصر مهم و پارائنز طلا در این محدوده می‌باشد. میانگین مقدار  $As$  در این منطقه ۴۸۹ گرم در تن و حداکثر مقدار آن ۱۰۴۰۰ گرم در تن می‌باشد. فراوانی آرسنیک در پوسته قاره‌ای ۱/۵ تا ۲ گرم در تن است، ولی گاهی بر اثر تجمع این ماده به ۶۰ گرم در تن می‌رسد. با توجه به این مقدار غنی‌شدگی این عنصر نسبت به کلارک پوسته قاره‌ای تا ۲۵۰ برابر تغییر می‌کند. عنصر آرسنیک دارای همبستگی خوبی با آنتیموان است. با توجه به این مقدار می‌توان گفت، زون‌های دگرسانی منطقه مورد مطالعه دارای مقدار بالایی از آرسنیک است.



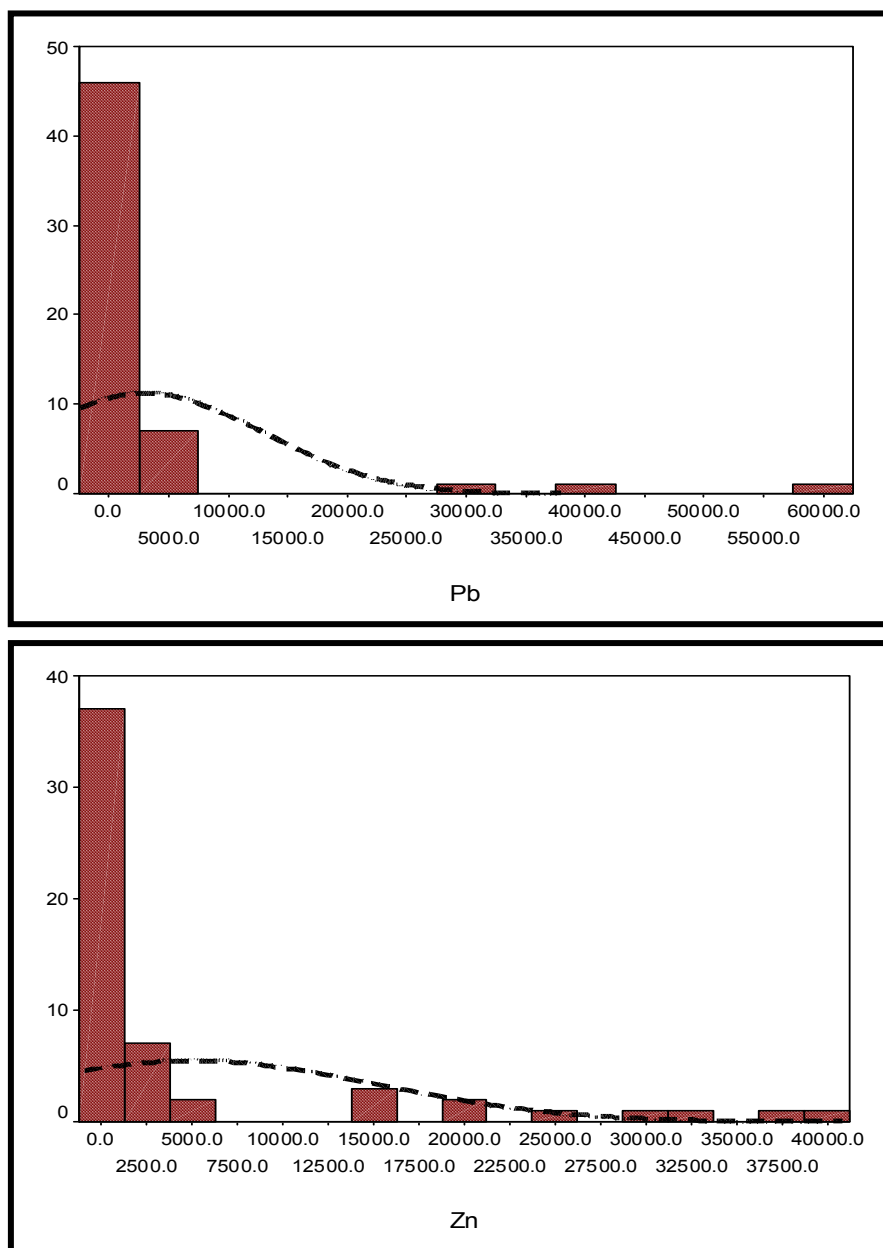
شکل ۴-۴- نمودار فراوانی آرسنیک در نمونه‌های مینرالیزه

۳- مس یکی دیگر از عناصر مهم اکتشافی است. میانگین این عنصر در میان نمونه‌های مینرالیزه ۱۳۹۳ گرم در تن و حداکثر مقدار آن ۲۴۵۰۰ گرم در تن است. در میان رخنمون‌های مینرالیزه اغلب نمونه‌های واقع در محدوده آنومالی دار شماره یک دارای عیارهای بالایی است و مقدار آن بالای ۱۰۰۰ گرم در تن است. همچنین عیار این عنصر در نمونه‌های برداشت شده از اندیس آهن - مس نیز از مقدار قابل توجهی برخوردار است.



شکل ۴-۴۵- نمودار فراوانی مس در نمونه‌های مینرالیزه

۴- سرب و روی نیز جزء مهمترین عناصر اکتشافی است. بالاترین عیار این عناصر به ترتیب ۵۷۷۰۰ و ۴۰۸۰۰ گرم در تن و میانگین آنها به ترتیب ۳۰۴۲ و ۵۰۷۳ گرم در تن است. این عناصر خاصیت لاگ - نرمال داشته و بیش از ۱۰ نمونه دارای مقدار ناهنجار است. مهمترین نمونه‌های ناهنجار این عناصر مربوط به نمونه‌های محدوده آنومالی شماره ۱ ( شمال حلور بالا ) است. در این منطقه کانه‌زایی سرب و روی به شکل لنز و لایه‌ای در میان شیست‌های منطقه گسترش دارد.



شکل ۴-۴۶- نمودارهای فراوانی سرب و روی در نمونه‌های مینرالیزه

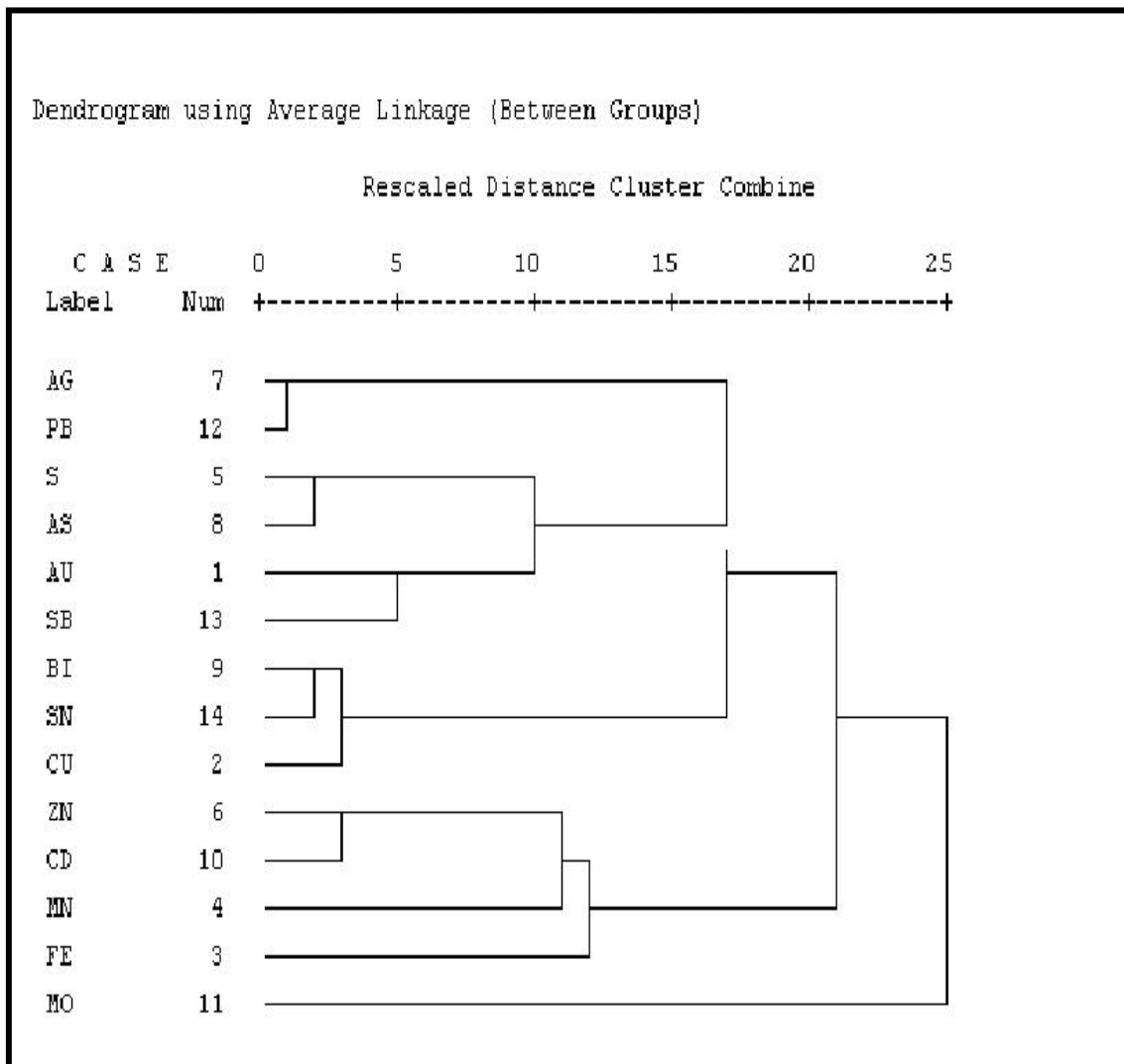
جهت بررسی روابط زایشی عناصر در واحدهای سنگی، همبستگی خوشه‌ای بین عناصر تهیه شده است. نتایج حاصل از همبستگی خوشه‌ای بین عناصر در ۵۶ نمونه سنگی نشانگر حضور روابط زایشی غنی بین برخی از عناصر می‌باشد، به طوری که بالاترین میزان همبستگی بین عناصر  $Ag, Pb$  می‌باشد. در این میان مولیبدن کمترین همبستگی را با سایر عناصر دارد.



براساس آنالیز خوشه‌ای ( شکل ۴-۴۷ ) عناصر به چهار گروه مختلف تقسیم می‌شوند که به

شرح زیر می‌باشد:

- ۱- گروه اول متشکل از عناصر سرب و نقره است. در این گروه عناصر سرب و نقره که همبستگی نسبتاً خوبی با گوگرد دارند، در فاز سولفوری در رگه‌های پلی متال شکل گرفته اند.
- ۲- در گروه دوم آرسنیک همراه با آنتیموان، طلا و گوگرد همبستگی خوبی دارد. این عناصر در زون‌های دگرسانی مجاور رگه‌های پلی متال منطقه شکل گرفته اند.
- ۳- در گروه سوم مس، بیسموت و قلع با همبستگی خوب در کنار یکدیگر واقع هستند. در این گروه عناصر مذکور به صورت سولفیدی حضور دارند. غنی شدگی این عناصر مربوط به فازهای حرارت بالا در مجاورت توده نفوذی الوند است
- ۴- در گروه چهارم عناصر آهن، منگنز، روی و کادمیم با همبستگی خوب قرار دارند. غنی شدگی این عناصر به همراه منگنز در گروه چهارم ناشی از عملکرد فرایندهای شستشو بر روی رگه‌های پلی‌متال است که اغلب به شکل اکسیدی و کربناته شکل می‌گیرند.



شکل ۴-۴۷- آنالیز خوشه‌ای نمونه‌های مینرالیزه

#### ۴-۱-۵- مدل ارائه شده برای کانسارهای منطقه

با توجه به بررسی‌های انجام شده در محدوده امیدبخش شماره یک، این کانسارها از نوع کانسارهای پلی‌متال دگرگون شده حاوی طلا است. شکل‌گیری این کانسارها مربوط به صعود سیالات دگرگونی حاوی مواد معدنی در امتداد مناطق برشی و ته‌نشینی مواد معدنی در امتداد این مناطق است. فایف و هنلی (۱۹۷۳) شرایطی را در نظر گرفته‌اند که در آن رخساره‌های رسوبی در شرایط رخساره شیبست سبز تا آمفیبولیت دگرگون می‌شوند. در این شرایط سنگ‌های مذکور





حدود ۲٪ از آب خود را از دست می دهند و چنانچه نمک موجود باشد و اکسیژن توسط مجموعه مگنتیت - سیلیکات آهن بافر شود، در این صورت حلالیت طلا در درجه حرارت ۵۰۰ درجه سانتیگراد به ۰/۱ گرم در تن خواهد رسید. در این صورت سیالات حاوی طلا و عناصر پارائنز به داخل شکستگی ها نفوذ کرده و در اثر پمپ شدن توسط حرکات زمین لرزه به طرف بالا حرکت می کنند. بر اساس محاسباتی که فایف و هنلی (۱۹۷۳) برای تعیین طلا، سیلیکا و آب مورد نیاز در سنگ های منبع جهت تشکیل سیال کانسارساز انجام شده است این نحوه تشکیل امکان پذیر می باشد.

در محدوده امیدبخش شماره دو در حوالی روستای ویرایی، کانه زایی مس و آهن از نوع کانسارهای حاصل از دگرگونی مجاورتی است که در اثر نفوذ توده گرانیتهی الوند به داخل واحد شیستی حاصل شده است.