

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	
پیشگفتار	
سپاسگذاری	

فصل اول: کلیات

1-1- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی	
1-2- ژئومورفولوژی	
1-3- تاریخچه مطالعات قبلی	
1-4- روش پژوهش و تکنیکهای آزمایشگاهی	
منابع	

فصل دوم: زمین شناسی عمومی البرز غربی - آذربایجان

2-1- زمین شناسی عمومی البرز غربی - آذربایجان	
2-2- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه	
2-2-1- شرح واحدهای چینه ای	

..... 2-2-2- شرح واحدهای سنگی

عنوان صفحه

..... 2-2-3- آلتراسیونهای هیدروترمالی

..... 2-3- جمع بندی و نتیجه گیری

..... منابع

فصل سوم: پتروگرافی و پترولوژی سنگهای آذرین

«با تأکید بر مسائل زمین شناسی اقتصادی»

..... 3-1- پتروگرافی سنگهای آتشفشانی ائوسن

..... 3-2- پتروگرافی سنگهای آتشفشانی الیگوسن

..... 3-3- پتروگرافی سنگهای آتشفشانی نئوژن- کوارترنر

..... 3-4- پتروگرافی سنگهای نیمه عمیق

..... 3-5- پتروگرافی سنگهای آذرین درونی

..... 3-6- پترولوژی توده های نفوذی از دیدگاه زمین شناسی اقتصادی

..... 3-6-1- رده بندی نور ماتيو توده های نفوذی

..... 3-6-2- رده بندی توده های نفوذی براساس اکسیدهای اصلی

..... 3-6-3- سریهای ماگمایی سنگهای آذرین درونی

..... 3-6-4- شرایط تشکیل توده های نفوذی از نظر عمق، حرارت و فشار

عنوان صفحه

..... 3-6-5 محیط تکتونیکی جای گیری توده های نفوذی

..... 3-7 جمع بندی و نتیجه گیری

..... منابع

فصل چهارم: مطالعات سیالات درگیر و ژئوترمومتری

..... 4-1 ترمومتری سیالات درگیر

..... 4-1-1 مقدمه

..... 4-1-2 روشهای مطالعه

..... 4-1-3 انواع سیالات درگیر

..... 4-1-4 ترمومتری کانی سازیهای رگه ای

..... 4-1-5 ترمومتری محدوده ای آلتراسیون هیدروترمالی

..... 4-2 ترمومتری براساس آنالیز کلریتها

..... 4-2-1 اصول و مبانی ترمومتری بوسیله کلریتها

..... 4-2-2 ترمومتری کلریتها در مناطق پنج گانه آلتراسیونی

..... 4-3 نتیجه گیری از مطالعات ترمومتری سیالات درگیر و کلریتها

..... منابع

فصل پنجم: کانی شناسی و ژئوشیمی آلتراسیونهای هیدروترمالی

- 5-1- مقدمه
- 5-2- رده بندی مناطق آلتراسیونی براساس شواهد کانی شناسی
- 5-3- خصوصیات ژئوشیمیایی محدوده های پنج گانه آلتراسیون هیدروترمالی
- 5-3-1- بررسی نمونه های دگرسانی و غیر دگرسانی از دیدگاه ژئوشیمی
- 5-3-2- بررسی زونهای آلتراسیونی از نظر خصوصیات ژئوشیمیایی
- 5-3-3- بررسی ویژگیهای ژئوشیمیایی محدوده های پنجگانه آلتراسیون
- 5-4- موقعیت توده های احتمالی کانی سازی شده در محدوده های آلتراسیون
- 5-5- نتیجه گیری و جمع بندی
- منابع

فصل ششم: مینرالوگرافی

- 6-1- مطالعه میکروسکوپی مقاطع صیقلی
- 6-2- مطالعه مقاطع صیقلی بوسیله میکروپروپ
- 6-2-1- مطالعات نمونه های مربوط به کانی سازی رگه ای
- 6-2-2- مطالعه نمونه های پیریت دار به وسیله میکروسوند

..... 3-6- جمع بندی و نتیجه گیری

..... منابع

فصل هفتم: متالورژی منطقه مورد مطالعه

..... 1-7- کانی سازی طلا

..... 1-7-1- تشکیل کمپلکسها، حمل و نهشت ترکیبات طلا

..... 2-7-1- شواهد، اثرات و چگونگی کانی سازی طلا در منطقه مورد مطالعه

..... 2-7- کانی سازی مس

..... 3-7- کانی سازی سرب و روی

..... 4-7- کانی سازی کانیه‌های پگماتیتی

..... 5-7- جمع بندی و نتیجه گیری

..... منابع

فصل هشتم: تکنونیک و مطالعات سنجش از دور

..... 1-8- شکل گیری پوسته قاره ای ایران و البرز غربی - آذربایجان

..... 2-8- تکنونیک عمومی البرز غربی - آذربایجان

عنوان صفحه

..... 3-8- تکنونیک منطقه مورد مطالعه براساس مطالعات سطحی و سنجش از دور

- 4-8 ارتباط تکنوتیک و فلز زایی در منطقه مورد مطالعه
- 5-8- جمع بندی و نتیجه گیری
- منابع

فصل نهم : نتیجه گیری و مقایسه متالورژی منطقه مورد مطالعه با مناطق طارم و آذربایجان

- 1-9- اشاره به کانی سازی و متالورژی منطقه مورد مطالعه
- 2-9- مقایسه ویژگیهای متالورژیک منطقه مورد مطالعه با منطقه طارم
- 3-9- مقایسه ویژگیهای متالورژیک منطقه طارم و آق کند - هسجین با آذربایجان
- 4-9- جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادات
- منابع

ضمایم

- جدول ضمیمه شماره 1- نتایج آنالیز 120 نمونه آتیره شده برای 33 عنصر
- جدول ضمیمه شماره 2- نتایج آنالیز 90 نمونه از سنگهای غیر آتیره برای 33 عنصر
- جدول ضمیمه شماره 3- مشخصات عمومی انکلوژیونهای بررسی شده از منطقه
- عنوان صفحه
- جدول ضمیمه شماره 4- نتایج آنالیز طلا برای 30 نمونه
- جدول ضمیمه شماره 5- نتایج آنالیز 10 عنصری برای 14 نمونه

- جدول ضمیمه شماره 6- نتایج آنالیز طلا برای 22 نمونه
- جدول ضمیمه شماره 7- نتایج آنالیز طلا برای 5 نمونه غیر آتره
- جدول ضمیمه شماره 8- نتایج آنالیز طلا، آنتیموان، اکسیدهای آهن و منگنز برای 13 نمونه ...
- جدول ضمیمه شماره 9- نتایج آنالیز اسکترومتري 30 عنصر برای 21 نمونه
- جدول ضمیمه شماره 10- نتایج آنالیز 67 نمونه آتره و غیر آتره برای عناصر اصلی
- جدول ضمیمه شماره 11- نتایج آنالیز 20 نمونه آتره برای عناصر آنتیموان و
- جدول ضمیمه شماره 12- لیست جداول، نمودارها، عکسها و نقشه ها
- یکبرگ نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:50000
- پنج برگ نقشه آلتراسیون سطحی با مقیاس 1:20000

چکیده

محدوده مورد بررسی در این رساله منطقه ای است به وسعت 1150 کیلومتر مربع در بخشی از ورقه 1:100/000 هشجین به مختصات $48^{\circ}00'$ - $48^{\circ}30'$ طول شرقی و $37^{\circ}00'$ - $37^{\circ}30'$ عرض شمالی. این منطقه در زون زمین شناسی البرز غربی - آذربایجان و در مرز سه استان آذربایجان شرقی، اردبیل و زنجان قرار می گیرد.

قدیمی ترین و گسترده ترین واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه مربوط به توفیتها و گدازه های درون آنهاست که متعلق به ائوسن و سازند کرج می باشد. گدازه های این منطقه بیشتر به صورت بازالت آندزیتی تراکی، بازالت و گاهی داسیتی است. طی حرکات کوه زایی کیمبرین پیشین و لارامین این منطقه یا کاملاً از آب خارج شده و یا به صورت دریای کم عمق درآمده است. ولکانیسم ائوسن نیز در یک محیط دریایی یا محیط خشکی صورت گرفته است. در الیگوسن همزمان با پلوتونیسم، منطقه شاهد ولکانیسم از نوع تراکیتی، تراکی داسیتی، ریولیتی و ایگنمبریتی است. دگر شیئی آشکاری بین این گدازه ها و توفیتهای سازند کرج مشاهده می شود. جوان ترین نهشته های منطقه مربوط به رسوبات آواری در حوضه فرو نشسته هشجین می باشد. آخرین تظاهرات ولکانیکی مربوط به زمان نئوژن یا کواترنر با ترکیب تراکی بازالتی است.

توده های نفوذی منطقه به صورت کوارتز مونزونیت، مونزونیت، مونزودیوریت، گرانودیوریت، مونزوگرانیت، گرانیت، کوارتزدیوریت، کوارتز سینیت و دیوریت است ولی سنگ غالب کوارتز مونزونیت می باشد. شواهد پتروگرافی نشانگر تبلور این توده ها در عمق کم می باشد. توده های ساب ولکان پورفیری با ترکیب عمدتاً کوارتز مونزونیتی و دیوریتی در کنار توده های نفوذی اصلی مشاهده می شود. اغلب نمونه های توده های نفوذی منطقه متعلق به سریهای غنی از پتاسیم و شوشونیت هستند. این توده های نفوذی از تیپ I و پرآلومین می باشند. محدوده حرارتی تبلور توده های نفوذی براساس اندازه گیریهای ترمومتری بیوتیتها بین $730^{\circ}C$ تا $880^{\circ}C$ با فوگاسیته اکسیژن 13- تا 17- و بین 700 تا $800^{\circ}C$ براساس نمودار نرماتیو $Qz-Ab-Or$ می باشد.

عمق جای گیری این توده ها براساس روش ترکیب شیمیایی آمفیبولها بین 1/4 تا 3 کیلومتر است. مقدار فشار بخار آب حاکم بر محیط تبلور این سنگها براساس نمودار $Q-Ab-Or$ بین 2 تا 10 کیلو بار می باشد. نمودارهای مختلف بیانگر جای گیری توده های نفوذی در رژیم فرورانشی و حواشی فعال قاره یا قوس آتشفشانی

است. رفتار عناصر نادر خاکی در نمودارهای عنکبوتی نیز رژیم قوس آتشفشانی و مرحله همزمان یا پس از برخورد را نشان می دهد.

مطالعات سیالات درگیر انجام شده بر روی کانی‌سازیه‌های رگه‌ای نشان می دهد که محدوده حرارتی فاز کانی سازی سرب و روی در این منطقه بین 220°C تا 240°C و فاز کانی سازی مس بین 280°C تا 320°C بوده است. محدوده حرارتی وسیع هموژنیزاسیون در سیالات درگیر منطقه نشانگر تأثیر سیالات با منشاء‌های مختلف در سیالهای کانی ساز است. براساس مطالعات سیالات درگیر شواهدی مبنی بر کانی سازی مس پورفیری در این منطقه بدست نیامد ولی کانی سازی طلای پورفیر امید بخش می باشد. براساس روش ترمومتری کلریتها، درجه حرارت تشکیل زون سریستیک بین 340°C تا 365°C ، زون آرژلیک پیشرفته بین 320°C تا 355°C ، زون آرژلیک متوسط بین 315°C تا 325°C و زون پروپلتیک بین 290°C تا 305°C بوده است.

در مطالعات صحرایی 5 محدوده بزرگ آلتراسیون هیدروترمالی جمعاً به مساحت 89 کیلومتر مربع در منطقه مورد مطالعه شناخته شد. ضمن تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:50/000 از تمام منطقه مورد مطالعه (23x50 کیلومتر) از هر 5 محدوده آلتراسیونی، نقشه آلتراسیون سطحی با مقیاس 1:20/000 تهیه گردید. توفیتهای سازند کرج و گدازه های بازالت آندزیتی و تراکی بازالت دارای بیشترین حجم در مناطق آلتراسیونی هستند. زونهای آلتراسیونی شناخته شده در مناطق پنجگانه براساس شواهد پتروگرافی و XRD شامل زون سریستیک، آرژلیک پیشرفته، متوسط، ضعیف، پروپلتیک، زئولیتی، کلریتی، سیلیسی، گرایزنی، آلونیتی و یا ترکیبی از این زونهاست. آلتراسیون سریستیک همیشه در پایین ترین تراز ارتفاعی قرار دارد. از مشخصات بارز آلتراسیونهای منطقه، گسترش آلونیت ثانویه بنام اپسومیت ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) در بخش سریستیک این مناطق است. در برخی از مناطق در زون آرژلیک پیشرفته این آلتراسیونها، معادن فعال کائولن وجود دارد. زونهای موجود در مناطق آلتراسیونی این

ناحیه بسیار شبیه به زونهای موجود در کانی سازیهای پورفیری است. غیر از مقادیر طلا و تنگستن، مقادیر عناصری مثل مس، نقره، مولیبدن، سرب و روی در حد کلارک و حتی پایین تر از آن است.

6 کانی سازی رگه ای مس، سرب و روی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد که تحت مطالعات مینرالوگرافی قرار گرفت. براساس این مطالعات مهم ترین کانیهای اولیه موجود در این کانسارها شامل مگنتیت، هماتیت، پیریت، ارسنوپیریت، بورنیت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت و تتراندريت است. وجود بافتیابی مثل اکسولوشن بین کالکوپیریت و بورنیت در کانسارهای مس منطقه، نشانگر تشکیل آنها در حرارت بالا (حدود $300^{\circ}C$) است. به نظر می رسد با دور شدن از توده های نفوذی از مقادیر مس کانی سازیهای رگه ای کاسته شده و ابتدا مقدار روی (اسفالریت) و سپس مقدار سرب (گالن) در کانی سازیها بیشتر می شود (سنجده، شاه علی بیگلو، خلف) همچنین از طرف جنوب شرق (نزدیک به طارم) به شمال غرب از حجم کانی سازیهای مس کاسته شده و به حجم کانی سازیهای سرب - روی افزوده می شود. براساس مطالعات میکروسوند کانیهای حرارت بالایی مثل ولفرامیت، شلیت و استانیت (کالکوپیریت قلع دار) در منطقه شناسایی گردید. همچنین از ترکیبات بیسموت، کانی ایکینیت در معدن رشت آباد مشخص گردید. آثار تلورور نیز در یک نمونه مشاهده شد. 5 نمونه از سنگهای پیریت دار منطقه با میکروپروپ بررسی شد ولی به آثار کانی سازی طلا در درون پیریت برخورد نشد.

آثار و شواهد زیادی که حاکی از کانی سازی طلا یا آغشتگی سنگهای منطقه به طلا باشد بدست آمد که می توان به موارد زیر اشاره نمود. مقدار متوسط طلا در نمونه های تصادفی مناطق آلتراسیون هیدروترمالی برابر با 90 ppb می باشد. شباهت زیادی بین توده های نفوذی و شکل آلتراسیونهای هیدروترمالی این منطقه با کانسارهای مس - طلا و طلای مزوترمال مشاهده می شود. گسترش زونهای آلونیتی و سیلیسی راهنمای خوبی برای پی جویی طلا می باشد. آثار کانی سازیهای قلع، تنگستن، و بیسموت می تواند به عنوان شواهدی مبنی بر کانی سازی طلا در نظر گرفته شود. وجود فوگاسیته بالای گوگرد در محلولهای کانی ساز و نیز ترکیبات تلورور،

ارسنیک و آنتیموان در منطقه، امیدواری برای کانی سازی طلا را بیتر می کند، وجود مس، نقره و مولیبدن در حد بسیار پایین از شواهد کانی سازیهای پورفیری طلا است. انجام اکتشافات سیستماتیک بیشتر در این منطقه به شواهد بهتر و بیشتری از یک کانی سازی مزو ترمال طلا در این ناحیه منجر خواهد شد. مقادیر بسیار پایین مس در حد کلارک در سنگهای ولکانیکی و توده های نفوذی امکان تشکیل پورفیری مس در این منطقه را غیر محتمل می نماید. وجود تورمالین، آپاتیت، ولفرامیت و شلیت می تواند بیانگر کانی سازی احتمالی تنگستن در این منطقه نیز است.

نقش پدیده های زمین شناسی ساختمانی اعم از چین خوردگی ها، گسلشها و سیستمهای درز شکاف در جای گیری توده ای نفوذی و گسترش مناطق آلتراسیون هیدرو ترمالی در این منطقه بسیار مهم می باشد. راستای کانی سازیهای رگه ای در هر منطقه بطور کامل از راستای اصلی شکستگیها در این مناطق تبعیت می نماید. دو راستای اصلی چین خوردگی و گسلش به صورت شمال غرب - جنوب شرق و شرقی - غربی در این منطقه به چشم می خورد. این پدیده ها ناشی از فاز چین خوردگی پیرینه در الیگوسن آغازی هستند. تغییر روند ساختارهای البرز غربی و طالش در منطقه مورد مطالعه در اثر حرکات رو به شمال (NNE) صفحه آذری و فشار این صفحه به بخش چین خورده البرز غربی و طالش بوده است و نقش حرکات راستگرد گسل تبدیلی طالش (میان - اردبیل)، حرکت چپگرد گسل تبدیلی ارس و حرکت راستگرد گسل تبریز - سلطانیه و چرخش صفحه آذری در ایجاد تغییر روندها بسیار مهم بوده است.

در مقایسه متالوژنیکی منطقه مورد مطالعه با مناطق طارم و آذربایجان می توان گفت که ترکیب کلی توده های نفوذی و سنگهای ولکانیکی منطقه طارم اسیدی تر از منطقه مورد مطالعه این رساله است. این امر در نوع آلتراسیونهای هیدرو ترمال در منطقه تفاوتی را ایجاد نموده است. مثلاً زونهای سیلیسی و آلونیتی در منطقه طارم

گسترده تر از این منطقه است. کانی سازی مس در طارم مهم تر از منطقه مورد مطالعه می باشد ولی در هر دو منطقه کانی سازی سرب و روی نیز مشاهده می شود.

شکل کانی سازیهای مس منطقه آذربایجان به دلیل وجود سنگهای آهکی کرتاسه بیشتر به صورت اسکارن است. کانی اصلی مس در این منطقه برخلاف منطقه طارم، کالکوپیریت است و مگنتیت بیشتر از منطقه مورد مطالعه و طارم در کنار کانسارهای مس مشاهده می شود. توده های اسیدی در آذربایجان نقش اصلی را در کانی سازیهای مس داشته اند ولی سنگهای تحت اشباعی مثل نفلین سینیت نیز در این منطقه مشاهده می شود. گسترش زونهای آلتراسیونی در منطقه طارم و آق کند - هشجین بیشتر از آذربایجان است و شواهد بیانگر آن است که احتمال کانی سازی طلای مزوترمال در منطقه مورد مطالعه بیشتر از آذربایجان باشد.

در نهایت لازم است یک بازنگری اساسی در ایالت متالورژیک طارم و آق کند - هشجین انجام گرفته و این منطقه از نظر کانی سازیهای مزوترمال و اپی ترمال طلا دوباره مورد اکتشافات سیستماتیک قرار گیرد.

Abstract:

The Studied area is located at 48°00" to 48°30" E and 37°00" to 37°30" N. covered 1150 Km² in the Hashjin quadrangle. The area is located in Alborz – Azarbaijan structural zone, along the border of East Azarbaijan, Aedabil and Zanjan provinces. The oldest rock unit in the area is tuffs and lava's of the karaj formation, which is widespread. This lava composed of andesitic basalt, trachy-basalt and dacitic rocks. During the Early Kimerian and Iaramid orogenic movement, this area probably was part of a shallow sea or a landmass. The Eocene volcanism occurred in a shallow marine or an aerial environment. During Oligocene, in association with plutonic rocks, volcanism of trachyte, trachy – dacite, rhyolite composition and relevant ignimbrite had occurred. These rocks overaly Karaj formation with a sharp angular unconformity. The youngest deposit in the area is detrital sediment in the Hashjin depression basin. The latest trachy-basalt rocks are related to the Neogene or Quaternary volcanic activity.

Intrusive rocks composed of quartz-monzonite , granodiorite , quartz-diorite , quartz-syenite and diorite, which quartz-monzonite is the dominant term. Petrographic evidence implies a shallow depth of crystallization for these rocks. Subvolcanic rocks of porphyritic texture and quartz-monzonite to dioritic composition, outcropped along the fringe of main intrusive bodies. Most of the intrusive rocks are high potassic, shoshonitic, peraluminous and I type. Crystallization temperature of intrusive rocks based on the biotite thermometry lies in 730-880°C while oxygen fugacity of -13 to -17. ON the basis of Qz-Ab-Or normative diagram, it lies in 700-800°C while water vapor pressure of 2 to 10 kbar. The emplacement depth is 1.4 to 3.0 km, based on chemical composition of amphiboles. Petrogenetic diagrams indicate the emplacement at subduction in active continental or volcanic arc, syncollision or postcollision environment for intrusive bodies. Microthermometric studies of vein mineralization indicate 220-240 °C for lead-zinc and 280-320°C for copper ore. The vast variations on homogenization temperature suggest different sources for the ore forming fluid(s). Fluid inclusion

studies haven't shown any evidence to support presence of porphyry copper mineralization in the area. Chlorite thermometry shows temperature of 340-365 °C for sericitic zone, 320-355 °C for advanced argilic zone, 315-325 °C for moderate argilic zone and 290-305 °C propylitic zone.

The whole area (23*50km) was in 1:50000 scale and five widespread hydrothermal alteration zones were mapped separately in 1:20000 scale. Tuffs and andesitic-basalt of Karaj formation covers most of the hydrothermally altered area. Petrographic and XRD studies of all alteration zones indicate the presence of sericitic, argilic (advanced, moderate and weak), propylitic, zeolitic, chloritic, silicic, greisen, alunite or combination of these zones. Sericitic alteration zone is always on the lowest topographic level. Prominent feature of alteration is occurrence of secondary alunite mineral, epsomite ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$). In few localities advanced copper deposits. With the exception of Au and W, concentration of Cu, Pb, Zn and Mo is near their Clark value.

Vein type mineralization of Cu-Pb-Zn, recorded at six localities in the studied area. The main ore minerals are magnetite, hematite, pyrite, arsenopyrite, bornite, chalcopyrite, galena, sphalerite and tetrahedrite. Exsolution texture of chalcopyrite and bornite indicates high formation temperature (300 °C) of copper mineralization. With the increasing of distance from intrusive, the Cu concentration decrease and Zn and later on Pb concentration increase in vein type mineralization (Senjedeh, Shahalibaghlu and Khalf areas). From the southeast toward the northwest extent of Cu mineralization decrease and Zn-Pb mineralization increase. Telluride only recognized in one sample. EPMA of pyrite for gold was carried out in 45 samples, which shows insignificant concentration.

There is some indication for fold mineralization in the area. Average of gold concentration in 35 random samples from hydrothermal alteration zone is 90 ppb. There are similarities between hydrothermal alteration. Mineralization style and intrusive rock geochemistry of the studied area with those of copper-gold and

mesothermal gold deposits. Alunitic and silicic alterations and Sn-W-Bi mineralization could be used as indicator of gold mineralization in the area. High sulfur fugacity, presence of telluride, arsenic and antimony in ore-bearing fluid increases the possibility of gold mineralization. Low Cu, Ag and Mo concentration is another characteristics of porphyry gold mineralization. Further systematic exploration program in the area may bear decisive evidence for mesothermal gold mineralization. Low Cu concentration in volcanic and intrusive rocks diminish the possibility of porphyry copper mineralization. Presence of tourmaline, apatite, wolframite and scheelite imply a weak tungsten mineralization in the area.

Structural features such as folds, joints and crack have a major role on emplacement of intrusive rocks and hydrothermal alteration development. Ore-bearing veins follow the dominant structural trend in the area, which are NW-SE and E-W. These trends were inherited from Pyrenean orogeny during early Oligocene. The NNE movement of the Azary microplate result in changes in structural trends of Folded West Azarbaijan and Tarom Mountain. Talesh (Mianeh – Ardebil) dextral transform fault, Araxis sinistral transform fault and Tabriz-Soltanieh fault have a major impact on rotation of Azary microplate and changes in structural trends.

Comparison of metalogenic features in the area with those of Tarom and Azarbaijan suggest the presence of some similarities and differences. Overall composition of intrusive and volcanic rocks of Tarom is more acidic compare with Aqkand-Hashjin, which affects the hydrothermal alteration features. For example, alunitic and silicic zone is well developed in Tarom. Cu mineralization is more significant in Tarom, Zn-Pb mineralization is the same. It seems a similar metalogenic model may apply for Tarom and Aqkand-Hashjin area.

Cu mineralization in Azarbaijan is skarn type due to presence of Cretaceous limestone. The main Cu-bearing ore mineral, contrary to Tarom is chalcopyrite and magnetite association with Cu mineralization is more obvious. The acidic intrusive

rocks have major role on mineralization in Azarbaijan, though understand intrusive such as nephelin syenite exist in the area. The alteration Zone in Tarom and Aqkand-Hashjin is well developed in comparison with Azarbaijan. The evidence indicates the significance of mesothermal gold mineralization in the area compare with Azarbaijan. The similarities in mineralization of Azarbaijan and lesser Caucasus may define a metallogenic province.

The present study shows the necessity of a fundamental review in Tarom and Aqkand-Hashjin metallogenic province features and conducting a systematic exploration program for epithermal and mesothermal gold mineralization.

پیشگفتار

با توجه به اسناد و مدارک تاریخی، منطقه البرز غربی و آذربایجان از دیر باز مورد توجه خاص معدن شناسان قرار داشته و وفورکانی سازه‌های رگه‌ای و پر عیار مس، سرب و روی و گاهی آهن و معادن زاج و کائولن برای تمام کسانی که دنبال معادن فلزی و غیرفلزی بوده اند جلب توجه نموده است. از طرفی در دهه‌های اخیر رساله‌های دانشجویی چندی در جهت تحلیل مسائل زمین شناسی و معدنی البرز غربی و آذربایجان به رشته تحریر درآمده است.

متأسفانه در کارهای اخیر به بخشهایی از این منطقه توجه کافی نشده و این بخشهایی به صورت نبود (Gap) اطلاعاتی در این زون خودنمایی می‌کند. از طرف دیگر از دید کلی و زمین شناسی اقتصادی به این منطقه توجه کمتری شده است و لذا بیشتر رساله‌ها به صورت محلی و موضعی تدوین گشته است.

وجود کانی سازه‌های متعدد رگه‌ای همراه با آلتراسیونهای بسیار گسترده هیدروترمالی در حد فاصل شمال زنجان تا شرق میانه در کنار رودخانه قزل اوزن، منطقه‌ای بسیار مناسب جهت مطالعات زمین شناسی اقتصادی زون البرز غربی و آذربایجان بوجود آورده است. بخصوص که این منطقه در گذر از البرز غربی به آذربایجان قرار داشته و از طرفی حد فاصل منطقه معدنی طارم و اهر - ارسباران می‌باشد.

مسائلی که این رساله با آن روبرو بوده و به آنها پاسخ داده است شامل موارد زیر است:

- 1- منشاء ایجاد آلتراسیونهای بسیار گسترده هیدروترمالی در این ناحیه چه بوده؟
- 2- آیا ارتباط بین کانی سازه‌های متعدد رگه‌ای و آلتراسیونهای هیدروترمالی وجود دارد؟
- 3- نوع زونهای آلتراسیونی و شرایط ترمودینامیکی ایجاد آنها کدام است؟
- 4- احتمال کانی سازه‌هایی مس پورفیری و طلا با توجه به زمینه‌های مناسب منطقه تا چه حد است؟
- 5- آیا مناطق مستعدی جهت ادامه اکتشافات معدنی در این منطقه وجود دارد و این نقاط کجاست؟

6- تپیه‌های مختلف کانی‌سازیها در منطقه کدام است؟

7- چه ارتباطی بین کانی‌سازیهای این منطقه با مناطق طارم و اهر - ارسباران وجود دارد؟

8- جایگاه ژئودینامیکی توده‌های نفوذی و جایگاه تکتونیکی کانی‌سازیهای منطقه کدام است؟

سپاسگزاری

در راستای انجام این رساله افراد و سازمانهای مختلف، کمکهای شایان توجهی به نگارنده نموده‌اند. بر خود لازم می‌دانم از تمامی این عزیزان تشکر و قدردانی نمایم.

از جناب آقای دکتر احمد خاکزاد که راهنمایی رساله را بر عهده داشته و از ابتدای شروع دوره دکتری و در طی تدوین رساله کمکهای بسیار زیادی در حل مسائل علمی و اجرایی طرح نموده‌اند بسیار سپاسگزارم.

از آقایان دکتر ایرج رساء (مشاور رساله) و موسی محمد اف (از جمهوری آذربایجان) که در زمینه‌های گوناگون علمی کمکهای شایانی به نگارنده نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

از زحمات بی شائبه آقایان دکتر شمیرانی معاونت تحصیلات تکمیلی دانشگاه، دکتر پور کرمانی رئیس محترم دانشکده علوم زمین، دکتر رساء مدیر محترم گروه زمین شناسی، دکتر پورمعافی معاونت محترم آموزشی دانشکده علوم زمین و دیگر اعضاء هیئت علمی و مسئولین دانشکده علوم زمین که هر کدام کمکهای ارزنده ای در حل مسائل اجرایی و مالی تدوین رساله انجام داده اند، قدردانی می گردد.

از سرکار خانم دکتر زهرا صباغیان معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی بخاطر همکاری در زمینه تأمین بخشی از اعتبارات طرح تدوین رساله قدردانی به عمل می آید.

از معاونت محترم سازمان زمین شناسی کشور جناب آقای دکتر قریشی و آقایان دکتر افتخار نژاد، دکتر راستاد، دکتر امامی، دکتر مهرپرتو، دکتر خویی، مهندس باباخانی، مهندس نیان و سرکار خانم مهدیزاده بخاطر همکاریهای بسیار زیاد و در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی و تحقیقاتی سازمان زمین شناسی کشور بسیار متشکرم و سپاسگزارم.

از آقایان دکتر پورابریشمی، دکتر فرید مر، دکتر مهرابی و سایر اساتیدی که همکاری نموده اند به دلیل همکاریشان و ارائه مقالات مفید به نگارنده قدردانی می گردد.

از آقایان مهندس همتی، مهندس صفاری و آقایان زارع و بابایی مسئولین و دست اندرکاران آزمایشگاههای دانشکده علوم زمین شهید بهشتی و دانشکده علوم تربیت مدرس، به دلیل همکاریهای بسیار زیادشان تشکر می نمایم.

از زحمات دوست گرامی جناب آقایان مهندس مؤید بخاطر همکاری و همراهی در تمام مراحل انجام پایان نامه سپاسگزاری می نمایم.

از همسر و فرزندان بخاطر بردباری و همکاریهای فراوان در طی دوره آموزشی و تدوین رساله دکتری کمال تشکر را دارم.

۱-۱- موقعیت جغرافیای و راههای ارتباطی

محدوده اصلی مورد مطالعه در این رساله در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هسجین با مختصات ۴۸' - ۳۰'۴۸' - ۴۸'

طول شرقی و ۳۰' ۳۷' - ۳۷' عرض شمالی قرار دارد. با توجه به موضوع تحقیق رساله ، منطقه ای به ابعاد ۵۰ × ۲۳

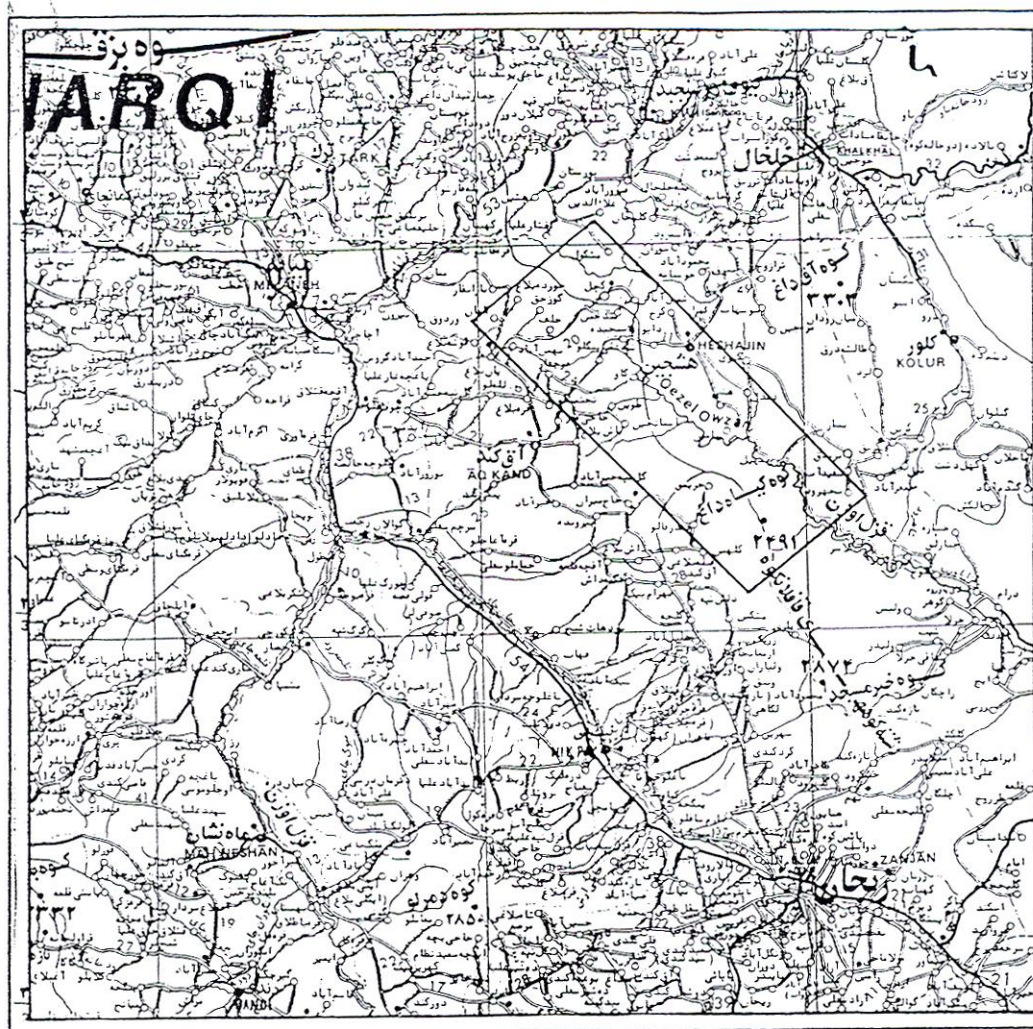
کیلومتر و به مساحت ۱۱۵۰ کیلومتر مربع از داخل ورقه هشجین انتخاب و مطالعات زمین شناسی و تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ روی آن منطقه انجام گرفت (نقشه ۱-۱).

از دیدگاه جغرافیایی این منطقه در کوههای البرز غربی واقع شده است. از نظر تقسیمات کشوری محدوده مورد بررسی در سه استان آذربایجان شرقی، اردبیل و زنجان قرار می گیرد. رودخانه بزرگ و دائمی قزل اوزن که از طرف شمال غرب به جنوب شرق جاری است در تمام طول محدوده جریان داشته و در ادامه به پشت سد سفید رود می ریزد. بخش غربی رودخانه مربوطه استان آذربایجان شرقی، بخش شرقی رودخانه مربوط به استان اردبیل و قسمتهای جنوبی تر آن متعلق به استان زنجان می باشد.

برای دسترسی به منطقه مورد مطالعه از طرف تبریز و میانه می توان از جاده آسفالته جمال آباد- قره بلاغ- آق کند و از طرف زنجان از جاده سرچم- آق کند استفاده نمود. از میانه تا آق کند ۶۰ کیلومتر و از زنجان بلبل آق کند و از طرف زنجان از جاده سرچم- آق کند استفاده نمود از میانه تا آق کند ۶۰ کیلومتر و از زنجان تا آق کند ۱۱۱ کیلومتر می باشد از آق کند تا هشتجین ۳۵ کیلومتر و از هشتجین استان اردبیل متصل می کند. بخش شمالی محدوده مورد مطالعه را پوشش می دهد. هشتجین از طریق جاده بسیار نامناسب هشتجین- برندق این محدوده به منطقه گیلوان و طارم متصل می شود.

به دلیل رخنمون سنگهای سخت آتشفشانی و آذر آواری و عملکرد فرسایشی شدید رودخانه قزل اوزن، مورفولوژی بسیارخشن در بیشتر نواحی این منطقه حاکم است و به همین جهت مشکل راههای دسترسی و ارتباطی در این ناحیه شدید می باشد. راههای دسترسی به حواشی رودخانه قزل اوزن بسیار پرشیب، غیر استاندارد و خطرناک میباشد. به موازات و درحاشیه رودخانه قزل اوزن هیچگونه راه ارتباطی ماشین رو وجود ندارد و برای حرکت دراین مسیر یا بایستی پیاده روی نمود و یا با برگشت به نواحی مسطح مرتفع، از یک مسیر دیگر دوباره به حاشیه رودخانه نزدیک

شد. برخی از روستاهای منطقه مثل سنجد و شهرآباد هنوز راه ماشین رو است. تمام برداشتها و پیمایشهای زمین شناسی در این منطقه به صورت پیاده و در شیبهای بسیار تند حاشیه قزل اوزن صورت گرفته است.



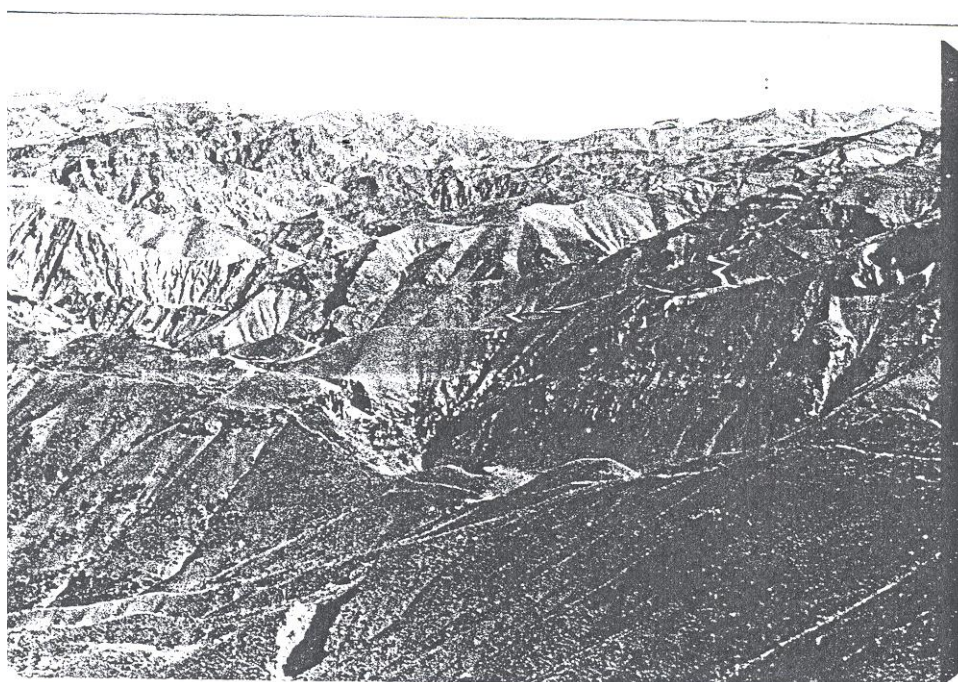
نقشه شماره ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی منطقه مورد مطالعه - مقیاس ۱:۱۲۰۰۰۰۰

منطقه مورد مطالعه از نظر آب و هوایی جزو مناطق نیمه خشک محسوب می شود. حداکثر دما در این منطقه و در مردادماه به حدود 43° می رسد. درحواشی رودخانه قزل اوزن به علت عمیق بودن دره و ارتفاع کم منطقه به ویژه در محدوده های جنوبی این ناحیه مثل روستای جیزوان، شدت گرما بیشتر است و حتی بنا به اظهارهالی در این مناطق بارش برف وجود ندارد. کمترین دمای منطقه مورد مطالعه در بهمن ماه به حدود $25^{\circ}C$ - بالغ می شود. مناطق آق کند و دامنه کوه بلند آق داغ با ارتفاع 3303 متر به علت ارتفاع زیاد از سردترین مناطق این ناحیه در زمستان می باشد.

مقدار متوسط بارندگی در این ناحیه حدود ۳۴۰ میلیمتر در سال است برخی مناطق این ناحیه مثل کند یرق چای در شمال شرق شهر هسجین و دامنه های کوه آق داغ، شرق روستاهای نیمه هیل و توویستان و مناطق اطراف روستاهای رشت آباد، گلچین و جیزوان به صورت نیمه جنگلی می باشد. در بقیه مناطق به ویژه در حواشی دره قزل اوزن مقدار تراکم پوشش گیاهی بالا می باشد.

۱-۲- ژئومورفولوژی

در کنار هم قرارگیری رودخانه مهمی چون قزل اوزن، سنگهای سخت بازالتی، توفهای سیلیسی و ریولیتی و سنگهای آتشفشانی تراکیتی باعث ایجاد مورفولوژی بسیار خشن و ناهموار در این منطقه شده است (عکس شماره ۱-۱) دره رودخانه قزل اوزن که حداقل در بخشهایی گسل است به صورت V شکل می باشد شیب دیواره های آن بسیار زیاد و در حالت کلی حدود ۲۰ تا ۲۵٪ می باشد. این رودخانه از کوههای کردستان سرچشمه گرفته و با روند شمالی- جنوبی وارد منطقه میانه می شود. پس از اتصال چهار رودخانه زنجان رود، آیدوغموش، قرانقو و شهرچای در این ناحیه، با تغییر روند خود ابتدا به طرف شرق و سپس جنوب شرق پیش میرود و با گذار از منطقه مورد مطالعه و طارم به پشت سد سفید رود می ریزد.



عکس شماره ۱-۱- مورفولوژی بسیار خشن منطقه مورد مطالعه در رخنمونهای توفی و بازالتی منطقه گاو- کمر

دو منطقه متمایز از نظر ژئوفولوژیکی در این محدوده می توان تشخیص داد. منطقه اول نواحی اطراف رودخانه قزل اوزن و در واقع نواحی قرار گرفته در دامنه دره بسیار بزرگ قزل اوزن است که به علت فرسایش رودخانه دارای مورفولوژی بسیار خشن می باشد. منطقه دوم نواحی خارجی از محدوده دره قزل اوزن و نواحی مرتفع است که به صورت دشت مانند با مورفولوژی نسبتاً ملایم می باشند. این مناطق شبیه جلگه های بازالتی هستند هر چند که سنگ پوشش این مناطق اغلب تراکیتها و تراکی داسیتهای الیگوسن می باشد.

مرتفع ترین نقطه مشرف به منطقه کوه آق داغ با بلندای ۳۳۰۳ متر در شمال شرق هسجین است که در واقع شروع رشته کوههای طالش می باش د. پست ترین نقطه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه در حاشیه رودخانه قزل اوزن و در کنار روستای جیزوان با بلندای ۶۰۰ متر می باشد.

۱-۳- تاریخچه مطالعات قبلی

با تحقیق در مورد تاریخچه مطالعات زمین شناسی در محدوده مورد بررسی متوجه می شویم که تعداد گزارشات هر چند ابتدایی و اولیه در مورد این منطقه از تعداد انگشتان دست کمتر است . دلیل این امر می تواند در چند مساله عمده باشد اول آنکه این منطقه دارای طبیعت بسیار خشن و سرختی می باشد که امکان عملیات زمین شناسی را بسیار محدود می سازد. دوم آنکه این منطقه از البرز غربی به دلیل دور بودن از مراکز بزرگ علمی و جمعیتی مثل شهرهای تهران و تبریز چندان مورد توجه دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته های زمین شناسی قرار نگرفته و هیچگونه کار تحقیقاتی تا زمان تدوین رساله، در این ناحیه از طرف دانشگاهها صورت نگرفته است سوم آنکه بواسطه قرارگیری و پراکنده بودن نقاط معدنی در مرز استان آذربایجان شرقی، اردبیل، و زنجان هیچکدام از ادارات کل معادن و فلزات این سه استان توجهی در حد قابل قبول به این منطقه معدنی نداشته اند. در هر صورت با توجه به اینکه مطالعات انجام گرفته در این

منطقه (در راستای این رساله) مرتبط با مطالعات صورت گرفته در مناطق طارم (شمال - شمال شرق زنجان) و منطقه اهر - ارسباران خواهد بود، بیان تاریخچه مطالعات قبلی نیز در سه بخش صورت خواهد گرفت.

۱-۳-۱- تاریخچه مطالعات محدوده مورد بررسی در این رساله:

بازین و هوبنر در سال ۱۹۶۹ در راستای بررسی کانسارهای مس ایران، بازدیدی از معادن شاه علی بیگلو، سنجد، رشت آباد و مس بولاغی داشته و در گزارش شماره ۱۳ سازمان زمین شناسی کشور در مورد کانی شناسی و زمین شناسی عمومی این معادن توضیحاتی داده اند

- شرکت مس ایران در شناسنامه های معادن مس ایران که بخشی از آن اختصاص به معادن آذربایجان دارد، در مورد معادن سنجد، رشت آباد و مس بولاغی اطلاعاتی را ارائه داده است.

- لسکویه و ریو (۱۹۷۶) با بررسیهای انجام داده در منطقه میانه نتیجه گرفته اند که آذربایجان در مزوزوئیک به صورت پلاتفور می بوده که در ائوسن این پلاتفورم شاهد فعالیت های گسترده آتشفشانی در کافت درون قاره ای بوده است.

- دیدون و ژمن (۱۹۶۷) محور رودخانه گرمی چای در ۲۵ کیلومتری شمال غرب محدوده مورد مطالعه را به صورت گسلی تصور می کنند که جدا کننده زون البرز غربی از بلوک قفقاز است.

- محمد لطفی (۱۳۵۴) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود که در شمال شرق میانه انجام داده ، نتیجه گیری می کند که ولکانیسم منطقه از ائوسن میانی شروع شده و تا ابتدای کواترنر ادامه می یابد.

- شرکت کاوشگران در سال ۱۳۷۴ مناطق شرقی رودخانه قزل اوزن در بخشی از محدوده مورد مطالعه را بررسی کرده و دو منطقه امید بخش از نظر کانی سازی سرب و روی و منگنز ارائه داده است.

- نگارنده رساله، پروژه ای تحت عنوان آتاریابی مواد معدنی در بخش کاغذکنان میانه (غرب رودخانه قزل اوزن) انجام داده (۱۳۷۵) و در آن به توان بالقوه منطقه از نظر کانی سازی مس و طلا اشاره کرده است .

-شکر زاده (1376) رساله کارشناسی ارشد خود در خصوص تکتونیک و زمین شناسی مهندسی سد گرمی چای در شمالغرب محدوده مورد مطالعه را به انجام رسانده و اعتقاد به گسلی بودن دره گرمی چای دارد.

2-3-1- تاریخچه مطالعات منطقه طارم:

منتهی الیه جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه (روستاهاى گلچین، کله سر، جیزوان) به مناطق غربی زون طارم متصل می شود. با توجه به استفاده ای که از مطالعات انجام شده در منطقه طارم برای تحلیل وضعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه زون البرز غربی - آذربایجان خواهد شد، ضروری به نظرمی رسد از این مطالعات نیز به صورت مختصر نام برده شود.

- نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:250000 بندرانزلی که بخشهایی از زون طارم را در بر می گیرد درسال 1977 بوسیله کلارک، دیویس، حمزه پور، جونز، قریش و نوایی تهیه شده است.

- نقشه زمین شناسی زنجان که بخش عمده ای از زون طارم را در بر می گیرد درسال 1969 منتشر گردیده است. مناطق طارم در این چهارگوش بوسیله هرایاما، صمیمی، زاهدی، هوشمند زاده، افتخارنژاد، نبوی، واله، حقی پور و حاجیان برداشت شده است.

- بازین و هوینر (1969) معادن مس و سرب و روی دوه یا تاقی، زه آباد، باریک آب، یاماخان، لوبین زرده، دیزه جین، اسماعیل آباد، چیزه، علی آباد، آق دره و الوند را مورد بررسی قرار داده و در مورد هر یک مطالب مختصری درگزارش شماره 13 سازمان زمین شناسی کشور آورده اند.

- هیرایاما و حقی پور (1965) گزارش از وضعیت زمین شناسی ناحیه طارم در 33 صفحه به سازمان زمین شناسی کشور ارائه داده اند.

- افتخار نژاد، نبوی و واله (1965) زمین شناسی منطقه طارم همراه با نقشه 1:100000 منطقه را به صورت یادداشت شماره 16 به سازمان زمین شناسی کشور ارائه نموده اند.

- تدوین اسلامی، آزم و علوم نائینی (1361) اکتشافات سیستماتیک ژئوشیمیایی در منطقه تهم را انجام داده و آنومالیهایی از مس را در این منطقه گزارش کرده اند.

- خوبی (1366، 1361) بررسیهایی منطقه طارم انجام داده و بر اساس یافته های خود، اعتقاد دارد منطقه طارم از نظر داشتن کانسار و لفرام و قلع پورفیری، منطقه بسیار مستعدی است.

- موید (1370) ضمن مطالعات پتروگرافی و پترولوژی بر روی توده های نفوذی منطقه طارم علیا، دو نوع توده نفوذی کوارتز مونزونیتی و کوارتز مونزو دیوریتی در این منطقه معرفی نموده است.

به نظر پیروان (1371) جایگزینی توده های نفوذی در منطقه طارم- ابهر، آخرین فعالیت های ماگمایی منطقه بوده و پس از فاز کمپرسیون پیرنه (الیگوسن تحتانی) بوجود آمده اند.

- احمدیان (1370) با بررسی های ژئوشیمیایی زونهای آلتراسیون هیدروترمالی در جنوب غرب طارم، عامل کانی سازی و آلتراسیون را توده کوارتز مونزو دیوریتی میدانند و احتمال وجود کانی سازی تیپ پورفیری در این منطقه را رد نمی کنند.

- زارعی (1371) اعتقاد دارد ماگماتیسم منطقه طارم- طالش از نظر ژئوشیمیایی بیشتر به ماگماتیسم جزایر قوسی و حاشیه قاره شباهت دارد. تا به یک کافت قاره ای.

3-3-1- مختصری از تاریخچه مطالعاتی منطقه اهر- ارسباران

مناطق شمالی آذربایجان از سراب تا جلفا و به ویژه منطقه اهر از دیر باز بخاطر وجود معادن مختلف مخصوصاً مس مورد توجه زمین شناسان و معدنچیان قرار داشته و لذا مطالعات بسیاری نیز در این نواحی صورت گرفته است. به دلیل مقایسه متالورژی منطقه مورد مطالعه بازون طارم و اهر- ارسباران ضروری است که اشاره ای هر چند کوتاه به مهم ترین مطالعات صورت گرفته در این منطقه (اهر- ارسباران) به عمل آید.

- لادام (1939-41) زمین شناسی قره داغ و آثار کانی سازی در آن را با دقت بیشتری توضیح داده است.

-باریان در سلا 1341 مطالعه کانی شناسی بر روی برخی از معان منطقه اهر را انجام داده است.

- بازین و هونیر (1969) معان مس منطقه اهر از جمله مزرعه، انجرد، گودال، سونگون، آینه لو، قره چیلر، قره دره و چشمه خان را مورد بازدید قرار داده و شرح مختصری از هرکدام در گزارش شماره 13 سازمان زمین شناسی ارائه داده اند.

- اطمینان در سال 1356 بر اساس شواهد مطالعات سیالات درگیر به وجود کنی سازی مس پورفیری در کنار قریه سرنگون اشاره کرده است.

- مومن زاده ، باستانی، رشید نژاد (1364) ارزیابی کاملی از ذخایر معدنی منطقه اهر را بر اساس اطلاعات بدست آمده تا آن تاریخ ارائه داده اند.

- شرکت مشاورین تله متال (48-1347) پروژه ای تحت عنوان عملیات اکتشافی و پژوهشی در ارتباط با کانی سازی مواد رادیو اکتیو را به سازمان انرژی اتمی گزارش کرده است.

- بابا خانی (1360) پایان نامه کارشناسی ارشد خود در زمینه پتروگرافی و ژئوشیمی نفلین سینیت‌های شمال آذربایجان را به دانشکده علوم دانشگاه تهران ارائه داده است.

- امینی فضل (1373) مطالعات کانی شناسی و ژئوشیمیایی را بر روی توده نفوذی اردوباد انجام است.

- بلورچی، زینال اف، مباشر و نعمت (1355) گزارش مقدماتی اکتشاف آلونیت در شمال غرب ایران از قزونی تا جلغا را به سازمان زمین شناسی کشور ارائه داده اند.

- مهر پرتو (1992) مطالعات زمین شناسی و کانی شناسی وسیعی در قالب پایان نامه دوره دکتری بر روی معدن سرنگون انجام داده است.

اخذ نتایج آزمایشگاهی می باشد. در این مرحله حدود 110 پلاک نازک از نمونه های دگرسان شده و 250 پلاک نازک از سنگهای غیر دگرسان شده تهیه گردید. همچنین 90 مقطع صیقلی از نمونه های کانی سازی شده آماده و مورد

مطالعات مینرالو گرافی قرار گرفت. با استفاده از مطالعات پتروگرافی و XRD، نوع آلتراسیون نمونه ها و تیپ سنگهای غیر آلتزه مشخص گردید. 120 نمونه از سنگهای آلتزه شده در دانشگاه شهید بهشتی برای 10 اکسید و 23 عنصر فرعی مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ضمیمه شماره 1) 18 نمونه از سنگهای کاملاً آلتزه شده جهت شناسایی کانیهای رسی و برخی دیگر از کانیها مورد مطالعه XRD قرار گرفت و 36 عدد از نمونه های آلتزه شده جهت آنالیز طلا به آزمایشگاه جذب اتمی سازمان زمین شناسی کشور فرستاده شد. 30 نمونه سالم جهت آنالیز کامل 10 اکسید به سازمان زمین شناسی ارسال گردید تا با روش شیمی تر اندازه گیری شود 80 نمونه برای آنالیز فلزات بنیادی مثل Cu، Co، sb، mo، zn، pb به روش جذب اتمی به همراه 20 نمونه برای آنالیز اسپکترومتری 45 عنصری به سازمان زمین شناسی ارسال گردید. تعداد 24 عدد مقطع نازک دو بر صیقل در دانشگاه شهید بهشتی تهیه شده و در دو نوبت در دانشگاه تربیت مدرس تحت مطالعات ترموتری سیالات درگیر قرار گرفت. 25 نمونه از مقاطع نازک صیقلی و صیقلی جهت بررسی کانیهای کلریت، بیوتیت، امفیبول، پیریت و برخی دیگر از کانیهای فلزی در سازمان زمین شناسی کشور بوسیله دستگاه میکروپروپ مورد آزمایش قرار گرفت 50 عدد از نمونه های آلتزه جهت آنالیز طلا و عناصر وابسته با روش NAA به سازمان انرژی اتمی اصفهان ارسال گردید. برای شناخت هر چه بهتر آلتراسیونهای هیدروترمالی و مقایسه اطلاعات ماهواره ای با اطلاعات زمینی از داده های رقومی منطقه هسجین که بوسیله لندست ثبت شده بود بهره برداری گردید وجود برخی از گلسهای مهم و گسترش زونهای آلتراسیون در عکسهای ماهواره ای بسیار مشخص و مطابق با اطلاعات زمینی می باشد. جمع هزینه های آنالیزی و آزمایشگاهی این رساله مبلغ 35785000 ریال بوده است که بخشی از آن در قالب طرحهای پژوهشی از طرف دانشگاه شهید بهشتی تامین شده و بخش دیگری نیز از مساعدهای سازمان زمین شناسی کشور تامین گردیده است.

بخش چهارم از انجام پژوهش به صورت جمع آوری اطلاعات آزمایشگاهی، پردازش و تجزیه و تحلیل آنها و تدوین گزارش پایانی به صورت رساله دوره دکتری می باشد.

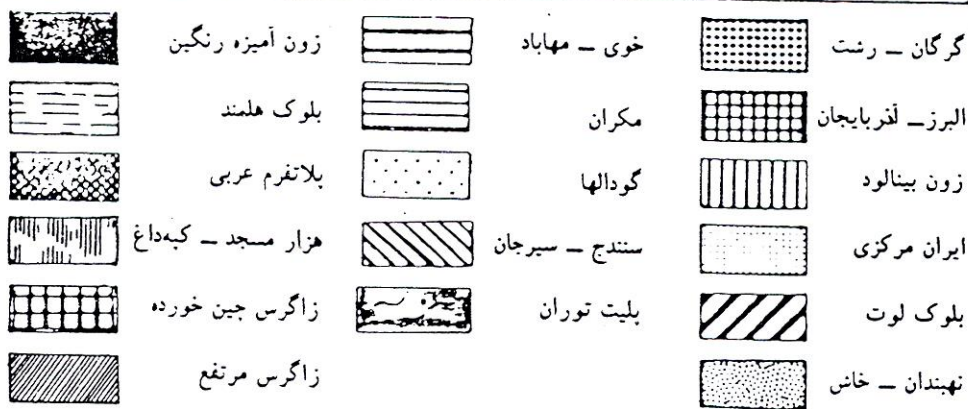
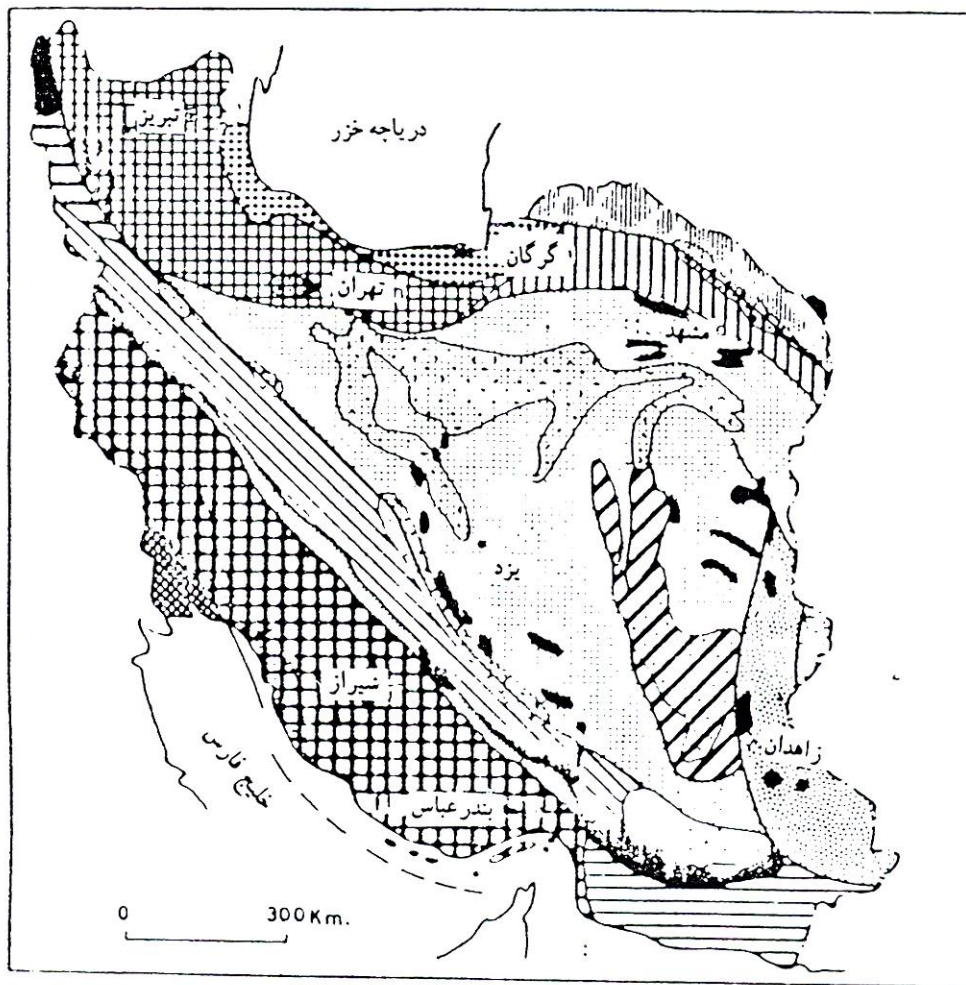
قبل از شروع مباحث و فصول اصلی مربوط به زمین شناسی اقتصادی و متالوژی، جهت اشراف بیشتر به محدوده مورد مطالعه از نظر جایگاه آن در زمین شناسی ایران و تکامل تاریخی این منطقه تا زمان کانی سازی و نیز آشنایی با واحدهای چینه شناسی منطقه لازم است کلیاتی در مورد تکوین زمین شناسی این منطقه عنوان شود. در ادامه این فصل به شرح وضعیت زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه، واحدهای چینه ای و سنگی اعم از نفوذی یا خروجی پرداخته می شود. اشاره ای نیز به جایگاه زمین شناسی عمومی آلتراسیونهای هیدروترمالی منطقه خواهد شد. با توجه به اینکه دیدگاه کلی حاکم بر تدوین رساله یک دیدگاه زمین شناسی اقتصادی می باشد، سعی شده است حتی در شرح واحدهای سنگی و چینه ای، اهمیت این واحدها از نظر کانی سازی بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

1-2- زمین شناسی عمومی البرز غربی - آذربایجان

با توجه به قرارگیری منطقه عمومی مورد مطالعه در زون زمین ساختی البرز غربی - آذربایجان (نبوی 1355، افتخارنژاد 1359) در ابتدای این فصل زمین شناسی عمومی این زون تشریح می گردد (شکل 2-1) سلسله کوههای البرز با روند تقریباً شرقی - غربی بخشی از رشته جبال آلپ - هیمالیا است که در طی حرکات کوه زایی آلپ پایانی به صورت فعلی در آمده است. سلسله جبال البرز در دامنه جنوبی رورانگی پرشیبی به سمت جنوب و در دامنه شمالی رو راندگی پرشیبی به طرف شمال دارد. با توجه به مناطق دگرگون شده دامنه شمالی البرز چنین تصور می شود که امتداد شرقی - غربی البرز، قدیمی و به پرکامبرین تعلق دارد که چین خوردگیهای بعدی نیز تحت تاثیر آن قرار داشته است.

در البرز فازهای کوه زایی پرکامبرین پایانی (کاتانگایی) و آلپی اثر داشته اند. کوه زایی پرکامبرین موجب محکم شدن پی دگرگونی البرز و بالا آمدن آن (بدون چین خوردگی) شده است.

فازکیمبرین پیشین و لارامین بیش از سایر فازهای کوه زایی بر البرز اثر داشته اند بطوری که البرز غربی در پالئوسن از آب خارج شده و در معرض فرسایش قرار گرفته است. فازهای کوه زایی پیرنه (الیگوسن زیرین) و پاسادنین (پلیو- پلیوستسن) موجب خارج شدن کامل البرز از آب شده اند.



شکل 2-2- واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (نقل از م.ح. نبوی 1355)

تا 270 میلیون سال پیش (اوایل پرمین) زون البرز به همراه ایران مرکزی و سندج-سیرجان متصل به خشکی بزرگ گندوانا بوده و در بخش شمالی آن قرار داشته اند. اقیانوس هرسی نین (پالئوتتیس) در حد فاصل ابرقاره گندوانا و اوراسیا بوده است. در فاصله زمانی 270-220 میلیون سال (اوایل پرمین - اواسط تریاس) ضمن تداوم فرو رانش در حاشیه اوراسیا و بسته شدن پالئوتتیس، اقیانوس آلی (تئوتتیس) در بخش بین زاگرس مرتفع و سندج-سیرجان شکل

می گیرد (بربریان 1981) در این زمان البرز غربی و آذربایجان به همراه زون ایران مرکزی و سنندج - سیرجان از ابر قاره گندوانا جدا شده و حرکتی به سوی شمال شرق پیدا می کنند. در 210 میلیون سال (اواخر تریاس) اقیانوس هر سی نین کاملاً بسته شده و البرز، ایران مرکزی و سنندج - سیرجان به اوراسیا متصل می شود. در 20-55 میلیون سال قبل (حدود ترشیر) همزمان با ایجاد حوضه کافتی دریای سرخ، بسته شدن اقیانوس آلیپ تشدید می گردد و متعاقب آن حوضه کافتی دیگری در خزر جنوبی شکل می گیرد. در 5 میلیون سال قبل با گسترش دریای سرخ، زاگرس مرتفع به زون سنندج - سیرجان ملحق شده و اقیانوس آلیپ کاملاً بسته می شود (بربریان 1981) در کوههای طارم و طالش (البرز غربی) رخنمونهایی از سنگهای پرکامبرین، پالئوزوئیک (کامبرین و اردووسین) وجود دارد اما سیلورین و دونین تحتانی دیده نمی شود. دونین بالایی و کربنیفر در کوههای طارم و طالش چند رخنمون دارد ولی پرمین دارای رخنمون وسیع می باشد. ژوراسیک به صورت سازند شمشک و لار و کرتاسه به صورت آهک اربیتولین دار بدون آثار ولکانیسم در طالش مشاهده می شود.

آذربایجان در مزوزوئیک به صورت پلاتفرم می بوده که حاشیه شمال شرقی آن در حال فرو نشینی بوده است. این حوضه در حال فرونشینی در کرتاسه فوقانی، سلسله جبال البرز و طالش را بوجود آورده است در ائوسن (لوتسین) این پلاتفرم مانند سایر نقاط ایران شاهد فعالیت‌های آتشفشانی بوده است. در آذربایجان یک نیروی کششی در جهت شرقی - غربی گسل میانه - اردبیل را باز کرده و یک خط آتشفشانی به طول 200 کیلومتر بوجود آورده است. بنابراین کافت درون قاره ای در آذربایجان در ائوسن وجود داشته است ضخامت ولکانیتهای ائوسن در میانه به 3000 متر می رسد. به عقیده دیدون و ژمن (1976) در طول ائوسن یک کافت قاره ای همراه با یک منبع حرارتی در زیر آذربایجان وجود داشته که مانند بحر احمر به مرحله تکامل نرسیده بکله قبل از تولید توله ایت و پوسته اقیانوسی متوقف شده است.

قدیمی ترین آثار ماگماتیسیم البرز غربی به صورت گدازه های بازالتی متعلق به کامبرین - اردوسین از ناحیه ماسوله گزارش شده است (کلارک و همکاران 1975) در طالش و شاندرمن سنگهای آتشفشانی متشکل از گدازه های تراکیتی آندزیتی و بازالتی همراه با توف و آگلومرها به صورت بین لایه ای با سنگهای رسوبی کرتاسه توسط کلارک (1975) گزارش شده است. ولکانیسم ائوسن در البرز غربی بسیار گسترده است. توفهای سبز ائوسن که در شمال و شمال شرقی زنجان 3800 متر ضخامت دارند توسط هیرایاما، حقی پور و حاجیان (1966) به دو بخش کردکند با ضخامت 2400 متر و بخش آمند با ضخامت 1400 متر تقسیم شده اند. در منطقه طارم فعالیت آتشفشانی ائوسن ابتدا در آب (به علت وفور توفیت) و سپس خشکی (به علت حضور ایگنمبریت) صورت گرفته است و لکانیسم دریایی در یک دریای کم عمق ساحلی به وقوع پیوسته است (زارعی 1371) اکثر سنگهای آتشفشانی ائوسن منطقه طارم - طالش آلکان پتاسیک، بعضاً آلکان سد یک و گاهی کالکو آلکان هستند. ماگماتیسیم منطقه طارم - طالش از نظر ژئوشیمیایی بیشتر به ماگماتیسیم جزایر قوسی و حاشیه قاره ها شباهت دارد تا به یک کافت قاره ای (موید 1370، زارعی 1371) نفوذ توده های آذرین در البرز غربی - آذربایجان در فاز فشارشی زمان الیگوسن که منطبق بر فاز کوه زائی پیرنه می باشد صورت گرفته است (37 میلیون سال قبل) توده های نفوذی متعدد گرانودیوریتی - کوارتز مونزونیتی طارم، سینیتی اهر مولود این فاز کوه زایی است. در منطقه طارم و شمال ابهر این توده های پلوتونیک شامل گرانیت آلکان، گرانودیوریت، مونزونیت کوارتزار، مونزودیوریت کوارتزار و سینیت معمولی بوده است (موید 1370، پیروان 1371) فاز پیرنه در البرز غربی و آذربایجان باعث فعالیت مجدد گسلها و چین خوردگی (با امتداد شرقی - غربی) و روز اندکی به طرف جنوب غرب شده است سلطانیه در این دوره بالا آمده و بعلاوه حاشیه شمالی شرقی آن بر روی توفهای ائوسن حوضه زنجان رانده شده است.

به اعتقاد شاین و ولویشون (1986) و دیدون و ژمن (1976) گسلهای تبدیلی طالش و ابوالسمر تحت فشار حاشیه شمالی عربستان که در راستای شمال غربی - جنوب شرقی صورت گرفته، باعث تغییر مکان آذربایجان و موجب

شکسته شده البرز در ناحیه طالش و انحنای آن به طرف شمال غرب شده است (شکل 2-2) این فاز فشاری که مقدمه چین خوردگی قفقاز بوده در الیگوسن فوقانی عمل نموده است.

شکل 2-2 شکسته شدن آذربایجان و طالش در اثر عملکرد گسل طالش و ابوالسمسر (دیدون و ژمن، 1976) در میوسن جنبشهای شدت یافت هو سبب شکستگی صفحه آذربایجان می شود (توام با چرخش) گسلها و حرکات کشویی آنها در جهت شمال - جنوب باعث جدایش بخشهای مختلف پلاتوی آذربایجان می شود. همچنین شکستگیهای عمیق، امکان خروج ماگماها و وقوع ولکانیسم میوسن آذربایجان را فراهم می سازد.

2-2-2- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

همانگونه که در بخش اول اشاره گردیده و در نقشه شماره (1-1) نیز نشان داده شده است ، محدوده اصلی مورد مطالعه ، منطقه ای به ابعاد 23×50 کیلومتر و به مساحت 1150 کیلومتر مربع می باشد. این محدوده در شمال غرب کوههای طارم غرب کوههای طالش و شرق قافلان کوه میانه قرار می گیرد وضعیت کلی زمین شناسی این ناحیه در بخش قبلی گفته شد. برای محدوده فوق الذکر نقشه 150/000 زمین شناسی تهیه گردید که در زیر به شرح واحدهای چینه ای و سنگی آورده شده در این نقشه می پردازیم.

1-2-2-2- شرح واحدهای چینه ای

در این بخش به توصیف واحدهای چینه ای که در نقشه زمین شناسی 1:50000 ضمیمه، آورده شده پرداخته می شود . ذکر دو نقطه در این مورد ضروری به نظر می رسد اول آنکه سعی شده است در توصیف واحدهای چینه ای اهمیت و نقش هر واحد در کانی سازی منطقه مورد توجه قرار گیرد. دوم آنه با توجه به وجود بخش پتروگرافی در این رساله، سعی شده است توصیف دقیق و پتروگرافیکی سنگهای آذرین درونی یا خروجی در آن بخش توصیف گردد و لذا در این بخش بیشتر به چینه شناسی واحدها پرداخته می شود.

1-1-2-2-2- ائوسن:

در شکل (2-3) ستون چینه شناسی منطقه مورد مطالعه آورده شده، قدیمی ترین واحد چینه ای رخنمون شده در منطقه مورد مطالعه، توفها و توفیتهای معادل سازند کرج می باشد که به شرح آنها پرداخته می شود.

واحد E^{t1} : در حدود نصف محدوده مورد مطالعه بوسیله این واحد چینه ای با سن ائوسن پوشیده می شود بخش زیرین این واحد در این منطقه مشاهده نگردید. لیتولوژی عمومی این واحد به صورت توفهای سبز، توف ماسه ای، لیتیک توف، توف سیلیسی و ریولیتی است (عکس شماره 2-1) این واحد چینه ای دارای تغییرات رخساره ای و لیتولوژیکی در درون خود می باشد که در بعضی موارد قابل برداشت بوده و به صورت واحد چینه ای درون واحد اصلی آورده شده است حداکثر ضخامت این توفها در محدوده روستاهای کلین، حبش و جیزوان به 1200 متر می رسد. با توجه به اینکه همین واحد چینه است که در اغلب موارد تحت تاثیر محلولهای هیدروترمالی، آلتراسیون شدیدی را متحمل شده لذا از نظر سنگ میزبان بودن کانی سازیهای منطقه بسیار مهم است این توفها گاهی چین خوردگی شدیدی را تحمل کرده اند. همانگونه که بعداً اشاره خواهد شد، به دلیل پایین بودن زمینه مس، سرب و روی کانی سازیهای رگه ای و پراکنده منطقه باشد.

واحدهای E^{t2} : واحد E^{t1} گاهی در تغییرات جانبی خود تبدیل به توفهای ماسه ای بنفش و توفهای شیشه ای می شود که به راحتی بواسطه رنگ بنفش خود از واحد E^{t1} قابل تشخیص هستند. (جنوب روستای کهورین و شرق روستای سهل آباد) هر چند این واحد جایگاه مشخص چینه این ندارد ولی به نظر می رسد به دلیل قرارگیری در ارتفاعات، تحت تاثیر آلتراسیونهای هیدروترمالی قرار نگرفته است و لذا نقشی در کانی سازیهای منطقه به عهده ندارد.

واحد E^{ab} : در داخل توفهای سبز ائوسن، اغلب گدازه هایی با ترکیب بازالت آندزیتی، بازالت، پیروکسن آندزی بازالت و پیروکسن آندزیت به چشم می خورد. نمونه ای متعددی از این واحد برداشته و مطالعه شده که نتایج بررسیهای پتروگرافی آن در بخش چهارم آمده است بیشترین گسترش این واحد در شمال روستای کجل (شمال رودخانه قزل اوزن، اطراف شهر هشجین، شمال روستای شاه علی بیگلو، جزیمق و گلچین می باشد) به نظر می رسد این واحد

در حداقل، یک یا دو افق دارای ضخامت قابل ملاحظه ای است (حدود 120 متر) که ساخت منشوری شدیدی نیز با خود به همراه دارد (عکس شماره 3-3) تناوبهای نازک این گدازه ها به فراوانی در داخل واحد E^{t1} مخصوصاً در قسمتهای زیرین آن به چشم می خورد. (عکس شماره 2-1) همراه با آلتراسیونهای هیدروترمالی شدید توفهای سبز، این واحد نیز دگرسان شده و تا حد زون سریستیک پیش رفته است مقادیر فلزات بنیادی در زمینه این سنگها نیز پایین می باشد. و لذا این واحد نمی تواند در تامین فلزات کانی سازی شده نقشی داشته باشد. از طرف دیگر در برخی از موارد از جمله کانی سازی شاه علی بیگلو، این واحد به عنوان سنگ میزبان کانی سازی عمل نموده است.

L E G E N D

C E N O Z O I C	Q U A T		Qal: Recent alluvium	
		q^t	Q^t : Young terraces and alluvial plain	
		q^{t1}	Q^{t1} : High level old terraces	
		q^b	Q^b : Basaltic lava	
	P L I O C	N E O G	Ng^m	Ng^m : Red green and gray gipsiferous marl, sandstone, conglom
			O^{per}	O^{per} : perlit
	E	P A L E O G E N E	O^{tr}	O^{tr} : Trachyte to trachydacite
			O^{pt}	O^{pt} : Pumice tuff
			E^{a-tr}	E^{a-tr} : Andesite to trachyandesite
			E^{t3}	E^{t3} : Crystalline white tuff
E^{lt}			E^{lt} : Lithic tuff	
E^{ab}			E^{ab} : Basalt and andesibasalt	
E	E	E^{t1}	E^{t1} : Green tuff with sandy tuff and silt stone	
		E^{t2}	E^{t2} : Cristal vitric tuff and violet sandy tuff	

alt

Hydrothermal alteration

} post Oligocene

p

phorphyrite

+ Mz +

Quartz monzonite

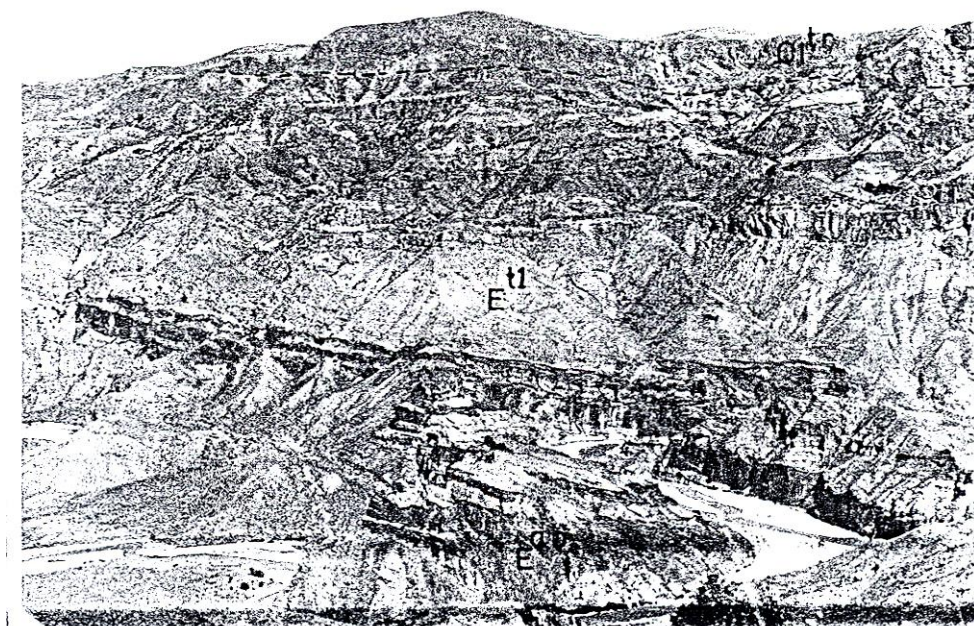
} Oligo-Miocene

+ Mz-Sy +

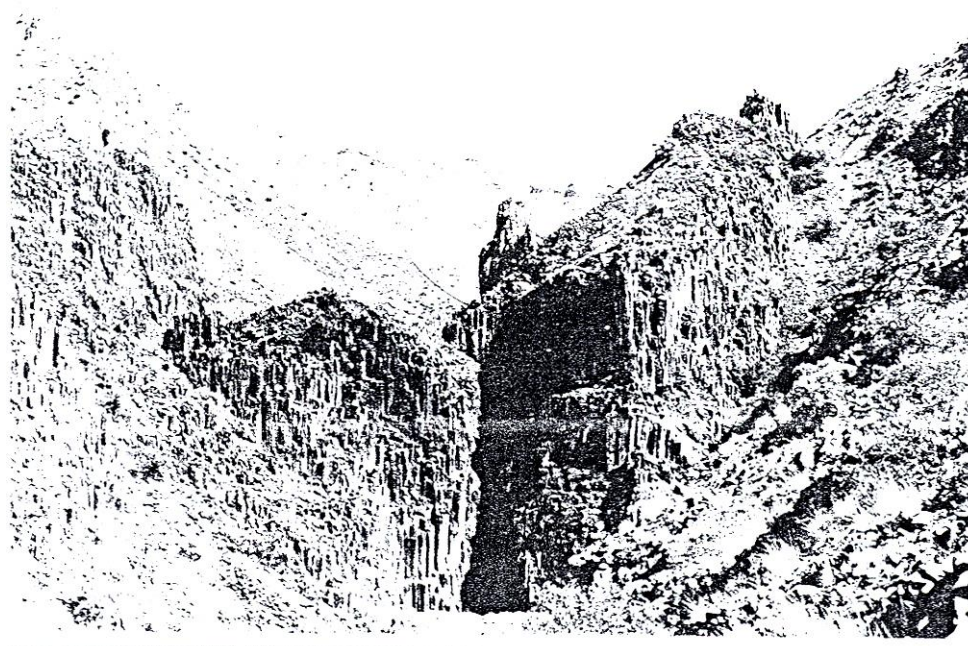
Quartz monzosyenite

شکل ۳-۲. ستون چینه‌شناسی و واحدهای سنگی شناخته شده در منطقه مورد مطالعه براساس نقشه ۱:۵۰/۰۰۰ زمین‌شناسی

واحد E^{t1} : گاهی واحد سنگی توفهای سبز در تغییرات جانبی خود به توفهایی تبدیل می شوند که دارای



عکس شماره 1-2 گسترش توفهای سبز E^{t1} با بین لایه های اوژیت بازالیت در حاشیه رودخانه قزل اوزن



عکس شماره 2-2 بازالتهای اوژیت دار (واحد E^{tb}) با ساخت منشوری در دوره روستای شاه علی بیگلو

قطعات بزرگ سنگی در داخل خود می باشند (جنوب غرب روستاهای گاو) رنگ توفها در این بخش متمایل به قرمز

است هر چند این واحد در کنار توده آلتراسیونی گاو- کمر قرار گرفته ولی تحت تاثیر آن واقع نشده و ارتباطی با کانی

سازیهای منطقه ندارد.

واحد E^{T3} : افق‌هایی از توقف کاملاً روشن و سفید رنگ در حد فاصل توفهای سبز مشاهده می‌شود که دارای ترکیب توف ریولیتی، توف سیلیسی و توف ماسه‌ای سیلیسی می‌باشد و با علامت E^{T3} در نقشه زمین‌شناسی نشان داده شده است. گسترش عمده این واحد سنگی در شرق روستای ام‌آباد، و غرب روستاهای نیمه‌هیل می‌باشد. این توفهای سفید به عنوان لایه کلیدی (Key bod) برای تشخیص بخشهای بالایی واحد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و با مناطق کانی‌سازی در ارتباط نیست.

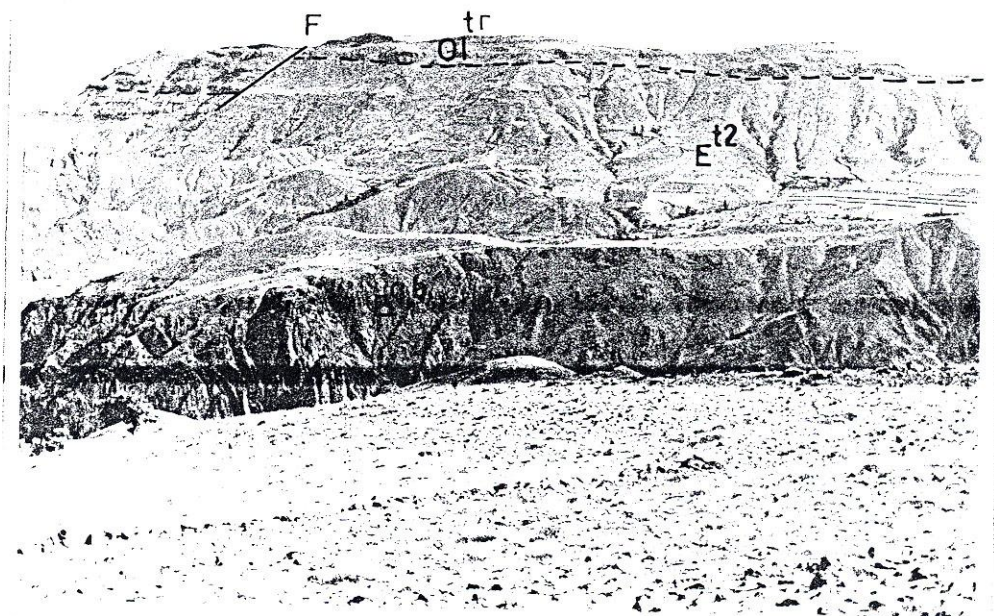
واحد E^{T3} : این واحد بالاترین بخش از ولکانیسم ائوسن در منطقه (روستاهای گلچین، رشت‌آباد و کوههای چله‌خان) رخنمون دارد. مورفولوژی خیلی خشن و ارتفاعات بلند، این سنگها را از بقیه سنگهای ولکانیکی ائوسن متمایز می‌کند. کانی‌سازی مس رشت‌آباد در این واحد به چشم می‌خورد دایکهای پورفیریتی این واحد راقطع کرده و گدازه‌های تراکیتی الیگوسن گاهی بر روی آن قرار گرفته است.

2-1-2-2- الیگوسن"

رخساره الیگوسن در این محدوده کاملاً به صورت آذرین می‌باشد و واحد رسوبی در این زمان تشکیل نشده است. پس از فاز فشاری پیرنه (الیگوسن زیرین) منطقه البرز غربی شاهد نفوذ توده‌های آذرین متعدد با ترکیب عموماً حد وسط اسیدی بوده است. گاهی ماگمای سازنده این سنگها از طریق شکاف گسلها به سطح زمین رسیده و معادل خروجی آنها مثل تراکیت، داسیت و ایگمبریت را بوجود آورده است در منطقه مورد مطالعه ترکیب غالب سنگهای خروجی الیگوسن، تراکیت تا تراکی داسیت می‌باشد.

واحد OL^{tr} : گسترش این واحد به ویژه در غرب رودخانه قزل اوزن بسیار زیاد می‌باشد. این گدازه‌ها بر روی توفهای سبز ائوسن ریخته شده و به صورت دگر شیب (با زاویه 30^0) آنها را می‌پوشاند (شرق روستای ولستان) در شرق روستای ممان (خارج از منطقه مورد مطالعه) آهکهای صورتی رنگ آبی تانین به صورت دگر شیبی آذرین پی (Nonconformity) بر روی این واحد قرار گرفته است. مناطق مرتفع و نسبتاً مسطح منطقه مورد مطالعه که اغلب به

عنوان زمینهای کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد از این واحد سنگی است (عکس شماره 2-3) ترکیب سنگی شناسی این واحد به صورت تراکیت گلی رنگ با بلورهای سفید پلاژیوکلاز آلبیتی، تراکی داسیت، ایگمنبریت و داسیت است. به دلیل سختی بیشتر این سنگها نسبت به نوفهای زیرین، اغلب در محل قرارگیری این سنگها بر روی توفها، پرتگاهی گاهی تا ارتفاع 30 متر ایجاد شده است ضخامت این گدازه ها حداکثر در 60 متر می رسد. گاهی این واحد سنگی تحت تاثیر آلتراسیونهای هیدروترمالی قرار گرفته و شدیداً کائولینیزه شده و حتی مورد بهره برداری قرار می گیرد (شرق روستای کجل و گورجق) آلتراسیون پرولیتی و کلریتی نیز در این سنگها مشاهده می شود.

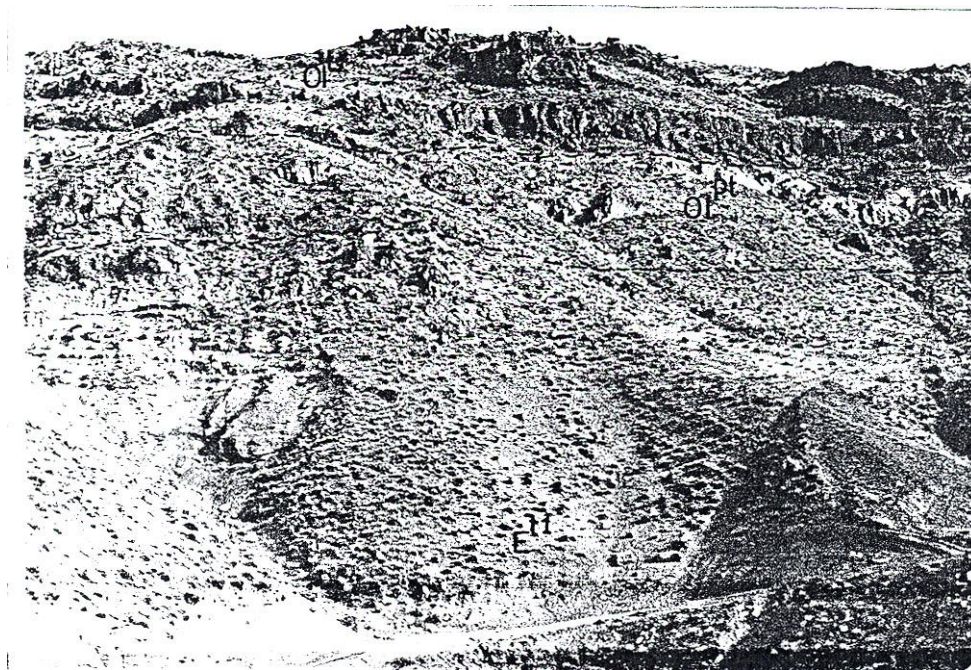


عکس شماره 2-3 رخنمون واحد OL^{tr} در ارتفاعات بر روی توفهای بنفش ائوس (واحد E^{t2}) و گدازه های بازالتی (Eab) در جنوب روستای شاه علی بیگلر، دید به طرف جنوب شرقی می باشد.

واحد OL^{pt} : در بخشهای زیرین گدازه های الیگوسن (OL^{tr}) ضخامت حداکثر 10 متری از توفهای سفید رنگی مشاهده می شود که دارای قطعات سنگی و به ویژه پامیس است (شرق روستای ولستان، شمال شرق روستای دایی کندی و شمال روستای ام آباد) این توفهای پامیسی کاملاً به صورت لایه کلیدی

(Key bod) عمل نموده و به راحتی از فواصل دور نیز مرز توفهای ائوسن و گدازه های جوان تر را نشان می دهد (عکس شماره 2-4) به دلیل گسترش بسیار محدود، هیچگونه ارتباطی با آلتراسیونهای هیدروترمالی و کانی سازی در منطقه ندارد.

واحد OL^{per} : گدازه های تراکیتی و تراکی داسیتی الیگوسن در بخشهایی از داخل خود (به ویژه در بخشهای بالایی) دارای محدوده های پرلیتی هستند. رنگ این پرلیتها اغلب سیاه و گاهی سبز روشن است (جنوب شرق اندرود بالا) این واحد به صورت زبانه ای در داخل واحد OL^{tr} ظاهر شده و با گسترش به جوانب از بین می رود این پرلیتها اغلب دارای ارزش اقتصادی قابل توجه نیستند.



عکس شماره 2-4 رخنمون پامیس توف سفید رنگ در زیر گدازه های تراکیتی و بر روی توفهای سبز ائوسن در شرق

ولستان

3-1-2-2- توژن:

رسوبات آواری توژن فقط در اطراف هسجین مشاهده می شود. این رسوبات به صورت کنگلومرا، ماسه سنگ و مارنهای قرمز، سبز و خاکستری با اثار ژئوپس هستند. این رسوبات در یک حوضه محدود بین کوهی (intermountain) در اطراف شهر هسجین بر روی واحدهای ائوسن نهشته شده اند.

4-1-2-2- کوارترنر:

واحد Q^b : جوان ترین تظاهرات ولکانیکی منطقه در زمان کوارترنر بوده که به صورت تراکتی بازالت و بازالت سیاه می باشد رخنمون این واحد در مسیر جاده خلف- کجل چندین بار مشاهده می شود (عکس شماره 2-5) ضخامت این پهنه های کوچک بازالتی بیش از 20 متر نیست و اغلب بر روی گدازه های تراکیتی الیگوسن با توفهای سبز و بنفش ائوسن قرار گرفته اند.

جوان ترین رسوبات نهشته شده در منطقه مورد مطالعه مربوط به رسوبات تراسهای قدیمی رودخانه ای (Q^{t1})، تراسهای جوان رودخانه ای و زمینهای کشاورزی (Q^t) و رسوبات رودخانه ای (Q^{at}) است که در حال نهشته شدن می باشد. به دلیل مورفولوژی خشن حاشیه رودخانه قزل اوزن این نهشته ها در آنجا تشکیل شده و منحصر به مناطق مسطحی مثل گودی هسجین است.



عکس شماره 2-5- گدازه های بازالتی (Qb) بلوک شده در مسیر جاده خلف- کجل دید به طر غرب است

2-2-2- شرح واحدهای سنگی:

با توجه به اینکه در فصل پتروگرافی (فصل 3) شرح کامل خصوصیات سنگ شناسی توده های نفوذی و نیمه عمیق خواهد آمد. لذا در این بخش فقط به زمین شناسی عمومی این توده های نفوذی اکتفا می شود.

1) کوراتز مونزونیت : توده های نفوذی این منطقه مثل سایر مناطق البرز غربی و آذربایجان هر چند که از نظر ترکیب شیمیایی دارای تفاوت هایی هستند ولی همگی مربوط به فاز فشاری الیگوسن زیرین (پیرنه) می باشند. ترکیب عمومی این توده های نفوذی به صورت کوراتز مونزونیت، مونزونیت کوارتزار و گرانودیوریت می باشد توده نفوذی اصلی منطقه در اطراف روستاهای حاجی سیران ، و رمزیار، شهرآباد و قندرقالو مشاهده می شود در منطقه روستای شهرآباد، حاشیه بازیک و زود سرد شدن توده نفوذی با ترکیب دیوریت دیده می شود همچنین در این محل (با توجه به عمق زیاد توده نفوذی در این منطقه) بافت پگماتیتی با ارتوزهای درشت (حداکثر 10 سانتیمتر) در بخش هایی از توده نفوذی مشاهده می شود انکلاو هایی از حاشیه بازیک و گدازه های ائوسن در داخل توده نفوذی دیده می شود آیرفیزهای کوچکی از کوراتز مونزونیت و دیوریت در اطراف روستای مندجین و شمال روستای شاه علی بیگلو و گلچین دیده می شود که در

داخل محدوده های التراسیونی بوده و خود نیز شدیداً آثره می باشند. توده نفوذی حاجی سیران، توفیتهای ائوسن را تا حد رخساره آلبیت، اپیدوت و هورنفلس دگرگون ساخته است ولی دارای آلتراسیونی ضعیفی می باشد. آلتراسیونهای بسیار گسترده هیدروترمالی و کانی سازیهای همراه آنها، حاصل فعالیت توده های نفوذی از جنس کوارتز مونزونیت و گرانودیوریت است.

1- پورفیریت: سنگهای نیمه عمیقی به صورت گنبد یا دایک با بافت پورفیری در منطقه مورد مطالعه مشاهده می شود که در برخی از کانی سازیهای منطقه (معدن رشت آباد) نیز نقش داشته باشد. نمونه هایی از این دایکها در شمال روستای جیزوان و جنوب غرب معدن رشت آباد به چشم می خورد (عکس شماره 2-6) این پورفیریتها با ترکیب حد وسط تا اسیدی خود واحدهای ائوسن و الیگوسن را قطع کرده است.

3-2-2- آلتراسیونهای هیدروترمالی:

توده های کوارتز مونزونیتی در زمان الیگوسن زیرین ضمن نفوذ در سنگهای در برگیرنده، آلتراسیونهای هیدروترمالی بسیار وسیعی در آنها ایجاد کرده اند درمورد خصوصیات ژئوشیمیایی، کانی شناسی و درجه حرارت تشکیل این آلتراسیونها در فصول 4 و 5 به صورت مفصل بحث شده است. در این بخش فقط اشاره ای به زمین شناسی عمومی و موقعیت این محدوده های آلتراسیونی میگردد.

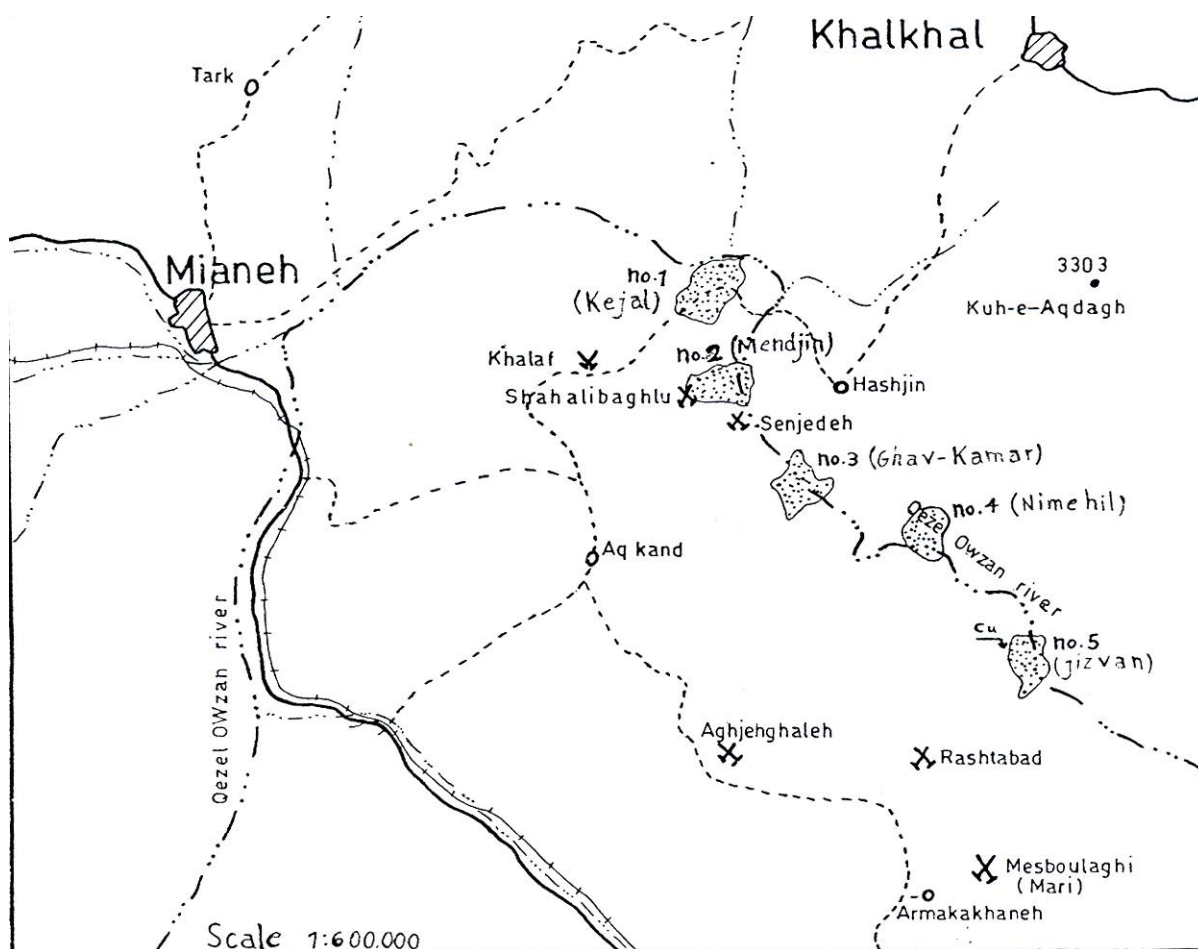


عکس شماره 206 دایکهای پورفیریته موازی در منطقه معدن رشت آباد دید به طرف شرق است.

5 محدوده مشخص و بزرگ آلتراسیونی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد که در راستای شمال غربی جنوب شرقی (هم راستای روندهای ساختمانی در البرز غربی) نسبت به هم قرار گرفته اند (شکل شماره 2-4) عامل بسیار مهم در رخنمون شدن این مناطق عمل فرسایشی رودخانه قزل اوزن بوده است و مسلم است که وسعت این مناطق بسیار بیشتر از آن چیزی است که در سطح رخنمون پیدا کرده است هر چقدر از بستر رودخانه به طarf ارتفاعات حرکت شود از شدت آلتراسیونها کاسته می شود.

سه واحد چینه ای متحمل بیشترین تغییرات آلتراسیونی شده اند که شامل واحد E^{t1} ، E^{ab} ، OL^{tr} است حجم اصلی آلتراسیون متعلق به سنگهای دگرسان شده واحد E^{r1} یا توفهای ماسه ای سبز ائوسن است گاهی شدت آلتراسیون به حدی است که حتی شناخت سنگ اولیه را مشکل می سازد میان لایه های بازالتی (واحد E^{ab}) داخل توفهای سبز، دومی واحد چینه ای است (از نظر حجم) که در داخل آلتراسیونها مشاهده می شوند به دلیل سختی زیاد این سنگها و نفوذ کمتر محلولهای هیدروترمالی در درون آنها، شدت آلتراسیونهای آنها کمتر از توفهای در برگیرنده خود است.

اثرات آلتراسیون هیدروترمالی گاهی به افقهای بالاتر چینه ای نیز رسیده (واحد OL^{tr}) و آنها را متاثر ساخته است (اطراف روستاهای کجل، گورجق، کمر)



شکل شماره 2-4 محدوده های آلتراسیونی در اطراف رودخانه قزل اوزن

5 محدوده آلتراسیونی به ترتیب از شمال غرب به جنوب شرق تحت نامهای آلتراسیون کجل - شنب ساآباد - (شماره

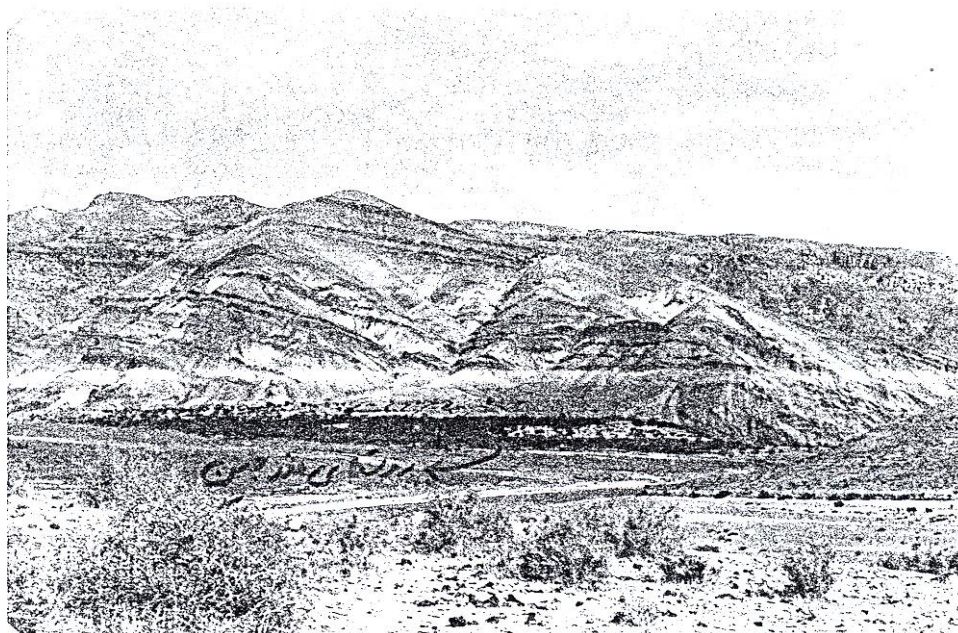
1) مندجین (شماره 2)، گاو-کمر (شماره 3)، نیمه هیل (شماره 4)، و جیزوان (شماره 5) نامگذاری شده اند.

آلتراسیون مندجین با 30 کیلومتر مربع بیشترین وسعت (عکس شماره 2-8) و آلتراسیون جیزوان با 12 کیلومتر مربع

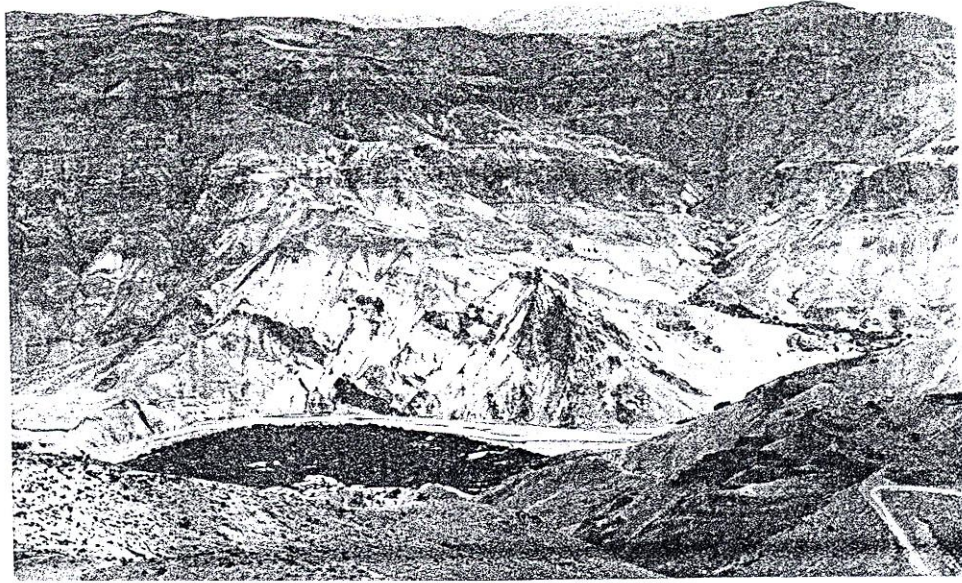
کمترین وسعت را دارد (عکس شماره 2-11) مساحت آلتراسیون کجل 18 کیلومتر مربع، گاو-کمر حدود 14 کیلومتر

مربع (عکس شماره 2-8) و نیمه هیل 15 کیلومتر مربع (عکس شماره 2-9)

معدن سرب و روی و مس شاع علی بیگلو و سنجده در کنار آلتراسیون مندجین و گاو- کمر و معدن رشت آباد در کنار آلتراسیون جیزوان قرار دارد تنها در محدوده آلتراسیونی مندجین می باشد که آثار توده کوارتز مونزونیتی به چشم می خورد. از داخل یکی از آپوفیزهای کوچک میکروکوارتز مونزونیتی این منطقه (در محل تقاطع دره کهورین و شاه علی بیگلو) چشمه آبگرمی با حرارت حدود 40°C در امتداد گلی کوچک ظاهر شده است.



عکس شماره 2-7 بخشی از آلتراسیونهای هیدروترمالی در اطراف روستای مندجین (دید به طرف شمال است)



عکس شماره 2-8 بخشی از آلتراسیونهای هیدروترمالی منطقه گاو-کمر در حاشیه رودخانه قزل اوزن (دید به طرف شرق است)



عکس شماره 2-9 آلتراسیون هیدروترمالی منطقه نیمه هیل از فاصله ای دور وسعت آلتراسیون 15 کیلومتر مربع است.



عکس شماره 2-10 بخشی از آلتراسیون منطقه مندجین در کنار رودخانه رشت آباد طول میدان دید حدود 500 متر است.

فصل سوم

پتروگرافی و پترولوزی

سنگهای آذرین

(با تاکید بر مسائل زمین شناسی اقتصادی)

References

- 1- asaari. H.j. (1965) geology of southern miaceh basin in azarbaigan , iran , amer assoc petrol . geologists bull vol4 , no, 1,pp: 88-97
- 2- berberian . m.king g.c.p. (1981) toward a paleogeography and tectonic evolution of iran . canasian journal of earth sciences vol .18.no 2,pp:210-265
- 3- davis . r.g.& and stal (1975) explanatory text of the Bandar-e pahlav-e-pahlavi (anzaly) quadrangle map 1:25000 g.s.i. 198 p .
- 4- davis . r.g.& and stal (1972) geology of masuleh sheet 1:10000 northwest iran g.si .110p
- 5- efekhar- nezha d.j nabavi ,m& vahleh , n,(1965) geology of tahram –tales arean g.s.i geol . note 16.24 p
- 6- efekhar- nezha d.j (1976) Brief history and structural development of azarbaijan . g.s.i, internal rep . n.8
- 7- hirayama. K. haghipoor, a, & hagian (1965) geology of the tarom district , eastern part (zanjan area . northwet iran). No .28
- 8- hamze – pour. B.johnson , g& grollman n . (1977) geology of the tarom district east district (zanjan area , northwet iran) no .28
- 9- sengor .a.m.c (1990) a new model for the Paleozoic- mesozoic tectonic evolution of iran and implication for omman geologicak . speial put – no 49 , pp:797-831
- 10- stocklin j & efekhar- nezhad . j (1969) explanatory text of zanjan quadrangle map 1:250.000 , g.s.i. rep . no .d4

با توجه به اهمیت توده های نفوذی این منطقه در امر کانی سازیها فلزی و غیر فلزی و نظر به تشکیل این کانی سازی در درون آتشفشانی و آذرآواری، نگاهی بر پتروگرافی و پترولوژی سنگهای آذرین امری ضروری و لازم است. بایستی سنگهای اولیه ای که تحت تاثیر محلولهای هیدروترمالی دگرسان شده و ضمن کانی سازی ، تغییر یافته اند مشخص گردد. همچنین نوع توده های نفوذی و جایگاه تکتونیکی آنها به جهت مشخص نمودن تیپ کانی سازیها باید بررسی گردد از طرف دیگر با توجه به اینکه رساله دکترای آقای محسن موید با موضوع (بررسی نوار ولکانوبلوتونیک البرز غربی - آذربایجان) همزمان با این رساله در حال تدوین می باشد و به جهت جلوگیری از تداخل این کار با کارهای

نامبرده ، بخش پتروگرافی و پترولوژی به صورت خیلی مختصر و محدود و با تاکید بر توده های نفوذی (عامل کانی سازی) آورده شده و سعی گردیده نتیجه گیری از اطلاعات پتروگرافی و پترولوژی بیشتر در ارتباط با مسائل اقتصادی و کانی سازی باشد.

1-3 پتروگرافی سنگهای آتشفشانی ائوسن

همانگونه که در فصل دوم این رساله آورده شده بیشترین رخنمون سنگهای منطقه مورد مطالعه متعلق به واحدهای آذرین و آذر آواری ائوسن است این واحدهای سنگی در فصل دوم آورده شده و نیازی به تکرار مطالب نیست. در الیگوسن زیرین، منطقه شاهد ولکانیسم گسترده همراه با پلوتونیسم شدید بوده است.

1-1-3- آندزی بازالت:

این واحد به صورت بین لایه ای و با ضخامت های متفاوت در داخل سنگهای آذر آواری ائوسن (سازند کرج) مرتباً تکرار می شود. گاهی ضخامت این واحد سنگی به چند ده متر رسیده و منشورهای بسیار زیبای بازالتی ایجاد می کند(عکس شماره 2-2) ولی اغلب، ضخامت لایه ها کمتر از پنج متر می باشد. این سنگها با رنگ سبز تیره متمایل به سیاه در تمام نقطه مورد مطالعه گسترش دارند علیرغم ظاهر سالم ، تمام این سنگها در داخل و یا حاشیه مناطق دگرسانی گرمایی به شدت آتراه شده اند.

بافت این سنگهای میکرولیتی پورفیریک تا هیالوپورفیریک و گلومروپورفیریک می باشد(عکس شماره 3-1) کانیهای اصلی شامل پلاژیوکلازها با ماکل مکرر و ساختمان زونه است. پلاژیوکلازها به صورت اتومورف تا ساب اتومورف هستند در داخل بلورهای پلاژیوکلاز، قطرات شیشه دیده می شود که ناشی از عدم اختلاط و یا ذوب پلاژیوکلازهاست . پلاژیوکلاز مخصوصاً در مناطق دگرسانیهای گرمایی و یا نزدیک آنها به اپیدوت، کلریت، سربیسیت، وکلسیت تبدیل شده اند. کلینوپیروکسن از نوع اوزیت با ماکل مشخص خود در اغلب نمونه های این سنگها به صورت فنوکریست مشاهده می شود (کانی اصلی) پیروکسنها نیز در مناطق مجاور آتراسیونها به اورالیت، کلریت و اپیدوت تجزیه شده اند.

کانیهای فرعی این سنگها شامل اولیوین با تبدیل شدگی به کلریت، سرپانتین و اکسید آهن (عکس شماره 2-3) آمفیبول با تبدیل شدگی به بیوتیت و کلریت، دیوپسید و سالییت با تبدیل شدگی به کلریت و اورالیت، بیوتیت اتومورف و ساب اتومورف با تبدیل شدگی به کلریت و اکسید آهن، آپاتیت و زیرکن است کانیهای ثانویه این سنگها شامل سرپانتین اورالیت، اپیدوت، کلریت، کلسیت، کائولینیت، سریسیت، اکسید آهن و سیلیس است. زمینه سنگ عمدتاً شامل شیشه یا میکرولیتهای ریز پلاژیوکلاز به همراه کلینوپروکسن، بیوتیت، اولیوین و کانی اوپاک است حفرات موجود در برخی از این نوع سنگها توسط سیلیس، کلسیت، کلریت و سرپانتین پر شده است.

2-1-3- سنگهای آذر آرای (توفیتها):

توفیتها مهم ترین واحدهای سنگی هستند که به صورت گسترده تحت تاثیر دگرسانیهای گرمایی قرار گرفته و ضمن کانی سازی در درون خود، تغییر یافته اند در مورد پتروگرافی توفهای دگرسان شده به صورت مفصل در فصل چهارم توضیح داده شده است و در این بخش اشاره مختصری به انواع توفهای دگرشان نشده می شود. این توفها شامل کریستال ویتریک توف، کریستال توف، لیتیک ویتریک توف، ویتریک کریستال توف و ویتریک لیتیک توف است.

الف- لیتیک ویتریک توف: رنگ این سنگها در نمونه دستی سبز روشن و گاهی متمایل به قهوه ای است قطعات لیتیک از سنگهای آتشفشانی با بافت هیالومیکرولتی پورفیریک تا هیالوپورفیریک است (عکس شماره 3-3) زمینه سنگها از شیشه بوده و گاهی پدیده دویتریفیکاسیون در آنها دیده می شود. فنوکریست مهم این سنگها پلاژیوکلاز است. ترکیب این توفها در حد توف آندزیتی تا توف آندزی بازالتی است.

ب- کریستال ویتریک توف: رنگ این توفها سبز متمایل به خاکستری و زمینه این سنگها از شیشه آتشفشانی است. کریستالهای توف شامل کوارتز و فلدسپات می باشد (عکس شماره 3-4) فلدسپاتها به صورت خرد شده و زاویه دار هستند. پلاژیوکلازها اغلب به سریسیت، کوارتز، اپیدوت و کلسیت تجزیه شده اند. معمولاً شکستگیهای موجود در

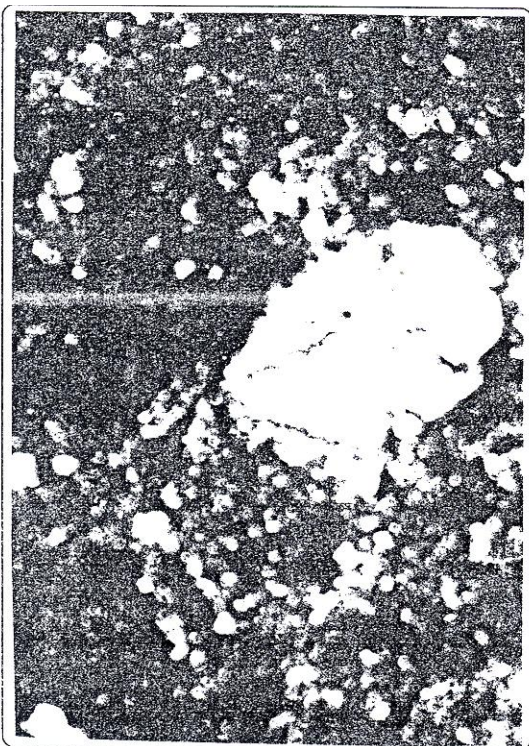
توفها توسط کانیهای ثانوی کلریت، اپیدوت و کلسیت پر شده و ذراتی از بیوتیت در این توفها مشاهده می شود. ترکیب سنگی این توفها در حد توف داسیتی تا آندزیتی است.



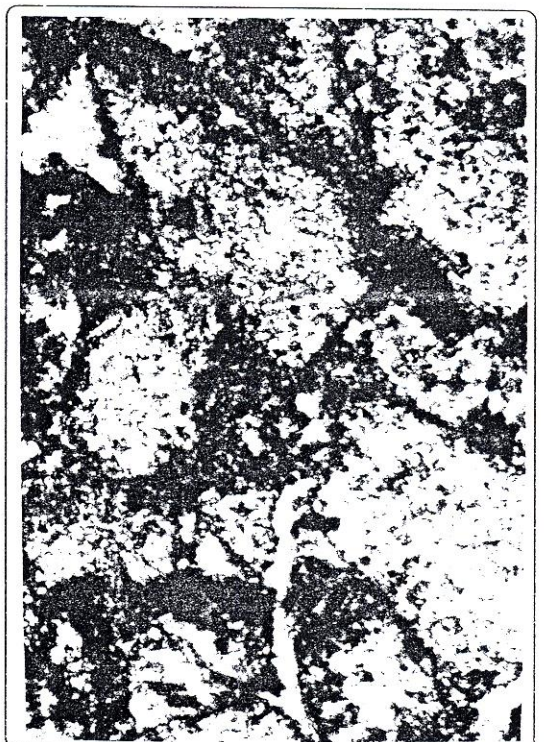
عکس شماره 3-1- بازالت آندزیتی با بافت هیالومیکرولیتی پورفیریک ، دذشت نمایی 50x



عکس شماره 3-3- لیتیک توف با پورفیرهای پلاژیوکلاز و زمینه شیشه ای . درشت نمایی 63x



عکس شماره 3-2- اولوین با تبدیل شدگی به سرپانتین و 3 اکسید آهن درشت نمایی 63x



عکس شماره 3-4- کریستال و یتریک توف با بلورهای پلاژیوکلاز آلتزه شده درشت نمایی 50x

ج- کریستال لیتیک توف: این توفها به دلیل ذرات آواری درشت تر در گروه لاپیلی توف قرار می گیرند. رنگ سالم این توفها قهوه ای تیره تا سیاه و سبز میباشد قطعات لیتیک از سنگهای آتشفشانی با بافت هیالوپورفیریک است کریستالها شامل کوارتز و فلدسپات با ماکل مکرر است حفرات توف اغلب توسط سلیس یا کلریت از نوع پنین پر شده است. ترکیب سنگی این توفها در حد توف داسیتی تا ریولیتی است.

د- ویتریک لیتیک توف: رنگ این توفها مایل به خاکستری است قطعات لیتیک شامل سنگهای آتشفشانی از نوع آندزیت با بافت هیالومیکرولیتی پورفیریک است کریستال این سنگها شامل فلدسپات سدیک و پلازیوکلاز است. ترکیب این توفها در حد آندزیت است.

ه- ویتریک کریستال توف: رنگ این توفها در نمونه دستی سبز متمایل به قهوه ای است کریستال این توفها شامل کوارتز، فلدسپات آلکان و پلازیوکلاز است. پلازیوکلازها و فلدسپاتها کاملاً خرد شده و زاویه دار هستند زمینه توفها به صورت شیشه می باشد. ترکیب سنگی این توفها در حد توف داسیتی آندزیتی است.

2-3- پتروگرافی سنگهای آتشفشانی الیگوسن

سنگهای آتشفشانی الیگوسن به دلیل قرار گیری در ارتفاعات و تشکیل پهنه های مرتفع، خیلی کم تحت تاثیر دگرسانی گرمایی قرار گرفته اند ولی گسترش آنها به ویژه در بخشهای مرکزی منطقه مورد مطالعه زیاد است. این سنگها عمدتاً به صورت تراکیت، تراکی داستی- ریولیت و گاهی ایگنمبریت هستند.

1-2-3- تراکیت:

رنگ این سنگها در نمونه دستی متمایل به گلی و گلی متمایل به خاکستری است گاهی بلورهای درشت سانیدین در نمونه دستی مشخص است بافت این سنگ پورفیری با زمینه میکرولیتی است فنوکریست شامل فلدسپات آلکان

(سانیدین) شکل دار و نیمه شکل دار با ماکل کارلسباد (عکس شماره 3-5) و پلاژیوکلاز با ماکل مکرر و زونه است کانیهای فرعی شامل کوارتز، بیوتیت، بیروکسن و کانی فلزی است کانیهای ثانویه شامل بیوتیت، اورالیت، اکسید آهن، کوارتز و سریسیت است. زمینه به صورت میکرولیتهای پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکان، بیوتیت، کوارتز و بندرت شیشه است.

3-2-2- داسیت - ریوداسیت:

به صورت تغییرات جانبی و احد تراکتی الیگوسن هستند. رنگ این سنگها گلی روشن و متمایل به سفید است. بافت آن پورفیری و گلومروپورفیریک است. فنوکریست شامل پلاژیوکلاز (20% تا 30%) به صورت شکل دار و نیمه شکل دار با ماکل مکرر و زونه، فلدسپات آلکان (کمتر از 10%) با ماکل کارلسباد و تجزیه شده با کائولن و سریسیت، کوارتز (20% تا 15%) به صورت بی شکل و پرکننده حفرات است. کانیهای فرعی شامل بیوتیت با پلی کروئیسیم قهوه ای تا زرد روشن، کانی اوپاک، روتیل و زیرکن است. کانیهای فرعی شامل بیوتیت با پلی کروئیسیم قهوه ای تا زرد روشن، کانی اوپاک، روتیل و زیرکن است. زمینه از بلورهای ریز کوارتز، پلاژیوکلاز و فلدسپات آلکان است. گاهی حالت جریان شایع در این سنگها مشاهده می شود و آنها را شبیه ایگنمبریت می سازد (شرق روستای ولستان) برخی از قسمتهای این واحد سنگی از جمله در کنار روستای اندرود پایین به صورت پرلیتی می باشد.

3-3- پتروگرافی سنگهای آتشفشانی نئوژن - کوارترنر

در مناطق اطراف روستاهای رشید آباد، کهورین، سهل آباد و قاراب بالا شاهد سنگهای آفتنیکی هستیم که بر روی سنگهای ولکانیکی الیگوسن یا توفهای کرج قرار گرفته اند. به نظر می رسد این سنگها که ترکیبی بازالتی دارند می توانند متعلق به نئوژن یا احتمالاً کوارترنر باشند.

3-3-1- تراکتی بازالت:

سنگ بسیار ریز بلور با رنگ سیاه متمایل به سبز است دارای بافت هیالوپورفیریک (شیشه جریانی در متن) هستند (عکس شماره 3-6) کانیهای اصلی شامل پلاژیوکلاز اتومورف و ساب اتومورف با ماکل مکرر و خاموشی زونه، سانیدین با ماکل کارلسباد و اتومورف و کلینوپیروکسن از نوع اوزیت است کانیهای فرعی شامل بیوتیت و زیرکن است در زمینه شیشه به همراه میکرولیتهای پلاژیوکلاز و ذرات پیروکسن مشاهده می شود. برخی از حفره های سنگ توسط کلسیت و یا سیلیس پر شده است.

3-4- پتروگرافی سنگهای نیمه عمیق

دایکهای پورفیریتی در مناطق مختلف ناحیه مورد مطالعه و به ویژه در مناطق جنوب شرقی (روستای جیزوان) و شمال غربی (روستای قاراب بالا و باغبانان) مشاهده می گردد. این دایکها و توده های نیمه عمیق (ساب و ولکان) نیز در ایجاد دگرسانی گرمابی و کانی سازی در منطقه موثر بوده اند.

1-3-4- پورفیریت:

ترکیب پورفیریتها از میکروکوآرتز مونزونیت تا میکرو گرانیت و میکرو گرانودیوریت می باشد. بافت سنگ میکرو گرانوپورفیریک می باشد. کانیهای اصلی شامل پلاژیوکلاز (40%) با ماکل مکرر و تبدیل شدگی به اپیدوت، کلریت و کلسیت، فلدسپات پتاسیم (28%) با ماکل کارلسباد و تبدیل شدگی به کائولینیت و کوآرتز (15%) به صورت گزنومورف می باشد. کانیهای فرعی شامل آمفیبول اتومورف و ساب اتومورف، بیوتیت قهوه ای آلتره شده به کلریت، آپاتیت و زیرکن در درون بیوتیت است کانیهای ثانویه شامل اپیدوت، کلریت، بیوتیت، کلسیت و کائولینیت است.

5-3- پتروگرافی سنگهای آذرین درونی

عامل اصلی دگرسانیهای گرمابی و کانی سازی در این منطقه توده های نفوذی و سنگهای مرتبط با آنهاست. حجم اصلی توده های نفوذی منطقه در اطراف روستاهای حاجی سیران، و رمزیار، قره حصارلو، شهرآباد و قندرقالو می باشد ولی آپوفیزهایی از آنها در حواشی رودخانه قزل اوزن و روستای گلچین و رشت آباد به چشم می خورد رنگ عمومی

این سنگها خاکستری متمایل به گلی است ترکیب عمومی این سنگها مونزونیت است ولی می توان سه ترم: الف- کوارتز
مونزونیت - کوارتز سنیت ب- مونزودیوریت ج- مونزو گرانیت را در آنها جدا نمود که به شرح آنها پرداخته می شود.
1-5-3- کوارتز مونزونیت:

بیشتر دارای بافت گرانولار یا گرانولار پورفیری هستند (عکس شماره 3-7) در این سنگها بافتهای میرمکتیتی و
مخصوصاً گرانوفیری زیاد به چشم می خورد که نشانه تبلور در عمق کم و نقطه اوتکتیک است (عکس شماره 3-8-)
کانیهای اصلی شامل فلدسپات پتاسیم با ماکل کارلسباد و اتومورف تا ساب اتومور (فراوانی 40%) پلاژیوکلاز با ماکل
مکرر و اتومورف فراوانی (25%) و کوارتز با بلورهای بی شکل است (20%) کانیهای فرعی شامل بیوتیت، آمفیبول،
زیرکن (به صورت آزاد یا انکلوزیون در درون بیوتیت)، اپاتیت، اسفن و کانی اوپاک می باشد. کانیهای اصلی و فرعی
در اثر هوا زدگی به کانیهای ثانویه کائولینیت، سریسیت، تبدیل شده اند.

2-5-3- مونزو دیوریت:

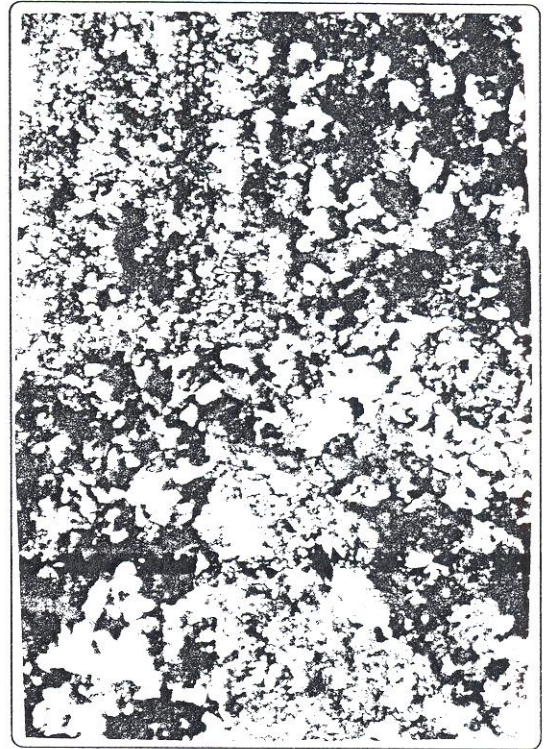
حاشیه سریع شده توده های نفوذی که ریز بلورتر نیز می باشند دارای ترکیبی در حد دیوریت تا مونزودیوریت می باشد
(روستای شهر آباد) بافت سنگ به صورت میکروگرانولار است بافت میرمکتیتی زیاد به چشم می خورد و نشان می
دهد که پس از تبلور فلدسپاتها، اضافی سیلیس به صورت سوزنهایی رشد کرده است عدم وجود بافت پرتیتی به دلیل
تبلور مستقل فلدسپات پتاسیم (ارتوز) و آلبیت به علت فشار زیاد بخار آب حاکم بر محیط تبلور است کانیهای اصلی
شامل پلاژیوکلاز (45%) فلدسپات پتاسیم با ماکل کارلسباد (25%) و کوارتز گزنومورف (10%) است کانیهای فرعی
شامل کلینوپیروکسن از نوع اوژیت و دیویسید - سالیس، آمفیبول از نوع هورنبلند، بیوتیت، زیرکن، روتیل اسفن و کانی
اوپاک است کانیهای ثانویه شامل اورالیت، بیوتیت، اپیدوت کلریت، کلسیت و کائولینیت می باشد.

3-5-3- مونزو گرانیت:

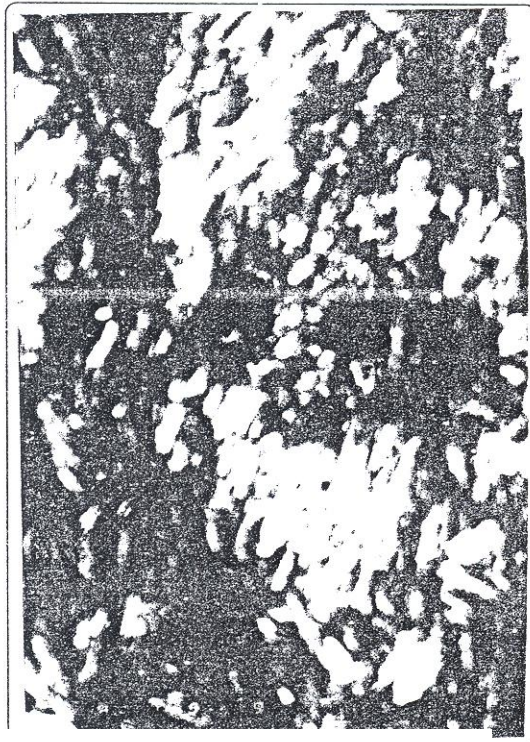
در بخشهای داخلی تر توده نفوذی حاجی سیران بخشهایی با افزایش کوارتز، به صورت گرانیت، گرانودیوریت و مونزوگرانیت نشان می دهند که این مساله در نمودارهای بخش پترولوژی نیز مشخص می باشد. مرز مشخصی بین این واحد و سنگهای کوارتزمونزونیت وجود ندارد. رنگ این واحد روشن تر از واحدهای قبلی است بافت سنگ گرانولار بوده و بافت گرانوفیری نیز مشاهده می شود کانیهای اصلی شامل پلاژیوکلاز با ماکل مکرر (35%) فلدسپات با ماکل کارلسباد (30%) و کوارتز بی شکل (23%) است کانیهای فرعی شامل هورنبلند (حدود 8%) بیوتیت قهوه ای (6%) اپاتیت و اسفن است کانیهای ثانویه شامل بیوتیت، کلریت، اپیدوت، کائولینیت و سربیسیت است.



عکس شماره 3-5- ماکل کارلسباد در کریستال سائیدین در تراکیت
درشت منمای 63x



عکس شماره 3-7- کوارتز موزونیت با بافت پورفیری و آلتزه
شده درشت نمایی 50x



عکس شماره 3-6- بافت جریانیه در تراکی بازالت درشت نمایی



عکس شماره 3-8- بافت گرانوفیر در کوارتز موزونیت درشت

x63

نمایی 63x - - - - - پروتوری بود، سی سوری، ریسی ساسی اقتصادی

با توجه به اهمیت مطالعات پترولوژیکی از نظر تعیین نوع، ترکیب، جایگاه تکتونیکی، عمق تشکیل، درجه حرارت و مقدار بخار آب و نقش این عوامل در بوجود آوردن تپه‌های مختلف کانسازی، سعی می‌شود تا با تکیه بر مسائل زمین‌شناسی اقتصادی، هر یک از موارد فوق‌الذکر در توده‌های نفوذی منطقه بحث گردد.

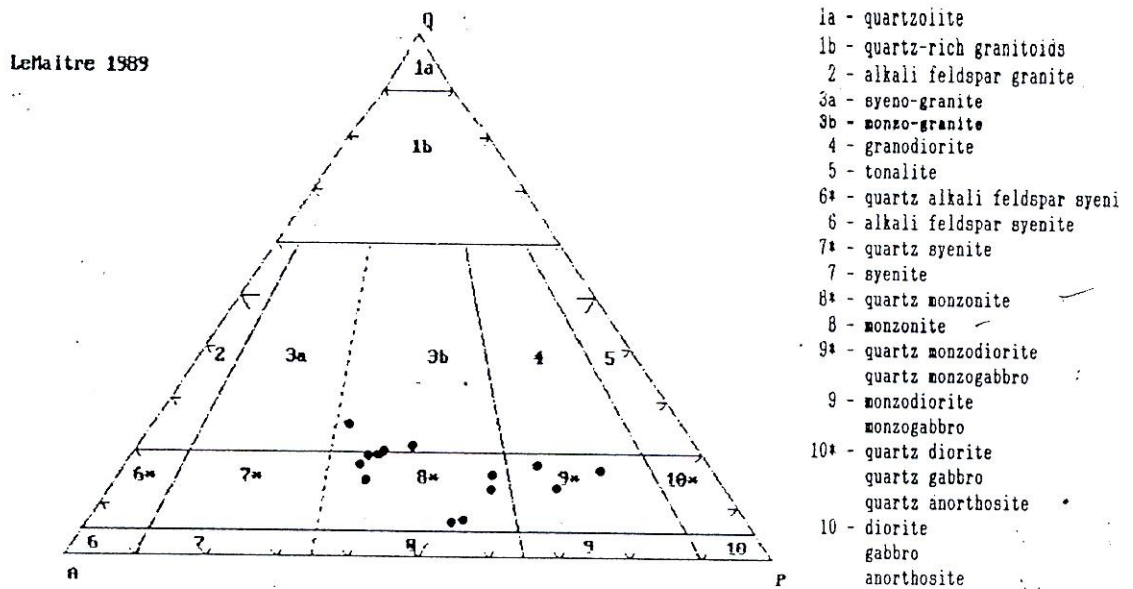
این مبحث بر اساس آنالیز 14 نمونه از سنگهای آذرین درونی منطقه مورد مطالعه که به روش XRF در دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی صورت گرفته پایه ریزی شده است. این نمونه‌ها تحت شماره‌های 57.55 و 91 و 106a.b و 154, 155a.b و 57b. 160. 163. 200b و 208 و 211 در جدول شماره 2 ضمیمه آورده شده است. از م. موبد جهت در اختیار گذاردن اطلاعات آنالیزی تشکر به عمل می‌آید.

1-6-3- رده بندی نورماتیو توده های نفوذی:

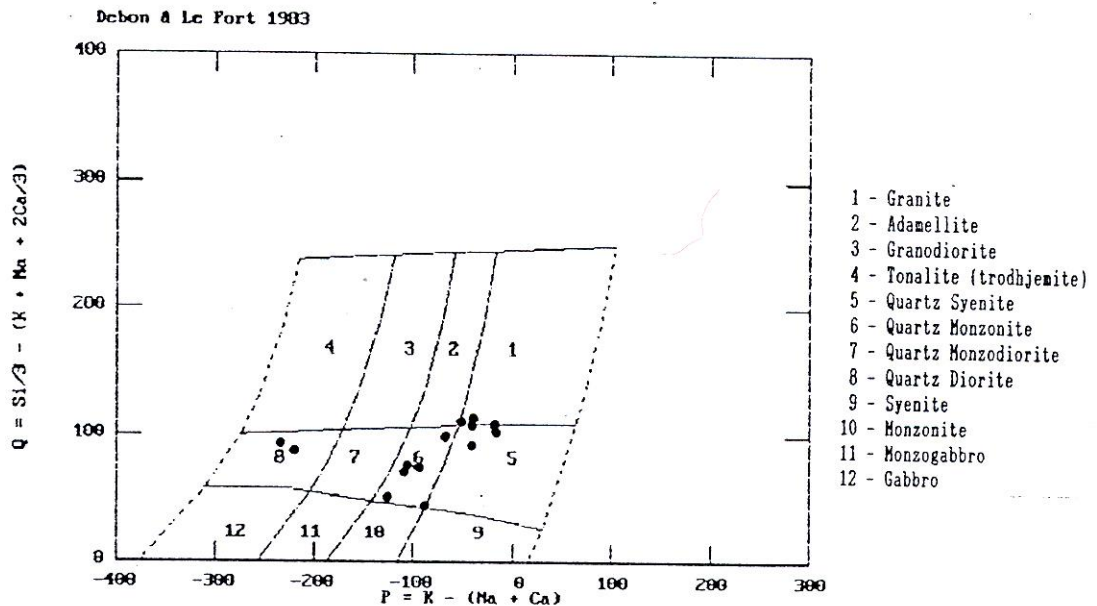
جهت نامگذاری توده‌های نفوذی منطقه مورد مطالعه بر اساس ترکیب کانی‌شناسی مجازی از نرم افزار **newpet** استفاده شده است (محاسبه نرم به روش **ciwp**) به جهت خلاصه شدن این مبحث فقط نمودار مثلثی **le (1989)** **maitre** آورده شده است (نمودار 3-1) مطابق این نمودار 3 نمونه از توده‌های نفوذی به صورت مونزوگرانیت، 8 نمونه بصورت کوارتز مونزونیت و 3 نمونه به صورت کوارتز مونزو دیوریت می‌باشد.

2-6-3- رده بندی توده های نفوذی بر اساس اکسید های اصلی:

تقسیم بندی سنگهای آذرین درونی بر اساس ترکیب شیمیایی به ویژه اکسیدهای اصلی آنها بسیار متنوع می‌باشد در این قسمت فقط به ذکر دو نمودار اکتفا می‌شود نمودار کاتیونی **Q-P** در سال 1983 توسط **Fore-Debon** ارائه گردیده است (نمودار 3-2) در این نمودار $p=k-(Na+Ca)$ و $Q=si/3 - (k+Na+2Ca/3)$ تعریف شده است بر اساس این نمودار 2 نمونه به صورت گرانیت، 4 نمونه به صورت کوارتز سینیت، 6 نمونه به صورت کوارتز مونزونیت و 2 نمونه به صورت کوارتز دیوریت می‌باشد.



نمودار (۱-۳) نمودار مثلثی Q - A - P برای رده بندی توده‌های نفوذی از (۱۹۸۹) Le Maitre



نمودار ۲-۳- نمودار کاتیوتی Q-P برای رده بندی شیمیایی سنگهای آذرین از (1983) Le fort , Debon

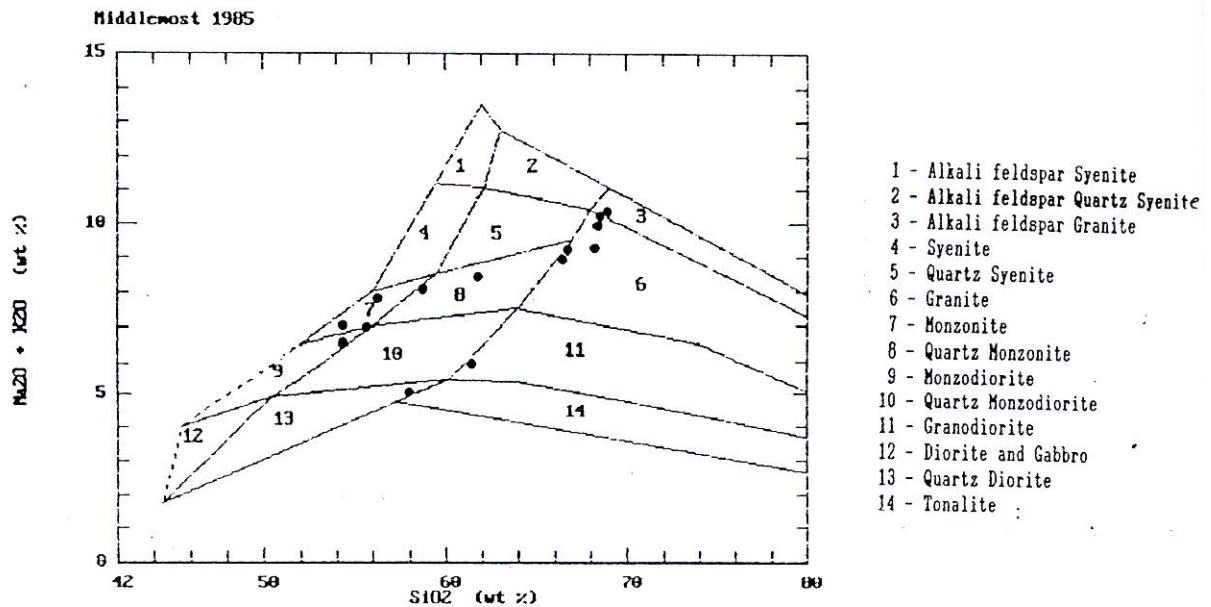
میدل موست (1985) رده بندی سنگهای آذرین درونی را بر اساس نسبت Na_2O و K_2O به SiO_2 ارائه داده است بر

اساس این نمودار نیز یک نمونه به صورت آلکالی فلدسپات گرنیت، 5 نمونه به صورت گرانیت، 3 نمونه مونزونیت، 2

نمونه کوارتز مونزونیت، یک نمونه گرانودیوریت و یک نمونه کوارتز دیوریت می باشد (نمودار 3-3) بر اساس

نمودار ارائه شده توسط COX و همکاران نیز، 7 نمونه از مجموع 14 نمونه مطالعه به صورت مونزونیت، 6 نمونه

به صورت گرانیت و یک نمونه به صورت دیوریت می باشد. در حالت کلی ترکیب شیمیایی سنگهای نفوذی منطقه به صورت مونزونیتی، کوارتز و مونزونیتی، مونزودیوریتی، گرانیت و کوارتز سینیت می باشد این سنگها دارای ارتباط نزدیک با کانی سازیهای پورفیری مس- طلا و به ویژه پورفیری طلا می باشد که در فصل 7 به آن پرداخته شده است.



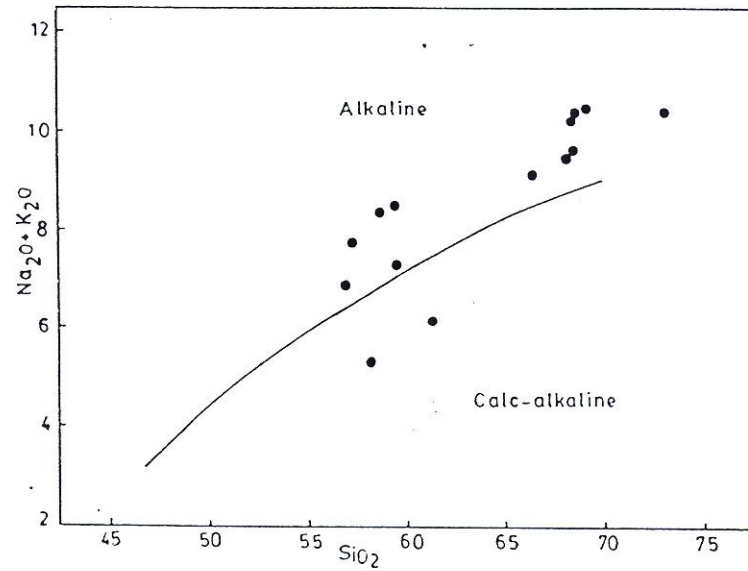
نمودار 3-3- رده بندی سنگهای آذرین درونی بر اساس مجموع Na_2O , K_2O نسبت به SiO_2 از (1985)

middle most

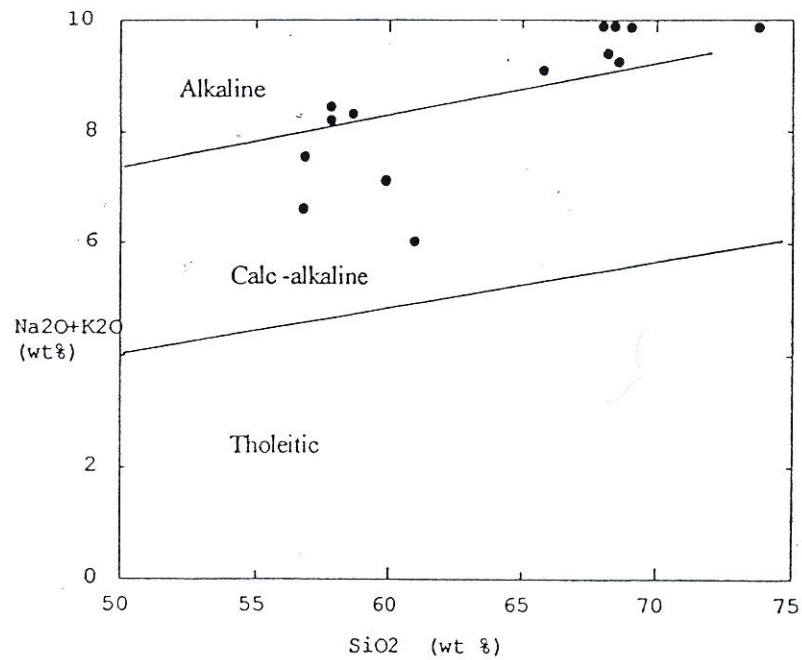
3-6-3- سریهای ماگمایی سنگهای آذرین درونی:

به دلیل ارتباط کانی سازیهای مختلف با سریهای خاصی از ماگماها و سنگهای حاصل از آنها، لازم است وابستگیهای توده های نفوذی به این سریهای ماگمایی مشخص شود. مثلاً ارتباط نزدیکی بین کانی سازیهای مس پورفیری با سریهای کالکو آلكالن و کانی سازی طلا با سریهای غنی از پتاسیم **high potassic** و شوشرنیتی مشاهده شده است. در این راستا نمودارهای بسیار زیادی توسط پترولوژیستها ارائه شده که در این بخش فقط ب ه 3 نمونه اشاره می گردد.

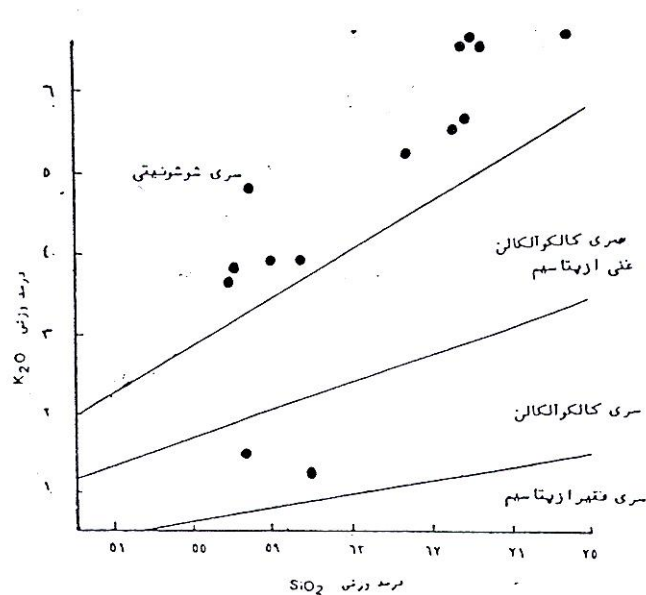
بر اساس نمودار **baragar , Irvine** (نمودار 3-4) غیر از دو نمونه از سنگهای نفوذی منطقه که در محدوده کالکو آلکالن (ساب آلکالن) واقع شده اند ، بقیه 12 نمونه به صورت آلکالن می باشند. روند تکاملی از سمت سنگ های بازیگ به طرف اسیدی در این نمودار مشخص است. در نمودار ارائه شده توسط Taylor و Strong نیز 4 نمونه در محدوده کالکوآلکالن و 10 نمونه در محدوده آلکالن واقع می شوند (نمودار 3-5) این دو نمودار آلکالن بودن اغلب نمونه های مورد مطالعه را تایید می کند. براساس نمودار (3-6) که از Willson (1989) اقتباس شده، 12 نمونه از سنگ های نفوذی آنالیز شده متعلق به سری شوشونیت و دو نمونه متعلق به سری کالکوآلکالن می باشد. از نظر پتاسیک یا سدیک بودن نمونه های مورد مطالعه، نمودار امامی (1981) پتاسیک بودن 12 نمونه و سدیک بودن 2 نمونه را مشخص می کند. (نمودار 3-7)



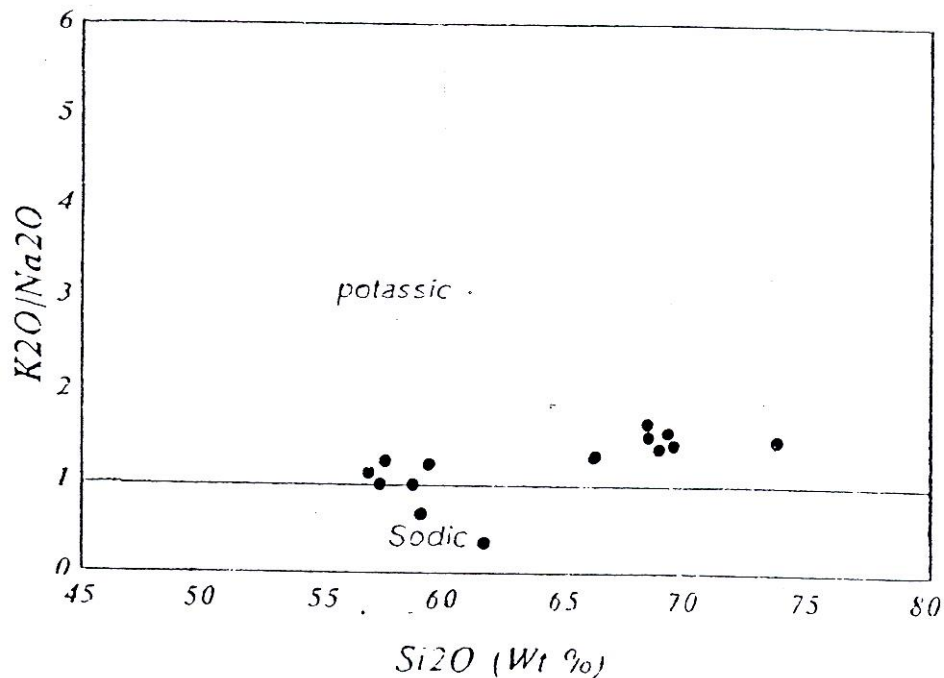
نمودار ۳-۴- جدایش نمونه‌های آلكالين و كالكوآلكالين بوسيله نمودار (۱۹۷۱) Baragar & Irvine



نمودار ۳-۵- جدایش نمونه‌های آلكالين و كالكوآلكالين به وسيله نمودار (1985) Strong و Taylor



نمودار ۳-۶. قرار گیری بیشتر سنگهای منطقه در محدوده شوشونیت براساس نسبت K_2O به SiO_2 از Wilson (۱۹۸۹)



نمودار 7-3- قرار گیری بیشتر نمونه‌های آنالیز شده از توده‌های نفوذی در بخش پتاسیک از Emami(1981)

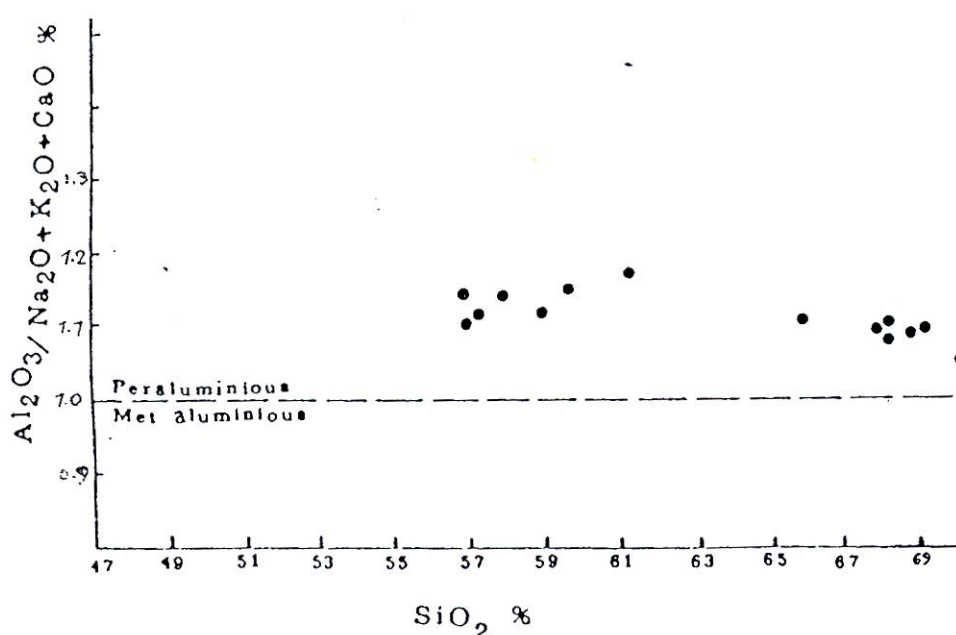
با توجه به نمودار A/CNK در مقابل SiO_2 مشخص است که تمام نمونه‌های آنالیز شده از

توده‌های نفوذی منطقه در گروه پرآلومین و برخی نزدیک به محدوده متآلومین قرار می‌گیرند

(نمودار 3-8) مقدار نسبت A/CNK بین 1/05 تا 1/2 در نمونه‌های مختلف متغیر است. وجود

ماگمای پرآلومین یا متآلومین از نظر تمرکز عنصر مس در قالب کانی‌های سولفوری یا در شبکه

کانی‌های سیلیکاته بسیار مهم است زیرا در ماگماهای فقیر از AL مس به جای آلومینیوم در شبکه سیلیکاتها وارد شده و متمرکز نمی‌شود ولی در ماگماهای با AL بالا، مس اجازه شرکت در ساختمان سیلیکاتها را نیافته و می‌تواند به صورت فاز سولفوری کانی سازی نماید. از این نظر می‌توان امیدوار بود که اگر پتانسیلی از مس در ماگمای اولیه منطقه وجود داشته به صورت فاز سولفوری نهشته شده است.



نمودار 3-8 تمامی نمونه‌های سنگ‌های آذرین درونی منطقه در سری پرآلومین و نزدیک به متاآلومین هستند (از سرکار

(1989)

وایت و چاپل (1977) گرانیتوئیدها را به دو گروه I و S تقسیم کرده‌اند که گرانیتوئیدهای

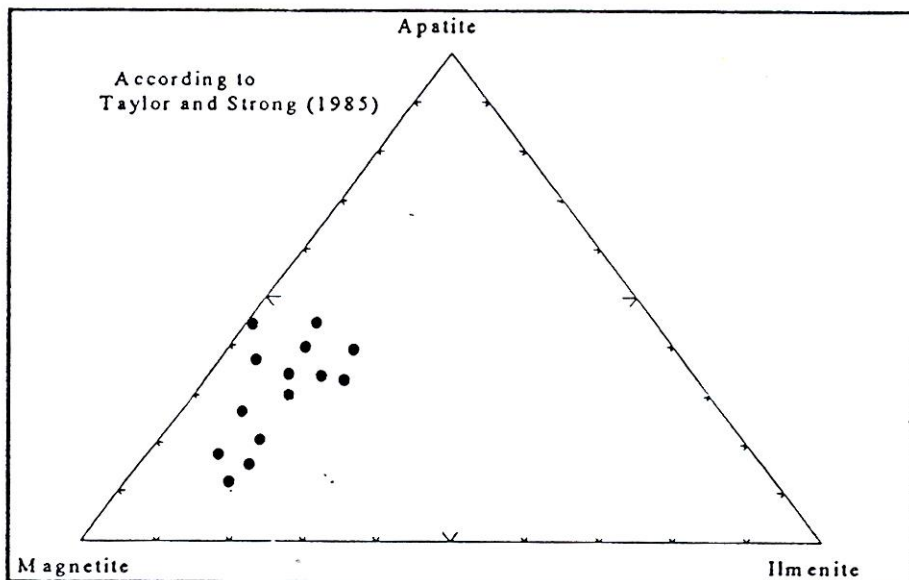
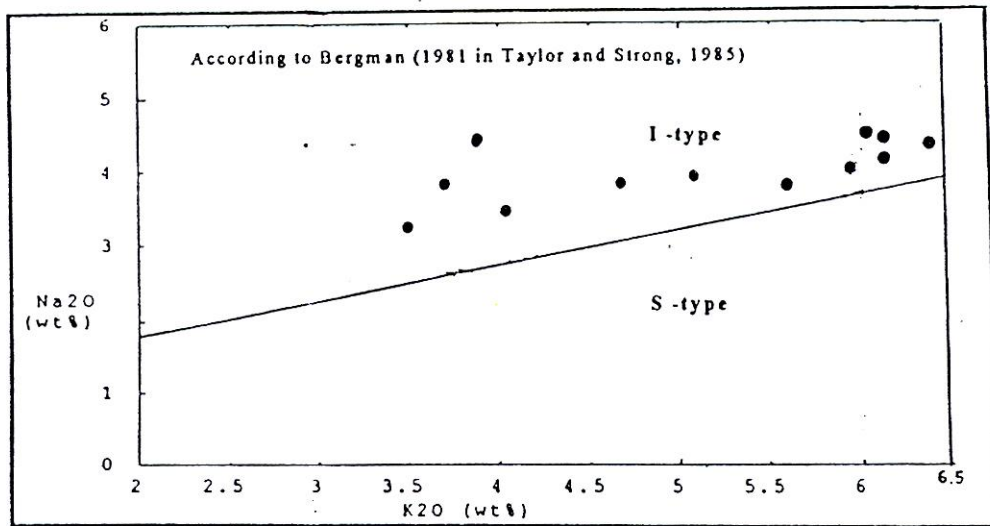
نوع S حاصل برخورد قاره‌ها و گرانیتوئیدهای نوع I محصول رژیم کوردیلر (برخورد قوس-قاره)

و بالاآمدگی‌های پس از کوه‌زایی است. گرانیتوئیدهای نوع I از تفریق ماگماهای بازالتی و نوع S از

ذوب بخش سنگ‌های رسوبی و دگرگونی به وجود می‌آید. به اعتقاد (Pitcher 1995) در

گرانیتوئیدهای تیپ I نسبت $A/CNK < 1/1$ و در بیوتیت موجود در گرانیتوئیدهای تیپ I نسبت $A/CNK > 1$ می باشد. وجود هورنبلند، بیوتیت، مگنتیت و آپاتیت در سنگ های گرانیتوئیدی و AL بالا نشانه تیپ I این سنگهاست. مسکویت در تیپ S به صورت کانی اصلی و در تیپ I به صورت کانی فرعی است. دامنه تغییرات SiO_2 در تیپ I بین 57 تا 73 درصد و در سری S بین 66 تا 79٪ است.

براساس نمودار (Taylor و Strong (1985) تمام نمونه های آنالیز شده از توده های نفوذی منطقه متعلق به تیپ I می باشد (نمودار 3-9) تیپ I گرانیتوئیدها را تیپ مگنتیتی (اکسیدان) نیز نامیده اند. براساس نمودار (Taylor و Strong (1985) تمام نمونه های منطقه در سری مگنتیت قرار می گیرند. (نمودار 3-10)



نمودار 3-10 تقسیم بندی سنگ‌های نفوذی منطقه بر اساس درصد Mt-Ap-Il از Taylor و Strong (1985)

تیپ مگنتیتی دارای بیش از 20٪ مدال مگنتیت و تیپ ایلمنیتی کمتر از 2٪ مدال مگنتیت

دارد. اهمیت اقتصادی تیپ مگنتیتی از نظر کانی سازی طلا، مس، سرب، و روی و اهمیت اقتصادی

تیپ S از نظر کانی سازی قلع و تنگستن است. از شواهد دیگری که در وابسته بودن گرانیوئیدهای

این منطقه به تیت I وجود دارد می‌توان به $Na_2O > 3/2\%$ تغییرات وسیع SiO_2 از 57 تا 74٪

تشکیل دیوپسید در نورم کانیها، وجود کروندوم کمتر از 1٪ در تورم کانیها، وجود مگنتیت به صورت کانی فرعی در تمام سنگها و نسبت N/CNK بین 1/05 تا 1/2 اشاره نمود.

4-6-3- شرایط تشکیل توده‌های نفوذی از نظر عمق، حرارت و فشار:

نظر به اهمیت شرایط ترمودینامیکی تبلور توده‌های نفوذی و نقش درجه حرارت تبلور، فشار بخار آب، فشار اکسیژن و عمق تبلور توده‌های نفوذی در به وجود آوردن انواع آلتراسیون‌های هیدروترمالی، ضروری است پارامترهای یاد شده در توده‌های نفوذی منطقه مورد مطالعه نیز، به دقت بررسی گردد.

برای مشخص شدن محدوده حرارتی تبلور سنگ‌های آذرین درونی از دو روش ترمومتری بیوتیتها و روش تعیین نورم کانیهای کوارتز-آلبیت-ارتوز استفاده شده است. در روش ترمومتری بیوتیتها، اساس کار مشخص نمودن نسبت $\frac{Fe}{Fe+Mg}$ در بیوتیتهاست. ترکیب شیمیایی بیوتیت بسته

به درجه حرارت تشکیل آن و فشار بخشی اکسیژن (f_{O_2}) می‌تواند تغییر نماید (Nashar1995)

یازده نمونه از بیوتیت گرانیتوئیدهای منطقه (از ترمهای حد وسط اسیدی) به وسیله دستگاه الکترون میکروپروپ آنالیز نقطه‌ای شد که نتایج حاصل در جدول (3-1) نشان داده شده است. پس از به

دست آوردن مقدار Fe_2O_3 کل، بایستی مقدار $\frac{100Fe_t}{Fe_t+Mg}$ محاسبه گردد. مقادیر به دست آمده از این

رابطه بین 28 تا 38 می‌باشد (جدول 3-1) این مقادیر در نمودار شماره (3-11) پیاده شده و به این

ترتیب محدوده حرارتی 730 تا 880 درجه سانتیگراد برای تبلور بیوتیت‌های گرانیتوئیدها به دست

می‌آید. مقدار فوگاسیته اکسیژن (f_{O_2}) بین 13 تا 17 بار

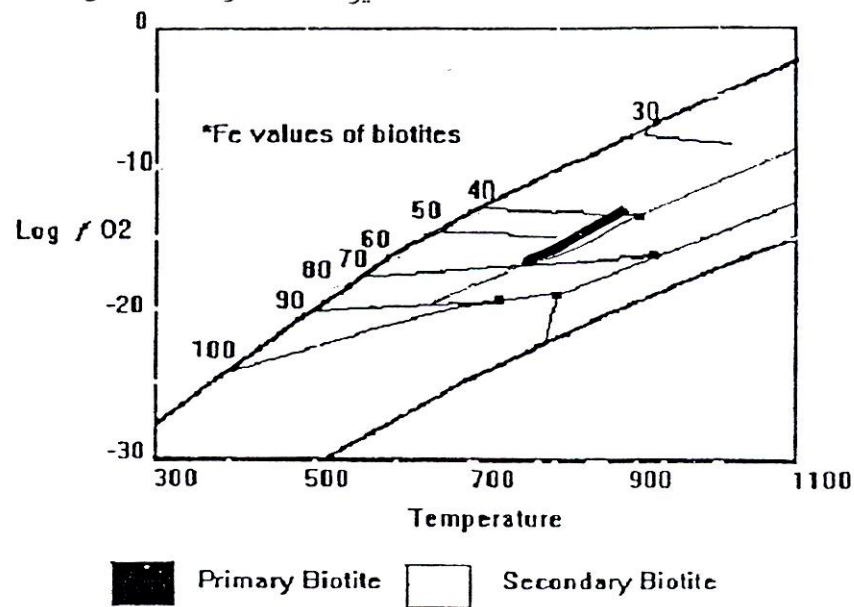
	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	Fe_2O_3	$\frac{100Fe_1}{Fe_1 + Mg}$
209-77	2.38	14.81	13.44	39.17	1.13	11.47	2.17	15.44	37.8
57-77	-	18.77	12.61	38.50	9.13	-	5.04	15.59	32.6
209-77	-	18.68	12.49	38.16	9.10	-	5.10	15.98	33.3
57-77	1.54	17.90	11.01	40.72	1.04	10.81	2.07	14.92	32.7
209-77	2.60	15.94	11.53	40.39	0.78	11.14	3.02	14.61	34.8
209-77	2.43	15.99	11.50	4.48	0.71	11.16	3.14	14.59	34.7
57-77	-	21.08	12.80	38.40	8.87	0.18	3.31	12.99	28
57-77	-	20.58	11.98	38.13	9.42	-	3.60	13.78	28
57-77	-	21.43	12.54	38.54	8.91	-	2.93	13.77	28
57-77	0.20	17.87	13.76	35.74	8.69	-	7.37	14.69	32.5
57-77	-	18.06	13.85	35.33	8.93	-	7.53	14.80	32.4

جدول 3-1- نتایج آنالیز 11 نمونه بیوتیت از گرانیتوئیدهای منطقه مورد مطالعه به وسیله الکترون میکروپروپ

می‌باشد. این فوگاسیته اکسیژن منطبق با سیستم‌های پورفیری عقیم می‌باشد

(Mason, 1978, Muller & Gorves, 1993) در شکل (3-12) یک نمونه از بیوتیت‌های آنالیز

شده (شماره 209) نشان داده شده است.



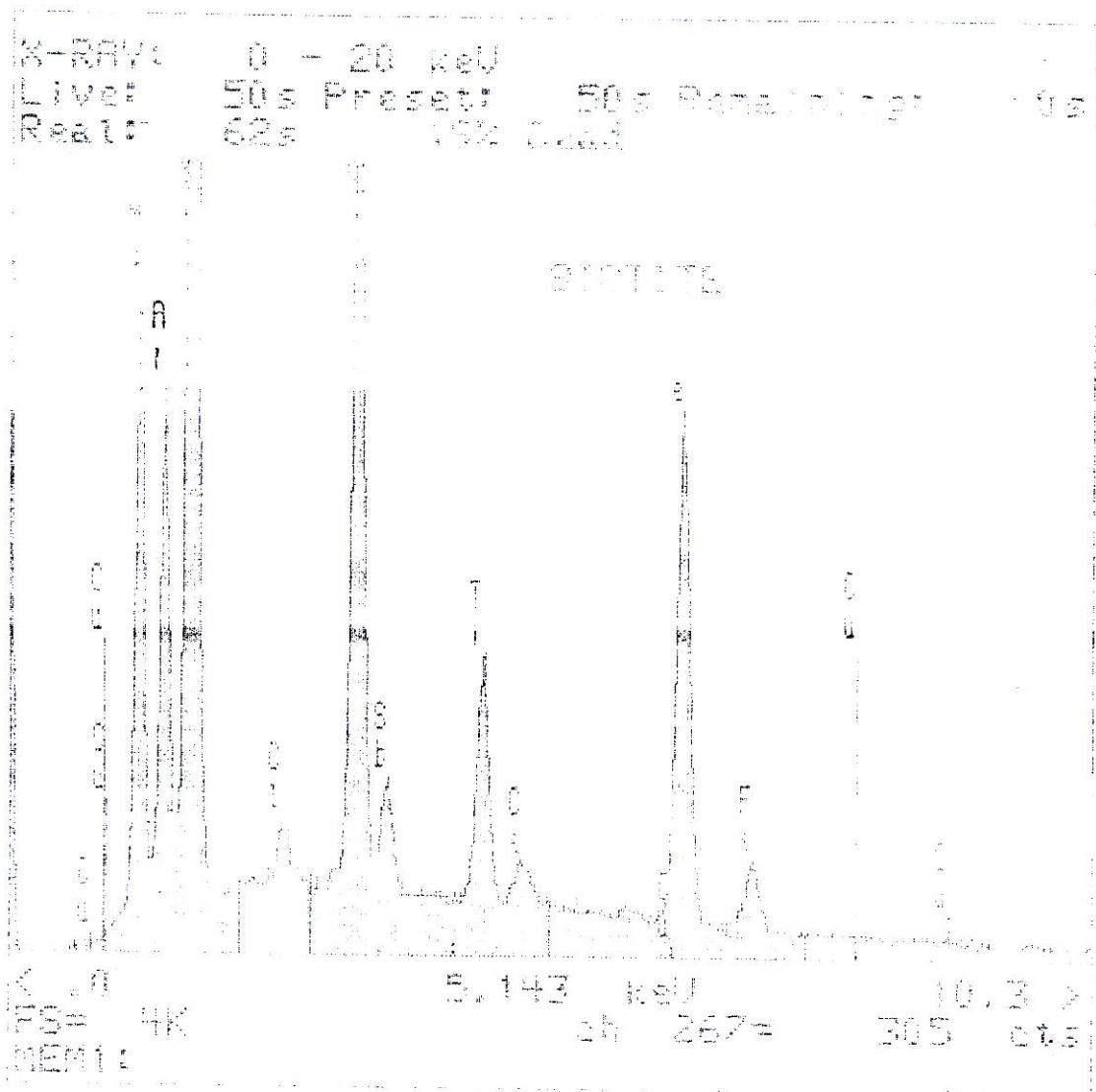
نمودار 3-11- نمودار حرارت نسبت به فشار اکسیژن بر اساس $\left(\frac{100Fe_t}{Fe_t + Mg}\right)$ در بیوتیت‌های گرانیتوئیدها (از

(Nashar1995)

در صورتی که نمونه‌های آنالیز شده بر اساس نمونه‌های نورماتیو محاسبه شده و در نمودار مثلی $Q-Ab-Or$ در فشار بخار آب 2 کیلو بار قرار داده شود، مشخص می‌شود که حرارت توده گرانیتوئیدی به هنگام انجماد در نقطه اوتکتیک بین 700 تا 800 درجه سانتیگراد در تغییر بوده است (نمودار 3-13) این مقادیر با اعداد به دست آمده از طریق ترمومتری بیوتیتها مطابقت خوبی دارد.

برای محاسبه عمق تبلور توده‌های نفوذی از روش آنالیز آمفیبولها توسط دستگاه الکترون مایکروپروپ استفاده شده است. تبلور آمفیبولها تا مقدار زیادی تابع فشار کل محیط تبلور (به صورت فشار بخشی اکسیژن (fO_2) و فشار آب (PH_2O) و مقدار AL است. با استفاده از آنالیز آمفیبولهای گرانیتوئیدها به وسیله میکروپروپ و محاسبه Alt می‌توان از طریق فرمول

$P = -3.92 + 5.03Alt$ مقدار فشار حاکم بر محیط تبلور آمفیبول را محاسبه نمود. در حدود (2-3) متوسط مقادیر اکسیدهای اصلی حاصل از آنالیز 6 نمونه آمفیبول ارائه شده است. مقدار متوسط در این نمونه‌ها 3/3 تا 5/3 می‌باشد. مقدار Alt محاسبه شده بین 87٪ تا 95٪ می‌باشد. در صورت قرارگیری مقدار Alt در فرمول بالا مقدار نسبت به دست آمده برای محیط تبلور آمفیبولها در گرانیتوئیدها 0/47 تا 0/86 کیلو بار خواهد بود. این فشار معادل عمق 1/4 تا 3 کیلومتر می‌باشد. در شکل (3-14) نمونه‌ای از آمفیبولهای آنالیز شده توسط میکروپروپ نشان داده شده است.



نمودار 3-12- نمونه‌ای از بیوتیت آنالیز شده از مونزونیت منطقه روستای گلچین توسط دستگاه الکترون میکروپروپ

مقدار فشار آب در توده‌های نفوذی نقش بسیار مهمی در تامین آب لازم جهت آلتراسیونهای هیدروترمالی و حمل کمپلکسهای فلزی دارد لذا بسیار مهم است که بتوان مقدار فشار بخار آب در هنگام تبلور توده‌های نفوذی را محاسبه کرد. برای این کار از دیاگرام مثلثی $Q-Ab-Or$ استفاده شده است. با قرار دادن مقدار درصد نورم کانیها ارتوز، آلبیت و کوارتز در نمودار مذکور مشخص است که نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در فشار بخار آبی از 2 تا 10 کیلو بار حاصل شده‌اند. (نمودار (3-15)). مویید مقدار فشار بخار آب در توده‌های گرانیتوئیدی منطقه طارم را با همین روش بین 2 تا 10 کیلو بار تخمین زده است. وجود بخار آب زیاد در ماگمای مادر مولد سنگهای آذرین درونی باعث ایجاد و گسترش آلتراسیون هیدروترمالی در اطراف توده‌های نفوذی منطقه شده است.

نمودار 3-13 دیاگرام مثلثی $Q-Or-Ab$ در فشار بخار آب 2 کیلو بار (شاو 1973)

اکسیدها	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2
درصد متوسط	56-52	3-5	14-12	16-14	13-11	0-5	0-4	0-3
		3/3				0/3	0/2	0/1

جدول 3-2- مقادیر متوسط اکسیدهای اصلی در 6 نمونه آمفیبول آنالیز شده توسط دستگاه میکروپروپ

5-6-3- محیط تکتونیکی جای گیری توده‌های نفوذی:

پس از ارائه تکتونیک صفحه‌ای که انقلابی در علم زمین‌شناسی ایجاد کرد، پترولوژیستها و زمین‌شناسان اقتصادی مطالعات وسیعی در زمینه ارتباط نوع ماگماتیسم با محیط تکتونیک و رابطه آنها با تشکیل تپه‌های مختلف کانساری به عمل آوردند که منجر به نتایج وسیع و جالبی شد. مشخص گردید که هر تیپ کانساری در یک بستره تکتونیک مشخص با ماگماتیسم خاص می‌تواند تشکیل گردد و هر کانسار در هر محیط تکتونیک و با هر ماگماتیسمی به وجود نخواهد آمد، از این رو شناخت وضعیت تکتونوماگمایی توده‌های نفوذی کمک بسیار زیادی در شناخت تپه‌های کانی سازی در منطقه مورد مطالعه خواهد بود.

برای شناخت محیط تکتونیک گرانیتوئیدها روش‌ها و نمودارهای مختلفی ارائه گشته ولی مهمترین آنها مربوط به کارهای پیرس و همکاران (1984)، پیکولی و ماینار (1989)، کلارک (1992) و رولینسون (1993) می‌باشد. برای جلوگیری از حجیم شدن مطالب فقط به چهار نمودار اشاره می‌گردد. بررسی رفتار عناصر نادر خاکی نیز (REE) با توجه به غیرمتحرک بودن و تاثیرپذیری کم آنها از پدیده‌های دگرگونی ضعیف و دگرسانی می‌تواند کمک زیادی در شناخت وضعیت تکتونوماگمایی توده‌های نفوذی داشته باشد.

ماینار و پیکولی (1989) گرانیتوئیدها را براساس محیط تکتونیک آنها به دو گروه 1- گرانیتوئیدهای کوه‌زایی و 2- گرانیتوئیدهای غیرکوه‌زایی تقسیم کرده‌اند. گروه یک شامل 4 زیرگروه می‌باشد که عبارتند از: الف: گرانیتوئیدهای جزایر قوسی (LAG) ب- گرانیتوئیدهای قوس قاره‌ای

(CAG) ج- گرانیتوئیدهای برخورد قاره‌ای (CCG) و د- گرانیتوئیدهای پس از کوه‌زایی (POG) گرانیتوئیدهای گروه دوم نیز به دو زیر گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از الف- گرانیتوئیدهای مرتبط با کافت (RRG) و ب- گرانیتوئیدهای مربوط به بالازدگی خشکی زایی قاره (CEUG) در زیر وابستگی گرانیتوئیدهای منطقه به هر یک از گروه‌های فوق بررسی می‌شود.

Pearce و همکاران (1984) براساس لگاریتم Rb به لگاریتم مجموع Nb و Y محیط-

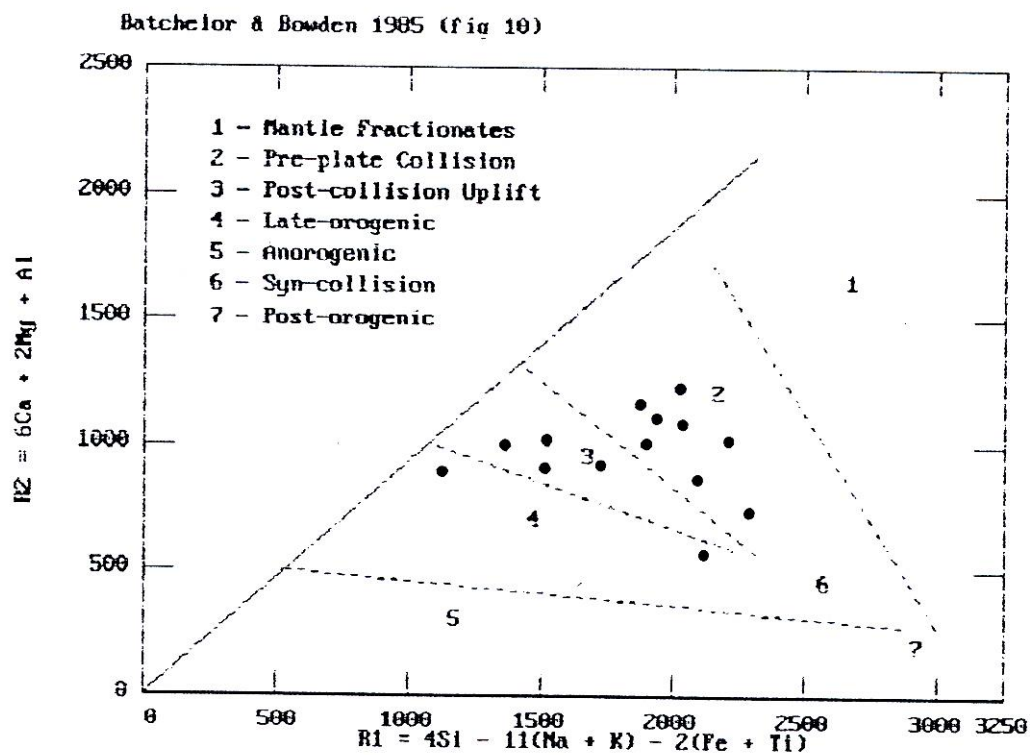
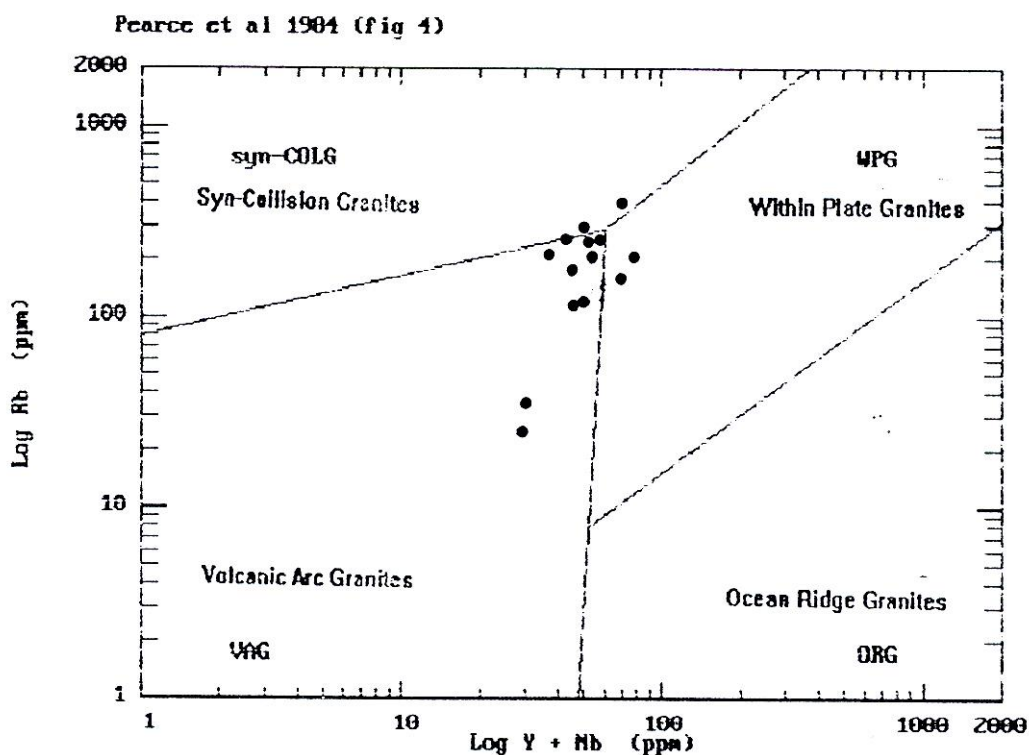
های مختلف تکتونیکی گرانیتوئیدها را مشخص کرده‌اند. براساس این نمودار 10 عدد از نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در محیط جزایر قوسی (VAG)، دو نمونه در محدوده همزمان با برخورد قاره (Syn-COLG) و دو نمونه داخل محدوده صفات (WPG) قرار می‌گیرد (نمودار 3-16) این نمودار تکامل تکتونیکی محیط شکل توده‌های نفوذی از زمان فرو رانش پوسته اقیانوس به زیر پوسته قاره‌ای (VAG) تا زمان برخورد قاره‌ها (Syn-COLG) و پس از آن را نشان می‌دهد.
(WPG).

در نمودار کاتیونی که به وسیله Batchelor و Bowden در سال 1985 ارائه شده،

نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در بخش قبل از برخورد قاره‌ها (گروه 2) و پس از برخورد قاره (گروه 3) قرار می‌گیرند (نمودار 3-17) ویژگی این نمودار در این است که پیشرفت در ترکیب شیمیایی پلوتونیسیم در طی یک چرخه کوه‌زایی مشاهده می‌شود که از مرحله قبل از برخورد صفحه‌ای در

رژیم فرو رانش آغاز شده و از مرحله بالازدگی پس از برخورد صفحه‌ای گذشته و به پلوتون مراحل
آخر کوه‌زایی ختم می‌شود.

پیکولی و ماینار (1989) نمودارهای مختلفی را برای شناخت تکتونیکی ارائه داده‌اند.



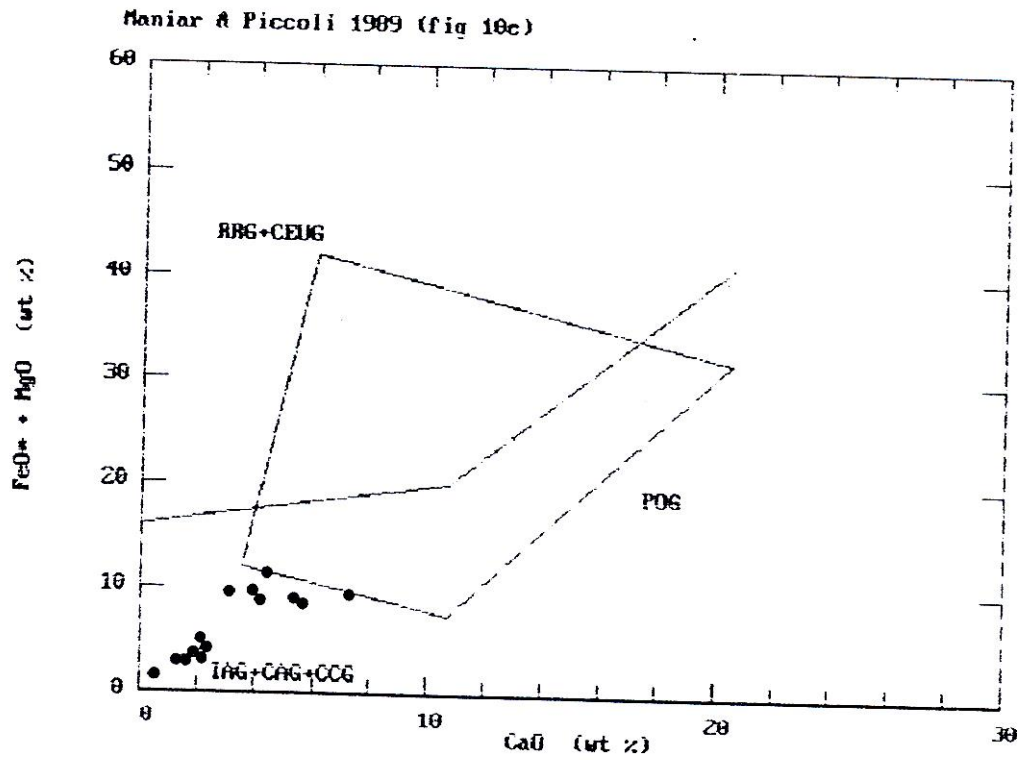
نمودار 3-17- نمودار کاتیونی با چلور و بادن (1985) و قرارگیری نمونه‌ها در محدوده‌های قبل و پس از برخورد.

در نمودار درصد وزنی CaO به مجموع درصد وزنی FeO و MgO، گرانیتوئیدهای

کوهزایی و غیر کوهزایی به راحتی از همدیگر متمایز می‌گردند. براساس این نمودار تمامی 14 نمونه

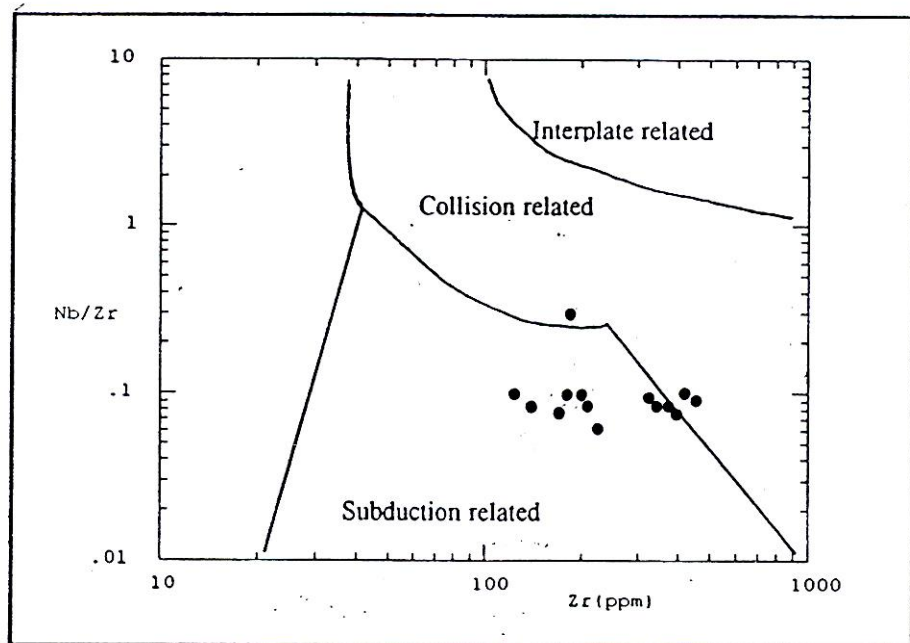
انتخاب شده از توده‌های نفوذی منطقه در قسمت CCG و CAG و IAG (گرانیتوئیدهای جزایر قوسی، قوس قاره‌ای و برخورد قاره‌ای) قرار می‌گیرند نمودار (3-18) در محیط قوسی قاره (CAG) نسبت A/CNK کمتر از 1/4 و در محیط برخورد قاره‌ای (CCG) نسبت A/CNK بزرگتر از 1/5 است. همان گونه که قبلاً اشاره شده بود در منطقه مورد مطالعه نسبت A/CNK بین 1/05 تا 1/2 می‌باشد.

یانف و باد نیتزف (1997) براساس لگاریتم Nb/zr به Zr، محیط تکتونیکی گرانیتوئیدها را مشخص نموده‌اند. افزایش نسبی Zr و کاهش Nb از مشخصات گرانیتوئیدهای مناطق فرو رانش است. براساس نمودار مذکور (نمودار 3-19) یازده نمونه از سنگ‌های نفوذی منطقه در محدوده مرتبط با فرو رانش و سه نمونه در محدوده مرتبط با برخورد (قوس - قاره، قاره - قاره) قرار گرفته‌اند. تطابق بسیار خوبی بین تمام نمودارهای اشاره شده در بالا وجود دارد و تمامی آنها رژیم کوه‌زایی همراه با فرو رانش را برای جای گیری توده‌های نفوذی نشان می‌دهند. این فرو رانش می‌توانسته به صورت فرو رانش پوسته اقیانوس به زیر پوسته اقیانوس دیگر و یا فرو رانش پوسته اقیانوس به زیر پوسته قاره‌ای بوده است. برخی از نمونه‌ها نیز رژیم برخورد قاره با قاره (از بین رفتن پوسته اقیانوس و بسته شدن آن) را نشان می‌دهند.



نمودار 3-18 تمامی نمونه‌های توده‌های نفوذی در محدوده IAG+CAG+CCG قرار گرفته‌اند از مانیار و پیکولی

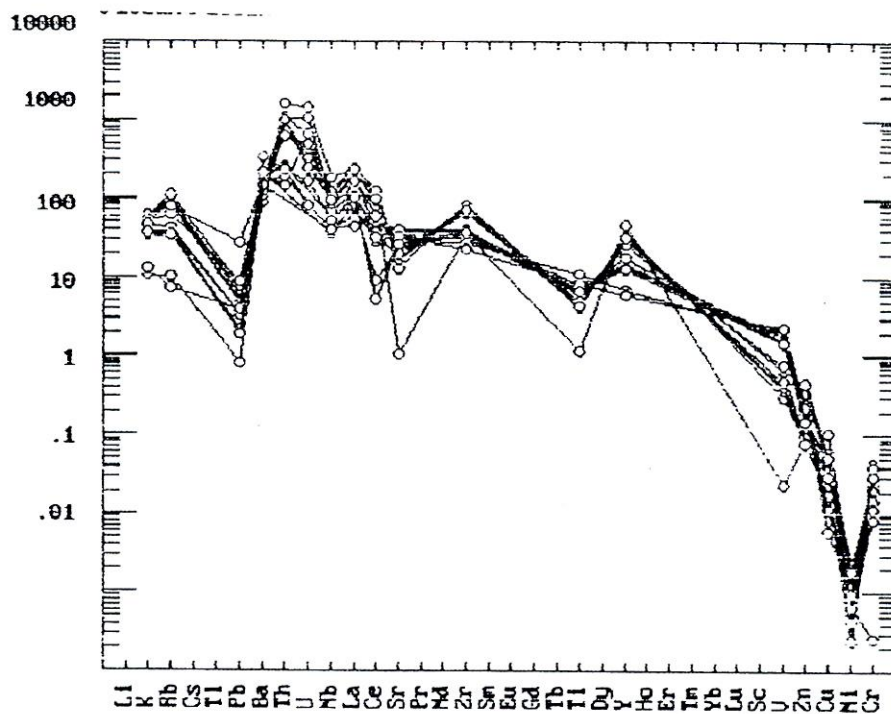
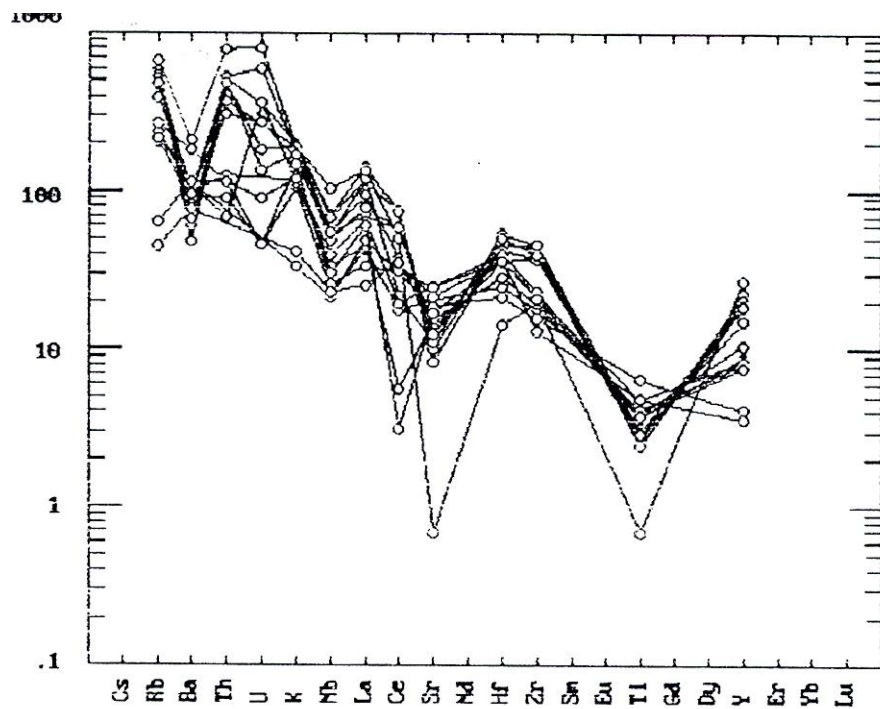
1989



نمودار 3-19- اغلب نمونه‌ها در محدوده مرتبط با فرو رانش قرار می‌گیرند (از Yanev Badnitezef.1997)

همان گونه که در بالا اشاره گردید رفتار عناصر نادر خاکی که به وسیله نمودارهای عنکبوتی (Spider diagram) نشان داده می شود در شناخت محیط تکتونیکی جای گیری توده های نفوذی، آلیش ماگمایی و روند تفریق و تبلور ماگما بسیار موثر است، لذا در این قسمت به شرح رفتار این عناصر و نمودارهای عنکبوتی پرداخته می شود.

در نمودار (3-20) رفتار عناصر نادر خاکی و برخی از عناصر سازگار که نسبت به گویشته اولیه نرمالیزه شده اند نشان داده شده است. در نمودار (3-21) نیز رفتار همین عناصر به همراه برخی از عناصر فلزی اصلی مثل Cr.Ni.Cu.Zn.V.Pb که نسبت به کندریتها نرمالیزه شده اند آورده شده است. نکات مهمی در این نمودارها به چشم می خورد که به مهمترین آنها اشاره می شود. غنی شدگی عناصری مثل V.Th.Rb.K و عنصر LREE (فقط عناصر Y اندازه گرفته شده است) نسبت به HREE (عناصر La و Ce اندازه گرفته شده اند) نشانگر آلیش پوسته ای و ذوب بخشی در ماگمای تشکیل دهنده سنگ های نفوذی این منطقه است (Rolinson و 1993) مقدار زیاد Sr.Rb.Ba علاوه بر نشان دادن مشخصه شوشونیتی سنگ های نفوذی منطقه بیانگر آلیش به مواد پوسته ای ماگمای سازنده این سنگهاست. غنی شدگی Ce نسبت به عناصر y.Zr.Hf و نیز آنومالی منفی Hf.Zr به اعتقاد (Pearce 1984) و همکاران مربوط به گرانیتوئیدهای رژیم جزایر قوسی (IAG)، قوس قاره ای (GAG) و توده های تصادمی است (CCG). در نمودار (3-20) غنی



نمودار 21-3 مقادیر عناصر مختلف نرمالیزه شده نسبت به کندریتها برای توده‌های نفوذی منطقه (از Mc Lean, Taylor, 1985)

شدگی سریم نسبت به عناصر زیرکونیوم و هافنیوم مشخص است. از طرفی در شکل ظاهری

نمودار، آنومالی منفی Zr-Hf مشاهده نمی‌شود ولی این مساله به دلیل قرار گیری عناصر Sr با

آنومالی منفی در کنار این عناصر در نمودار فوق‌الذکر است و در صورتی که موقعیت عناصر Hf و Zr نسبت به Ce در نظر گرفته شود این آنومالی منفی آشکارتر خواهد شد. در رژیم تصادمی همزمان و پس از برخورد نیز آنومالی مثبت عناصر Th.Rb مشاهده می‌شود (Pearce1984) که با بخش‌های اول نمودار (20-3) و (21-3) مطابقت نشان می‌دهد. مقادیر کم Ti.Nb و مقادیر بالای عناصر La نشانگر محیط تکتونیکی در ارتباط با فرو رانش و گرانیتوئیدهای جزایر قوسی و همزمان یا پس از برخورد است. این نکات در هر دو نمودار فوق‌الذکر مشخص می‌باشد.

در شکل (22-3) نمودارهای عنکبوتی گرانیتوئیدهای مربوط به رژیم‌های تکتونیکی جزایر قوسی، داخل صفحات، همزمان با برخورد و پس از برخورد از (Pearce1984) و همکاران آورده شده است. مشابهت زیادی بین نمودار گرانیتوئیدهای جزایر قوسی، همزمان و پس از برخورد وجود دارد. با مقایسه این نمودارها با نمودار (20-3) شباهت زیاد نمودار عنکبوتی منطقه مورد مطالعه با نمودارهای جزایر قوسی، همزمان و پس از برخورد مشاهده می‌شود (برای مقایسه کامل و بهتر لازم است عناصر مشابه، در نمودارها در نظر گرفته شود).

مجموعه اطلاعات به دست آمده از نمودارهای عنکبوتی و نمودارهای قبلی این بخش، تشابه توده‌های نفوذی را با انواع قوس آتشفشانی حواشی فعال قاره، جزایر قوسی و تا حدودی با محیط داخل صفحات در مراحل انتهایی فاز کوهزایی و تصادم نشان می‌دهد. با توجه به تمام یافته‌ها می‌توان منشا ماگمای سنگهای پلوتونیک منطقه را ذوب بخشی قسمت فوقانی گوشته متاسوماتیزه با

آلایش مواد پوسته‌ای و یا قسمت تحتانی پوسته قاره‌ای در نواحی حاشیه فعال قاره در نظر گرفت. موید (1371-1378) و لکانوپلونیسم این منطقه را مربوط به فرو رانش یک حوضه کششی پشت قوس (قوس تبریز - بزمان) به زیر بلوک قاره‌ای (البرز) می‌داند. این فرو رانش به سمت شمال و شمال شرق و احتمالاً با یک حرکت دورانی تصادم قوس قاره انجام شده است.

7-3- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

1- ترکیب پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی ائوسن به صورت بازالت آندزیتی، الیگوسن به صورت تراکیت و تراکی داسیت تا ریولیت و سنگ‌های آتشفشانی نئوژن - کواترنر به صورت تراکی بازالت است.

2- توفیت‌های سازند کرج در منطقه مورد مطالعه به صورت لیتیک ویتراک توف، کریستال ویتراک توف، کریستال لیتیک توف، ویتراک لیتیک توف و ویتراک کریستال توف است.

3- ترکیب پتروگرافی توده‌های نفوذی منطقه به صورت کوارتز مونزونیت، مونزودیوریت، مونزوگرانیت و گرانیت می‌باشد. شواهد بافتی نشانگر تبلور توده‌های نفوذی در عمق و حرارت کم و فشار بخار آب بالاست.

4- براساس پارامترهای شیمیایی و ترکیب نرماتیو، توده‌های نفوذی منطقه به صورت مونزونیت، کوارتز مونزونیت، مونزودیوریت، مونزوگرانیت و گرانیت، کوارتز سینیت، گرانودیوریت و کوارتزیدیوریت می‌باشد.

- 5- اغلب نمونه‌های توده‌های نفوذی منطقه متعلق به سریهای غنی از پتاسیم و شوشونیتی بوده و برخی متعلق به سری کالکوآلکالن و سدیک هستند.
- 6- تمام نمونه‌های توده‌های نفوذی منطقه متعلق به سری پرآلومین و نزدیک به مرز متآلومین هستند.
- 7- تمام نمونه‌های توده‌های نفوذی منطقه از تیپ I و سری مگنتیت دار می‌باشند.
- 8- محدوده حرارتی تشکیل توده‌های نفوذی بر اساس ترمومتری بیوتیتها بین 730 تا 880°C با فوگاسیته اکسیژن 13 تا 17 و 700 تا 800°C براساس نمودار تورماتو Qz-Ab-Or می‌باشد.
- 9- عمق جای گیری توده‌های نفوذی براساس ترکیب شیمیایی آمفیبول‌ها بین 1/4 تا 3 کیلومتر بوده است.
- 10- فشار بخار آب در محیط تبلور توده‌های نفوذی براساس نمودار Qz-Ab-Or بین 2 تا 10 کیلو بار بوده است.
- 11- بر اساس نمودارهای مختلف محیط جای گیری توده‌های نفوذی در رژیم فرو رانش و حواشی فعال قاره یا قوس آتشفشانی بوده و اغلب نمونه‌ها متعلق به قبل از مرحله برخورد هستند.
- 12- رفتار عناصر نادر خاکی در نمودارهای عنکبوتی مشابهت بسیار زیادی با نمودارهای عنکبوتی رژیم‌های قوس آتشفشانی و مرحله همزمان با برخورد و پس از برخورد دارد.

- 1- پیروان، حمیدرضا (1371) بررسی پتروگرافی، پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آذرین درونی شمال ابهر، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم
- 2- حاجی علیلو، بهزاد (1375) گزارش پی جویی و آثاریابی مواد معدنی در منطقه شرق شهرستان میانه (بخش کاغذکنان)، اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان شرقی، 128ص
- 3- حاجی علیلو، بهزاد (1385) بررسی پتانسیل‌های معدنی منطقه قمصر کاشان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم
- 4- درویش زاده، علی (1360) اصول آتشفشان‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، 342ص
- 5- درویش زاده، علی و آسیابانها، عباس (1370) ماگماها و سنگ‌های ماگمایی، مبانی پترولوژی آذرین (ترجمه) انتشارات دانشگاه تهران، 515ص
- 6- شلی، دیوید (1374) بررسی میکروسکوپی سنگ‌های آذرین و دگرگونی، ترجمه عباس آسیابانها، دانشگاه بین‌المللی دانشگاه امام خمینی، 630ص

- 7- زارعی سهامیه، رضا (1371) پتروگرافی، پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی شمال ابهر و ارتباط ولکانیسم منطقه با کانی‌سازی‌های انجام شده، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم
- 8- شکویی، حسن (1375) بررسی پترولوژی، ژئوشیمی و زونهای آلتراسیون سنگ-های آذرین منطقه بایچه باغ (جنوب غرب میانه) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، 168 ص
- 9- معین وزیری، حسین (1375) دیباچه‌ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، 440 ص
- 10- معین وزیری، حسین (1365) پترولوژی سنگهای آتشفشانی، انتشارات دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، 228 ص
- 11- موید، محسن (1370) بررسی‌های پتروگرافی و ژئوشیمی سنگ‌های نوار ولکانوپلوتونیک منطقه طارم در ارتباط با ژنزمس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، 213 ص.

References

- 1- Blevin, P.B Chappel, B.W.(1995) Chemistry, Origion and evolution of mineralised granites in the lachan fold Belt, Australia: the metallogeny of I and type granites, Economic Geology, Vol.90,PP:1604-1619

- 2- Borodin, L.S. (1988) Petrochemical trend and classification of the gabbrogranitoid series. *J. International Geology Rev.* 30(11) PP:1189-1198
- 3- Clark, D.L (1994) NEWPET software, Memorial University of Newfoundland, Department of Earth science/canada.
- 4- Clark D.B (1992) *Granitoid rocks*, Chapman and Hall, PP:100-106
- 5- Hall, A. (1992) *Igneous Petrology*, Longman S.&T. pp:24-291
- 6- Henderson, P. (1984) *Rare earth element geochemistry*, Elsevier, pp:10-115
- 7- Hyndman, D.W (1982) *Petrology of Igneous and metamorphic rock*, McGraw Hill, New York, 786p.
- 8- Klein, C. & Hurlbut, C.S. (1985) *Manual of mineralogy*, Dana, John Wiley & Sons, 596P.
- 9- Le Maitre, R.W. (1989) *A classification of Igneous rocks and glossary of terms*. Blackwell, Oxford, 193.P
- 10- Mackenzie, W.S. & Donaldson, C.H. (1984) *Atlas of igneous rock and their texture*, Longman, 148P.
- 11- Middlemost, E.A.K. (1991) *Toward a comprehensive classification of igneous rocks and magmas*, *Earth sci.* No.31, PP:73:87
- 12- Nashar, E.R. & Kabesh, M.L. (1995) *Chemistry of biotite as guide to the nature of magmas. Hajia granitoid complex*, Yerevan, *Acta Mineralogica – Petrographica*, Szeged XXXVI, Hungaria, PP:35-54
- 13- Pearce, J.A., Harris, B.W. & Tindle, A.G. (1984) *Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks*, *Journal of petrology*, Vol.25, part 4, PP:956-983

- 14- Pitcher, Wis. (1995) the nature and origin of granite, Blackie A. and P.,PP:27-294
- 15-Rollinson, H. (1993) Using geochemical data: Evaluation, Presentation, Interpretation Longman Scientific and Technical,PP:102-315
- 16- Shelley D.(1993) Igneous and metamorphic rocks under the microscope, Chapman & Hall, PP:30-16
- 17- Takagi, T.& Tsakimura.K.(1997) Genesis of oxidized and reduced type granites, Ec. Geol, Vol.92,PP:91
- 18- Wilson, M. (1989) Igneous petrogenesis. A global tectonic approach, Unwin Hyman L.Y.D
- 19- Yazdi, M(1997) Gold mineralization in the granitoid rocks of the Voltus area, Rozmital Block, Czech Republic, 166P.

فصل چهارم

مطالعات سیالات درگیر

و ژئومومتری

1-4- ترموتری سیالات درگیر

1-1-4- مقدمه:

سیالات درگیر آثار هر چند کوچک ولی نمونه‌های واقعی از سیالاتی هستند که باعث تشکیل کانی‌ها و کانه‌های مختلف شده‌اند و از این نظر برای شناخت فرآیندهای زمین‌شناسی گذشته بسیار مهم هستند. از مطالعه سیالات درگیر می‌توان اطلاعات با ارزشی در مورد درجه حرارت، فشار، چگالی و ترکیب سیال‌های کانی‌ساز به دست آورد.

عامل اصلی در تشکیل سیالات درگیر، بی‌نظمی سطوح بلوری هنگام تشکیل آنهاست، به طوری که در ناهمواری‌های میکروسکوپی سطوح بلوری، بخشی از سیال کانه‌ساز جای گرفته و سپس با رشد سطح بعدی فضاهاى کوچک پوشیده می‌شود (Sealing Off) و سیالات در این حفره‌ها محبوس شده و نهایتاً سیالات درگیر به وجود می‌آیند. محلول‌های سازنده این سیالات درگیر حاوی عناصری است که در حال حاضر در توده‌های معدنی حضور دارند. شرایط فیزیکیوشیمیایی بعدی نیز سبب افزایش و کاهش عناصر تشکیل دهنده مواد معدنی می‌گردند، لیکن فقط سیالات

درگیر موجود مبین و منعکس کننده شرایط تشکیل توده‌های معدنی هستند. استفاده از سیالات درگیر به عنوان ابزاری در بررسی ژنکانسارها به ویژه در 50 سال اخیر بسیار متداول بوده و در بسیاری از موارد به طور کلی اساس تئوری‌های موجود در این مورد را دگرگون ساخته است. هر چند که این مساله فقط یکی از موارد فراوان سیالات درگیر است.

2-1-4- روش‌های مطالعه:

برای انجام این مطالعات از 28 نمونه مقطع نازک دوبر صیقل (section thin polish) استفاده گردید. از این تعداد 3 نمونه کلسیت، 3 نمونه فلئورین و 22 نمونه کانی کوارتز بوده است. تمام این نمونه‌ها در دانشگاه شهید بهشتی تهیه شده‌اند. ضخامت نمونه‌ها (Chips) در صورت شفاف بودن کانی 0/5 میلی‌متر و در صورت کدر بودن نمونه‌ها بین 100 تا 200 میکرون بوده است.

در مورد کانی‌سازی‌های رگه‌ای سعی شده است که نمونه‌ها از رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی و کلسیتی همراه کانی‌سازی انتخاب شود به طوری که همزاد بودن (Cogenetic) کانه‌ها با این رگه‌ها و رگچه‌ها صد در صد مشخص باشد. برای مطالعات ترمومتری مناطق آلتزه نیز از رگه‌ها و رگچه‌ها سیلیسی داخل این زونها نمونه برداری شده است. این رگه‌ها و رگچه‌ها شفافیت کمتری نسبت به نوع اول داشته‌اند و لذا انجام مطالعات ترمومتری را با مشکل مواجه می‌سازند.

قبل از انجام آزمایش‌های حرارت دادن و انجماد (Heating and freezing) روی نمونه‌ها یک مطالعه کامل پتروگرافی روی سیالات درگیر انجام شده است که نتایج آن در ادامه خواهد آمد. این مطالعات با استفاده از میکروسکوپ معمولی (Zeiss Jena) که دارای ابژکتیوهای 25-12/5-100-40 بوده در گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز صورت گرفته است.

آزمایش‌های حرارت دادن و انجماد در دو مقطع زمانی (سال 77 و 78) با استفاده از دستگاه

گرم کننده و سرد کننده ترکیبی (Combine heating and freezing) لینکام مدل THMAG 600 در دانشگاه تربیت مدرس صورت پذیرفته است. این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری در محدوده حرارتی $600^{\circ}\text{C} + 196^{\circ}\text{C}$ را دارد. برای کالیبره کردن دستگاه از ترکیبات مصنوعی استفاده می‌شود. دقت دستگاه در محدوده حرارتی 20°C - برابر $0/3^{\circ}\text{C} \pm$ ، در $20^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ برابر $0/1^{\circ}\text{C} \pm$ و در 50°C تا 400°C برابر $1^{\circ}\text{C} \pm$ می‌باشد.

3-1-4- انواع سیالات درگیر:

مطالعات سیالات درگیر کاری طاقت فرسا است که احتیاج به دقت و حوصله بسیار زیادی دارد. اندازه‌گیری‌های بسیار لازم است تا بتوان نمودارهای لازم را رسم و اطلاعات لازم را از آنها به دست آورد. نقش مطالعات پتروگرافی سیالات درگیر در این میان بسیار زیاد است. شناخت سیالات درگیر اولیه از ثانویه، انتخاب انکلوژیونهای مناسب برای ترمومتری، شناخت انواع گونه‌های سیالات درگیر، تماماً در این مرحله صورت می‌گیرد. با توجه به این که انکلوژیونهای ثانویه پس از تشکیل

کانی سازی و معمولا در درزهای میکروسکوپی کانه ها و کانیها تشکیل می شوند (عکس شماره 5-1) لذا شناخت سیالات درگیر اولیه و ثانویه در مطالعات پتروگرافی بسیار مهم است و انجام ترمومتری جهت به دست آوردن درجه حرارت تشکیل کانسار، روی آنها صحیح نمی باشد.

در این مطالعات بیش از 300 سیال درگیر به وسیله میکروسکوپ معمولی مورد بررسی قرار گرفته و حدود 180 مورد عمل حرارت دادن (Heating) و انجماد (Freezing) صورت پذیرفته است. بخشی از این نتایج در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است.

از نظر اندازه، بزرگترین سیالهای درگیر مشاهده شده با ابعاد 140 و 80 میکرون متعلق به معدن مس بولاغی هستند (عکس شماره 5-2 و 5-3) در کانی سازی های رگه ای به ویژه در معادن مس بولاغی و رشت آباد، میانگین ابعاد انکلوزیونها بالا (حدود 38 میکرون)، در معادن سنجده، شاه علی بیگلو، آغجه قلعه و خلف حدود 20 میکرون و در رگچه های آلتراسیونهای هیدروترمالی حدود 24 میکرون می باشد.

از نظر شکل انکلوزیونها، شاهد اشکال سوزنی (Needle Shape)، بی شکل (Irregular shape) در تمام نمونه های مورد مطالعه هستیم. (عکس شماره 4-4 تا 4-14)

اغلب سیالات درگیر مطالعه شده دارای دو فاز مایع و گاز بوده اند و در برخی از سیالات درگیر فاز جامد نیز (Daughter Phase) مشاهده می شود. فاز جامد انکلوزیونها بیشتر هالیت، سیلویت و بندرت انیدریت و کانی فلزی بوده است (عکس های شماره 5-15 و 5-16). درجه

پرشدگی (Degree of Filling) در بیشتر نمونه‌ها بین 65 تا 95٪ می‌باشد ولی درجه پرشدگی کمتر از 45٪ نیز مشاهده می‌شود که در هنگام حرارت دادن، این انکلوزیونها به فاز گاز هموژن می‌شوند.

بر پایه مطالعات پتروگرافی و براساس نسبت فازهای مختلف تشکیل دهنده سیالات درگیر، در یک تقسیم بندی کلی 4 گونه سیال درگیر به شرح زیر در منطقه مورد بررسی می‌توان گزارش نمود:

1- سیالات درگیر تیپ I که دارای شوری متوسط و غنی از مایع هستند.

2- سیالات درگیر تیپ II که نسبتاً غنی از گاز بوده و چگالی پایینی دارند.

3- سیالات درگیر تیپ III که غنی از املاح هستند.

4- سیالات درگیر تیپ IV که شور و با چگالی کم می‌باشند.

بیشترین سیالات درگیر مطالعه شده متعلق به تیپ I می‌باشد که دارای حباب کوچک و مایع زیاد با درجه پرشدگی بالا هستند. سیالات تیپ II کمتر از 25٪ نمونه‌ها می‌باشند که در هنگام هموژنیزاسیون به فاز گاز هموژن می‌شوند. حباب در این انکلوزیونها خیلی بزرگ است. سیالات تیپ III از نظر مقدار در کانی‌سازی‌های رگه‌ای بیشتر از تیپ II و در محدوده‌های آلتراسیونی، کمتر از تیپ II می‌باشند. این سیالات دارای کریستال دختر به صورت هالیت و سیلویت هستند و بندرت انیدریت و کانی او پاک (Opak) در آنها مشاهده می‌شود. سیالات تیپ IV دارای فاز دختر بوده

ولی حباب نسبتاً بزرگی دارند. این سیالات درگیر در موقع هموژن شدن به فاز مایع هموژن می-شوند.

4-1-4- ترموتری کانی سازی های رگه ای:

در این بخش 6 کانی سازی رگه ای مس، سرب و روی که در منطقه عمومی مورد مطالعه و اغلب در حاشیه محدوده های بزرگ آلتراسیون قرار گرفته اند مورد مطالعه واقع شده اند (نقشه 4-1) هدف از این کار شناخت درجه حرارت و ترکیب سیالات کانه ساز تشکیل دهنده این کانسارها، مقایسه آنها با یکدیگر و نیز مقایسه آنها با حرارت و ترکیب سیالاتی است که باعث ایجاد آلتراسیونهای گسترده هیدروترمالی در منطقه شده اند. در نهایت می خواهیم با استفاده از حداکثر درجه های هموژنیزاسیون به محل منبع اصلی تولید حرارت سیالات درگیر و در واقع محل اصلی کانی سازی های احتمالی منطقه پی ببریم.

4-1-4-1- کانی سازی مس بولاغی:

معدن متروکه مس بولاغی به مختصات $45^{\circ}25'$ طول شرقی و 37° عرض شمالی، در 35 کیلومتری شمال شهرستان زنجان و منتهی الیه جنوبی محدوده مورد مطالعه قرار دارد.

41 سیال درگیر در سه نمونه (Chips) آماده شده از این کانسار مورد بررسی قرار گرفت که

نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است. نقطه بسیار جالب در سیالات درگیر این

محل وجود انکلوژیونهای با ابعاد خیلی بزرگ مثل 140 و 80 میکرونی است. (عکس شماره 4-3-2)

46 مورد از مجموع 82 سیال بررسی شده در کانسار مس بولاغی مورد آزمایش حرارت

دادن (Heating) قرار گرفت. در هیچکدام از نمونه‌ها همگون شدن به فاز گاز مشاهده نگردید.

محدوده حرارتی همگون شدن در کانسار مس بولاغی بین 162 تا 434°C می‌باشد. در

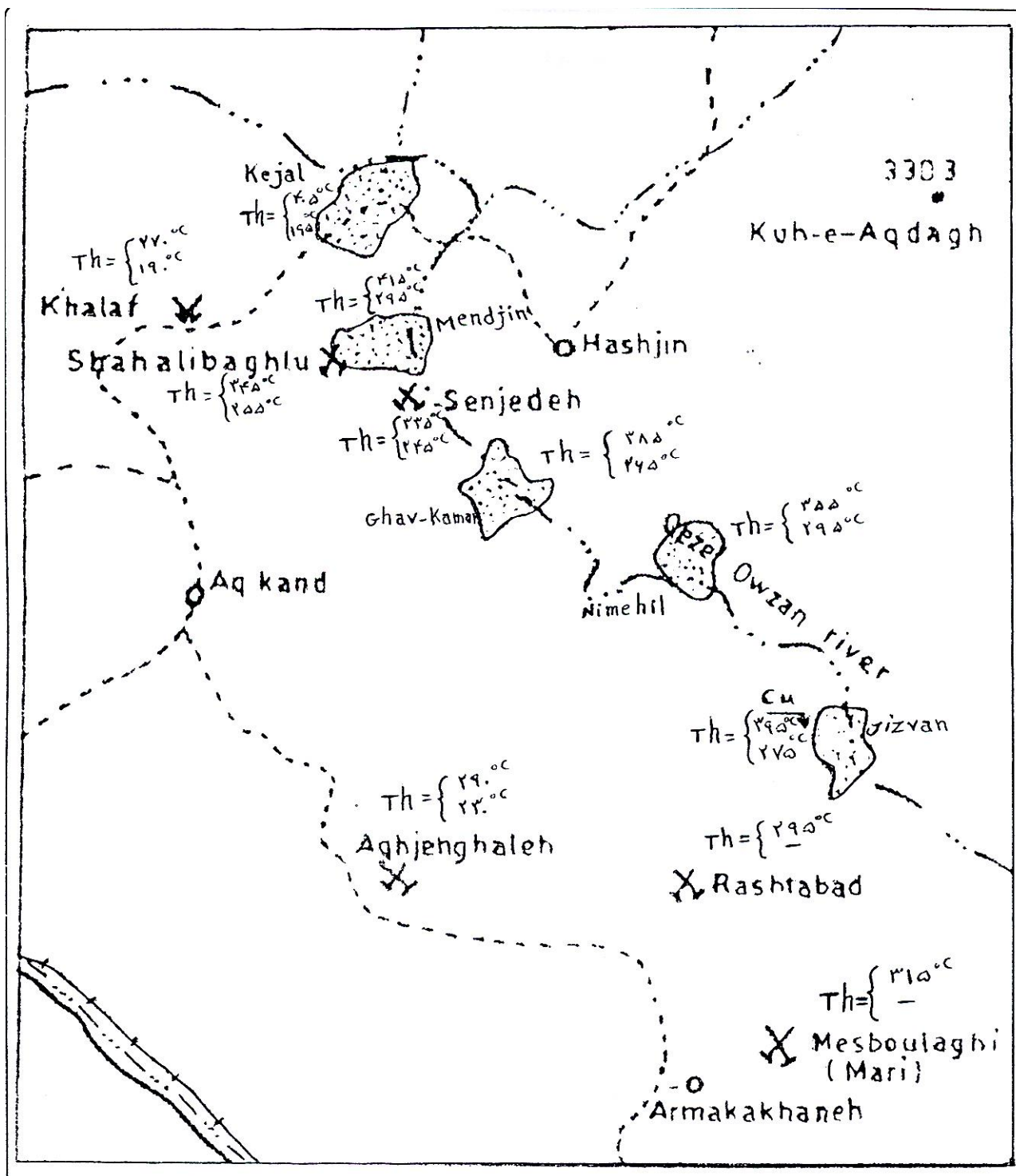
نمودار (2-4) درجه حرارت همگون شدن نسبت به فراوانی نمونه‌ها رسم شده است. مهمترین نقطه

اوج (Peak) نمودار در بین حرارت‌های 300 تا 330°C است که این محدوده حرارتی می‌تواند

نشانگر کانی‌سازی مس در کانسار مس بولاغی باشد. این کانی‌سازی احتمالاً تا درجه حرارت 240

نیز ادامه داشته است. وجود بافت اکسولوشن (Exsolution) بین کالکوپیریت و بورنیت می‌تواند

نشانگر حرارت زیاد کانی‌سازی مس باشد.



نقشه 4-1- درجه هموژنیزاسیون فازهای کانی سازی مس، سرب و روی در کانسارهای رگه‌ای و محدوده‌های آلتراسیون،

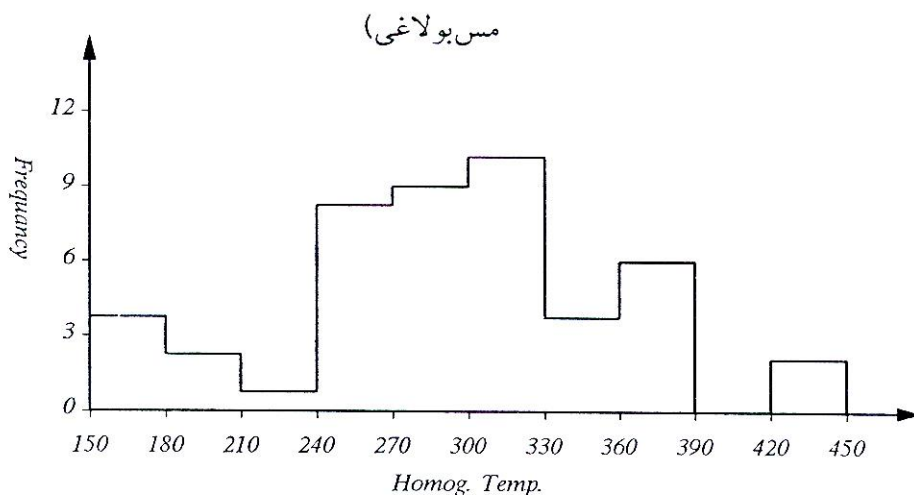
هیدروترمالی، مقیاس تقریبی 300:1/000

می‌توان با استفاده از منجمد کردن سیال درونگیر و سپس مشخص نمودن حرارت ذوب

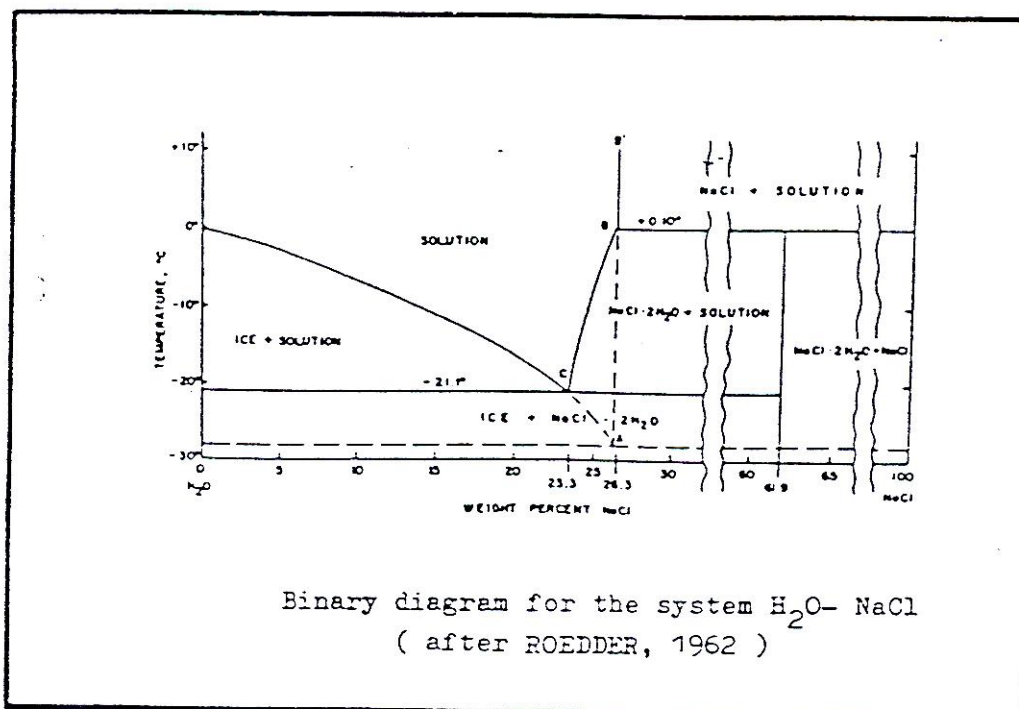
آخرین کریستال یخ درون انکلوزیون، به مقدار شوری (Salinity) سیال پی برد. برای به دست

آوردن شوری سیال بر اساس درجه حرارت آخرین کریستال یخ می‌توان از نمودارهای مختلفی استفاده کرد که از جمله دیاگرام دوتایی برای سیستم $H_2O-NaCl$ متعلق به E.Rodder است (نمودار 3-4) هم چنین هنگامی که کریستال دختر در سیال درگیر وجود نداشته باشد می‌توان از فرمول زیر برای محاسبه شوری استفاده کرد. در فرمول زیر θ درجه حرارت ذوب آخرین کریستال یخ بر حسب درجه سانتیگراد است.

$$W_i\%NaCl=1.7690-4.2384*10^{-2}*\theta^2+5.2778*10^4*\theta^3$$



نمودار ۱-۴. درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در معدن مس بولاغی



نمودار 2-4- دیاگرام دوتایی سیستم $NaCl-H_2O$ برای محاسبه مقدار شوری (از E.Rodder)

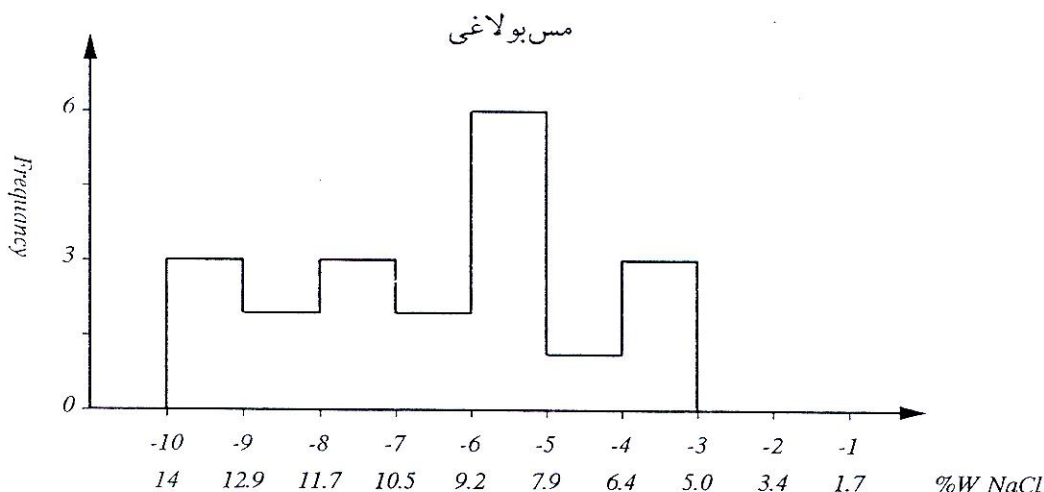
20 مورد سیال درگیر از کانسار مس بولاغی انتخاب و مورد آزمایش انجماد (Freezing)

قرار گرفت. اغلب نمونه‌های مطالعه شده در این مرحله فاقد کریستال دختر بوده‌اند و لذا مقدار نمک

گونگی کمتر از حد انتظار به دست آمده است. سرعت عمل انجماد $10^\circ C$ در هر دقیقه و سرعت

گرم کردن $10^\circ C$ در هر دقیقه و سرعت گرم کردن $3^\circ C$ در هر دقیقه و حتی کمتر نیز بوده است.

نمودار (3-4) مربوط به درجه حرارت ذوب آخرین قطعه یخ و درصد وزنی نمک طعام در مقابل فراوانی است. حداکثر مقدار نمک موجود در سیال‌های درگیر این نقطه معادل 14٪ وزنی نمک طعام می‌باشد که یک شوری متوسط محسوب می‌شود. نقطه اوج مشخص نمودار (3-4) بین 5- تا 6°C و معادل 7/9 تا 9/2٪ وزنی نمک طعام است. این مقدار شوری متعلق به درجه هموزنی‌اسیونهای بین 300 تا 330°C است که کانی‌سازی اصلی مس در آن صورت گرفته است. لذا می‌توان گفت که شوری واقعی سیال اصلی کانی‌ساز در کانسار مس بولاغی بین 8 تا 9/2٪ معادل وزنی نمک طعام بوده است. وجود تغییرات غلظت نمک از حدود 5٪ تا 14٪ معادل وزنی نمک طعام در معدن مس بولاغی می‌تواند نشانگر این مساله باشد که کانی‌سازی‌های فازهای مختلف این کانسار متعلق به سیال کانسارسازی است که در نتیجه مخلوط شدن با آبهای گرمابی دیگر و یا آبهای زیرزمینی از مقدار نمک گونگی و حرارت آن کاسته شده است.



نمودار 3-4- نقطه ذوب آخرین کریستال یخ و معادل درصد وزنی نمک طعام نسبت به فراوانی در سیالات درگیر معدن

مس بولاغی

2-4-1-4- کان‌سازی رشت آباد:

معدن در حال راه‌اندازی رشت آباد به مختصات $48^{\circ}20'$ طول شرقی و $37^{\circ}10'$ عرض شمالی

در 45 کیلومتری شمال-شمال غرب شهرستان زنجان و در منتهی‌الیه جنوبی محدوده مورد بررسی

قرار دارد. (نقشه زمین‌شناسی 1:20000 ضمیمه)

سه نمونه چپس کوارتزی و یک نمونه چپس کلسیتی از این کان‌سازی مورد مطالعات

پتروگرافی سیالات درگیر قرار گرفت. در این مرحله 27 آنکلوزیون مورد مطالعه واقع شد که نتایج

حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است. طول بزرگترین سیال درگیر مشاهده شده از این

محل 70 میکرون است.

32 نمونه از سیالات درگیر معدن رشت‌آباد که همگی متعلق به کان‌ی کوارتز بودند مورد

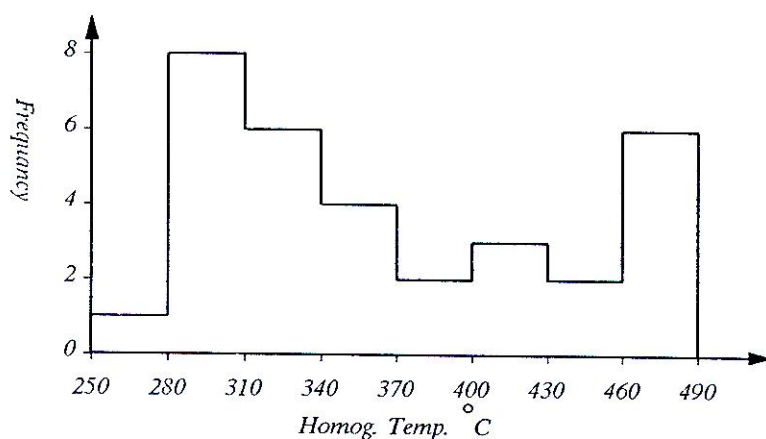
آزمایش همگون شدن قرار گرفتند. محدوده حرارتی همگون شدن بین $272^{\circ}C$ تا $485^{\circ}C$ می‌باشد.

(نمودار 4-4)

کان‌سازی اصلی مس در این محل در حرارت $280^{\circ}C$ تا $340^{\circ}C$ صورت گرفته و هماهنگ با

معدن مس بولاغی است. یک نقطه اوج (Peak) مشخص بین محدوده حرارتی $460^{\circ}C$ تا $490^{\circ}C$

مشاهده می‌شود که می‌تواند مربوط به کان‌سازی هماتیت اولیه در این محل باشد.



نمودار 4-4 درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در معدن رشت آباد

تعداد 11 مورد از سیالات درگیر معدن رشت آباد مورد آزمایش انجماد (Freezing) قرار

گرفت. سرعت سرد شدن 5°C در هر دقیقه و حداقل حرارت 90°C - بوده است. سرعت برگشت

3°C در هر دقیقه بوده نتایج حاصل از این آزمایشات در نمودار (4-5) نشان داده شده است. یک

نقطه اوج مشخص در بین درجه حرارت های 7°C - تا 9°C - معادل با $10/5$ تا 13% وزنی نمک طعام

دیده می شود.

این نقطه اوج متعلق به نمونه هایی است که درجه همگون شدن آنها بین 300 تا 340°C

است و این مقادیر منطبق بر محدوده اصلی کانی سازی مس در معدن رشت آباد است، لذا می توان

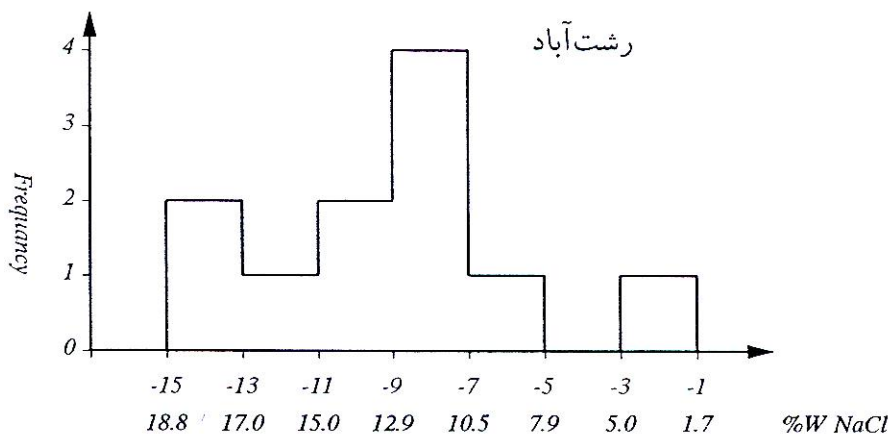
گفت که کانی سازی مس در محدوده حرارتی حداقل 280 تا 340°C و تحت اثر محلول های با

شوری $10/5$ تا 13% وزنی معادل نمک طعام صورت گرفته است. نقطه اوج (Peak) بین 13°C - تا

15°C - که معادل با 17 تا $18/8\%$ وزنی معادل نمک طعام است منطبق بر درجات همگون شدن

بالای 400°C و به خصوص مربوط به فاز 460 تا 490°C است. شوری های اندازه گرفته شده بر

روی انکلوزیونهای فاقد کریستال دختر صورت گرفته است. این ویژگی‌ها به خصوصیات سیالات کانساری مس پورفیری متمایل است.



نمودار 4-5- نقطه ذوب آخرین کریستال یخ و معادل درصد وزنی نمک طعام نسبت به فراوانی در سیالات درگیر معدن

مس رشت آباد

3-4-1-4-3- کانی سازی آغجه قلعه (قهرمان جن):

معدن متروکه سرب و فلئورین آغجه قلعه در 48 کیلومتری شمال غرب زنجان، 51

کیلومتری جنوب شرق میانه و جنوب غرب محدوده مورد مطالعه قرار دارد. مختصات جغرافیایی

این معدن $48^{\circ}9'$ طول شرقی و $37^{\circ}5'$ عرض شمالی است.

تعداد سه عدد چیپس کوارتزی و دو عدد چیپس فلئورین از این محل مورد مطالعات

پتروگرافی سیالات درگیر قرار گرفت. فلئورین فاز تاخیری نسبت به کوارتز بوده و کریستال‌های

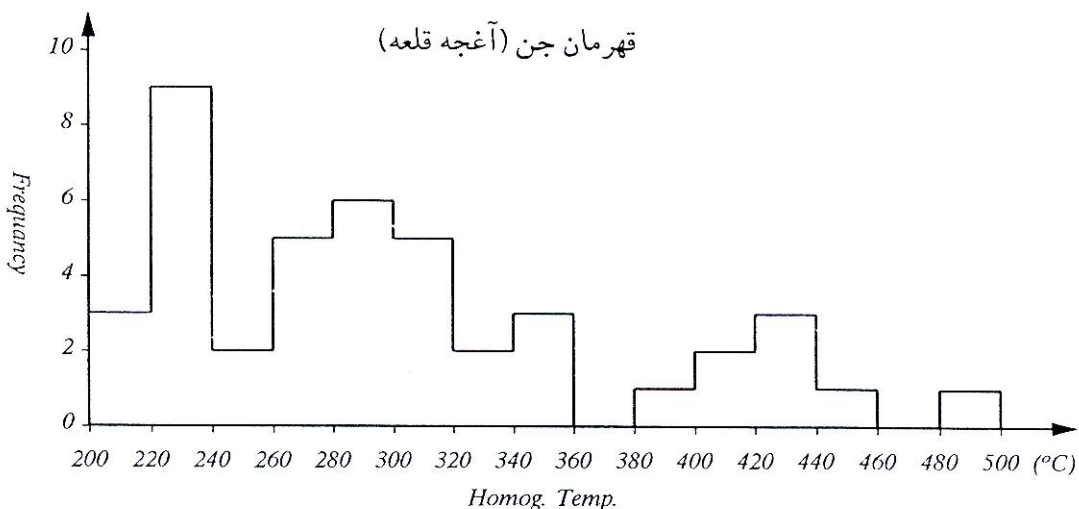
کوارتز را احاطه می‌کند. نتایج مطالعه 40 سیال درگیر از این نقطه در جدول ضمیمه 3 آورده شده

است. ادخال‌های ثانویه به ویژه در شکاف‌های کانی فلئورین بسیار زیاد است (عکس 4-1) اشکال

منفی بلور در فلئورین به صورت مربع و مستطیل به وفور مشاهده می‌شود (عکس 4-10)

43 نمونه از انکلوژیونهای موجود در نمونه‌های معدن آغجه قلعه مورد آزمایش همگون شدن قرار گرفت که هم از نمونه‌های کوارتز و هم از نمونه‌های فلوئورین بودند. در مجموع انکلوژیونهای داخل کوارتز درجه همگون شدن بیشتری را نسبت به انکلوژیونهای داخل فلوئورین از خود نشان می‌دهند. تمام همگون شدنها در این آزمایشات، همگون شدن به فاز مایع بوده است. محدوده حرارتی همگون شدن بین 207 تا 488°C بوده است. در نمودار شماره (4-6) درجه حرارت همگون شدن نسبت به فراوانی آنها نشان داده شده است. در این نمودار اثر حرارتی حداقل سه فاز کانی‌سازی مشخص است. فاز اول کانی‌سازی در حرارت 400 تا 440°C صورت گرفته و این فاز می‌تواند متعلق به کانی‌سازی هماتیت اولیه و مگنتیت باشد.

نقطه اوج (Peak) دوم در محدوده حرارتی 280 تا 300°C می‌باشد و می‌تواند متعلق به فاز کانی‌سازی ضعیف مس در این محل باشد. فاز سوم یا فاز اصلی کانی‌سازی در این محل در محدوده حرارتی 220 تا 240°C صورت گرفته و کانی‌سازی گالن را به دنبال داشته است.

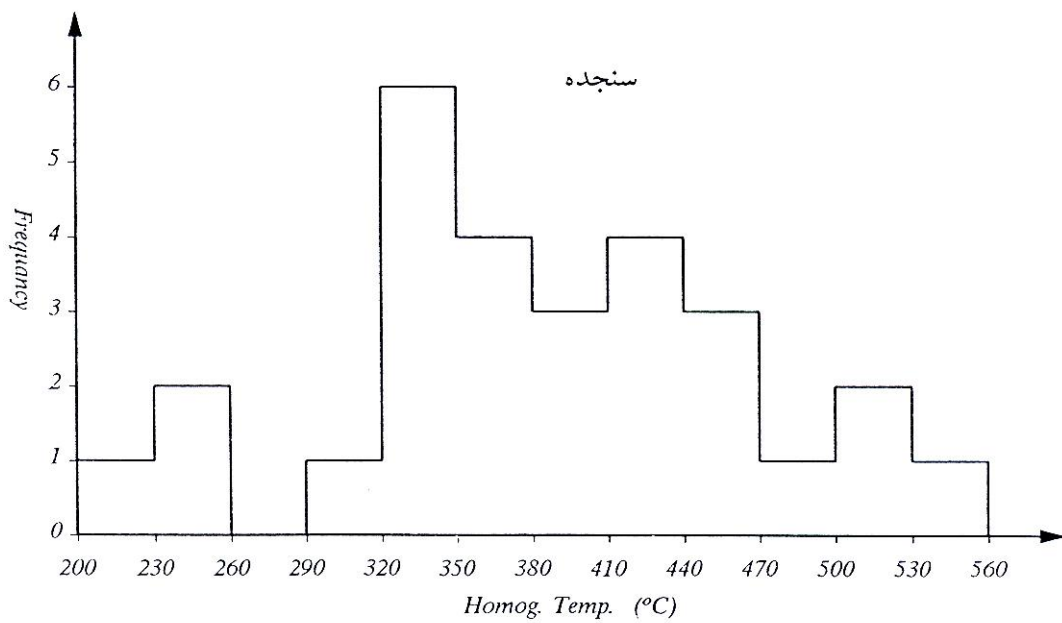
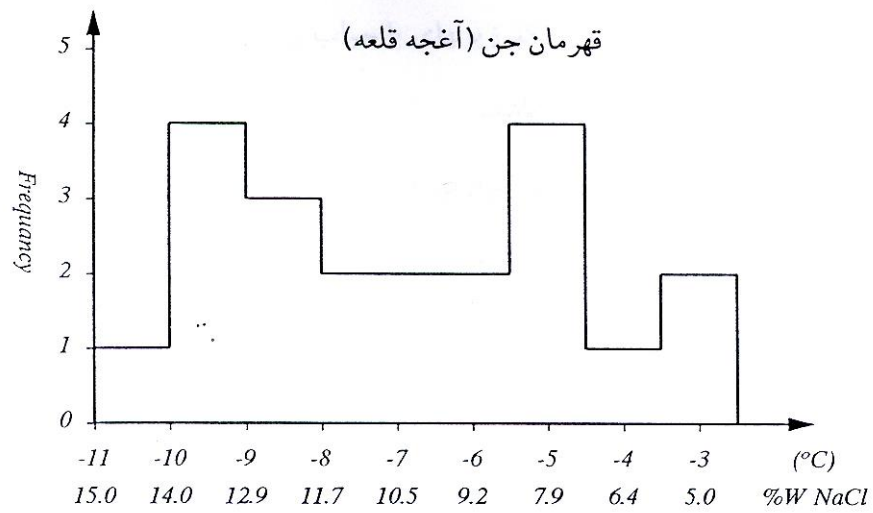


نمودار 4-6- درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در معدن آغجه قلعه

برای بررسی شوری سیالات کانی‌ساز، از 20 مورد آزمایش انجماد استفاده و نمودار (4-7) ترسیم شد. حداقل شوری سیالات کانی‌ساز در این محل برابر 5٪ وزنی معادل نمک طعام و حداکثر آن برابر تقریباً 15٪ وزنی معادل نمک طعام می‌باشد. شواهد به دست آمده نشان می‌دهد که نقطه اوج بین 8٪ تا 9/2٪ وزنی معادل نمک طعام مربوط به سیال کانی‌سازی است که باعث تشکیل مقدار کمی مس در حرارت 280 تا 300°C شده است. شوری سیال کانی‌ساز هماتیت-مگنتیت که در حرارت 420 تا 440°C صورت گرفته حدود 13 تا 14٪ وزنی معادل نمک طعام بوده است. شوری فاز اصلی کانی‌سازی در این محل که با محدوده حرارتی 200 تا 240°C باعث کانی‌سازی گالن و فلوتورین شده برابر 5 تا 6/5٪ وزنی معادل نمک طعام می‌باشد.

4-1-4-4- کانی‌سازی سنجدیه:

معدن متروکه مس، سرب و روی سنجدیه در حاشیه رودخانه قزل‌اوزن و بین محدوده آلتراسیونی مندجین و گاو-کمر قرار دارد (نقشه 4-1) این کانی‌سازی در 42 کیلومتری شرق میانه واقع بوده و مختصات جغرافیایی آن 48°14' طول شرقی و 37°20' عرض شمالی است.



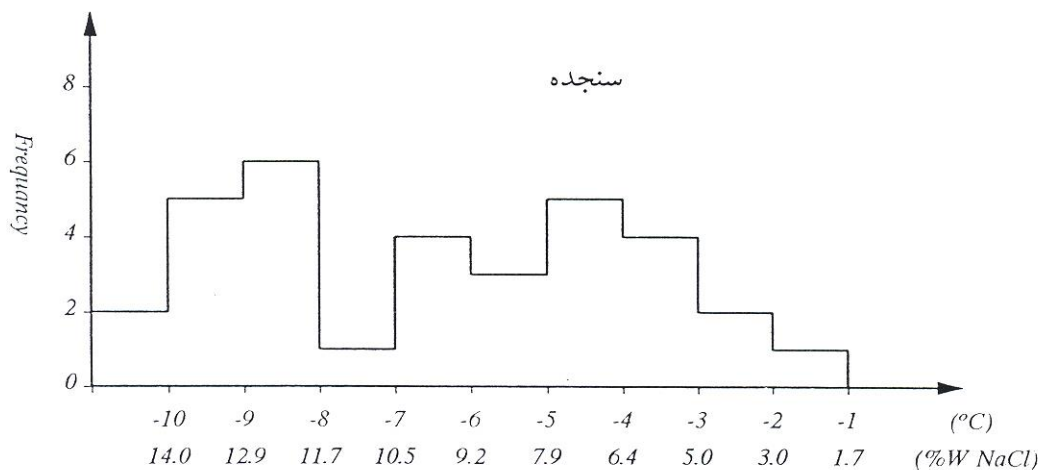
نمودار 4-8- درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در معدن سنجده

اصلی سیالات کانی ساز در این محل باشد. سه نمونه از سیالات درگیر به فاز گاز هموپن شد (در درجه حرارت‌های $405-426-531^{\circ}\text{C}$) وجود انکلوزیونهای با حباب بزرگ به مقدار نسبتاً زیاد در این محل می‌تواند نشانگر جوشش سیالات کانی ساز باشد.

اولین نقطه اوج (Peak) نمودار در محدوده حرارتی 500 تا 530°C مشاهده می‌شود که می‌تواند مربوط به فاز پتوماتولیتی در این کانی سازی باشد. نقطه اوج دوم با محدوده حرارتی 410 تا 440°C مشخص است که این نقطه اوج در نمودارهای مس بولاغی، رشت آباد و آغجه قلعه با کمی جابجایی مشاهده شود. نقطه اوج سوم که در نمودار، بسیار مشخص می‌باشد در محدوده حرارتی 320 تا 350°C مشاهده می‌شود. این فاز مربوط به تشکیل کالکوپیریت، بورنیت، و پیریت دانه ریز (کانی سازی مس) در این محل می‌باشد. آخرین نقطه اوج (Peak) در نمودار (4-8) در محدوده حرارتی 230 تا 260°C مشاهده می‌شود. این محدوده مربوط به کانی سازی گالن و اسفالریت در این محل می‌باشد. که در مقایسه با آغجه قلعه ($220-240^{\circ}\text{C}$) دارای حرارت بیشتری است. (نزدیکی به مرکز حرارت)

نتایج حاصل از انجماد 340 سیال درگیر در معدن سنجده در نمودار (4-10) نشان داده شده است. شوری فاز اصلی کانی سازی در این محل که به صورت تشکیل کالکوپیریت، بورنیت، و پیریت بوده برابر $11/7$ تا 13% معادل وزنی نمک طعام بوده است که از شوری فاز مشابه در معدن آغجه قلعه و مس بولاغی بیشتر است. شوری فاز کانی سازی سرب و روی در معدن سنجده که در

حرارت 230 تا 260°C صورت گرفته بین 6/5 تا 8٪ وزنی معادل نمک طعام بوده که بیشتر از شوری فاز مشابه خود در معدن آغجه قلعه می باشد.



نمودار 4-9 نقطه ذوب آخرین کریستال یخ و معادل درصد وزنی نمک طعام نسبت به فراوانی در سیالات درگیر معدن

سنجده

5-4-1-4-کانی سازی شاه علی بیگلو:

معدن متروکه روی، سرب و مس شاه علی بیگلو در 39 کیلومتری شرق میانه قرار داشته و

مختصات جغرافیایی آن 48°10' طول شرقی و 37°22' عرض شمالی است.

سه عدد چیپس از گانگ کوارتز تهیه و مورد مطالعات پتروگرافی سیالات درگیر قرار گرفت.

15 سیال درگیر از این محل بررسی گردید که نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده

است. وجود کریستال دختر انیدریت در محل معدن سنجده می تواند نشانگر فوگاسیته بالای گوگرد

در سیالات کانی ساز این منطقه باشد بیشتر انکلوزیونهای بررسی شده به صورت بی شکل بوده اند.

31 سیال درگیر از این محل مورد آزمایش همگون شدن قرار گرفت و بر این اساس نمودار

(4-10) ترسیم گشت. سه نقطه اوج Peak حرارتی در این نمودار مشخص است. نقطه اوج اول در

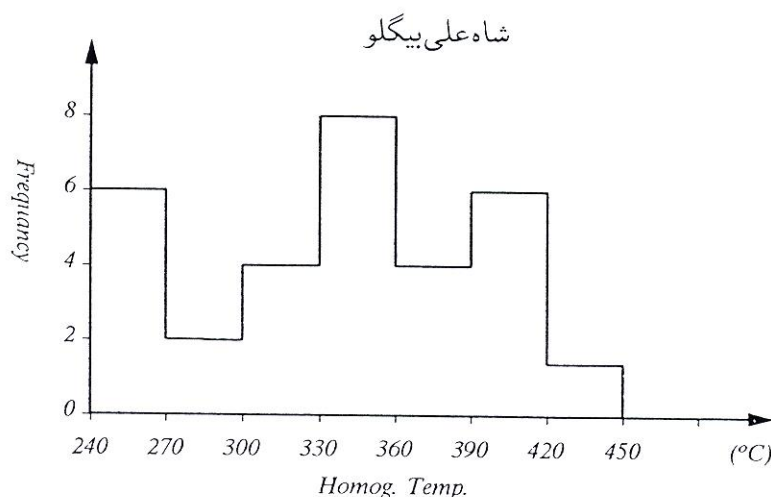
محدوده حرارتی 390 تا 420°C واقع است که کانی سازی ضعیف هماتیت- مگنتیت را در این محل

نشان می دهد. نقطه اوج دوم با محدوده حرارتی 330 تا 360°C نشانگر کانی سازی پیریت،

کالکوپیریت و بورنیت است که بیشتر از محدوده حرارتی فاز مشابه در معدن سنجده می باشد. فاز

سوم و اصلی کانی سازی که با محدوده حرارتی 240 تا 270°C مشخص می شود مربوط به کانی-

سازی اسفالریت و گالن است که بیشتر از فاز مشابه در معدن سنجده و آغجه قلعه می باشد.



نمودار 4-10 درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در معدن شاه علی بیگلو

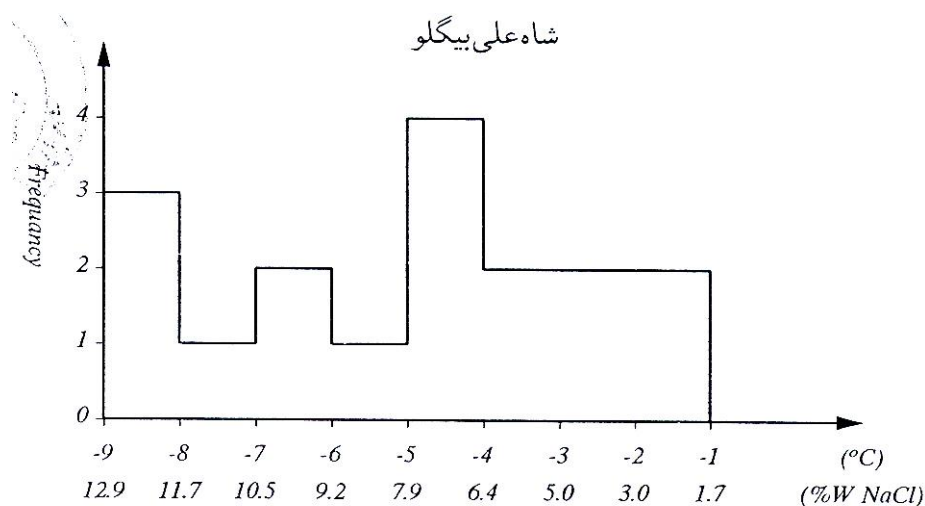
با استفاده از 17 مورد آزمایش انجماد سیالات درگیر در این محل نمودار (4-11) ترسیم

شده است براساس این نمودار مقدار شوری فاز اول کانی سازی (مگنتیت+هماتیت+پیریت درشت

بلور) حدود 12-13٪ وزنی معادل نمک طعام است. شوری فاز کانی سازی مس بین 2/9 تا 5/10٪

معادل وزنی نمک طعام بوده که بیشتر از شوری فاز مشابه خود در معدن آغجه قلعه و کمتر از فاز

مشابه خود در معدن سنجده می‌باشد. شوری فاز اصلی کانی‌سازی در معدن شاه علی بیگلو (اسفالریت و گالن) که در حرارت 240 تا 270°C تشکیل شده برابر 6/5 تا 8٪ وزنی معادل نمک طعام است که بیشتر از شوری فاز مشابه در آغجه قلعه و برابر شوری فاز مشابه خود در سنجده می‌باشد.



نمودار 4-11- نقطه ذوب آخرین کریستال یخ و معادل درصد نمک طعام نسبت به فراوانی در سیالات درگیر معدن شاه

علی بیگلو

4-1-4-6- کانی‌سازی خلف:

معدن در حال آماده‌سازی خلف در 30 کیلومتری شرق میانه قرار دارد و مختصات

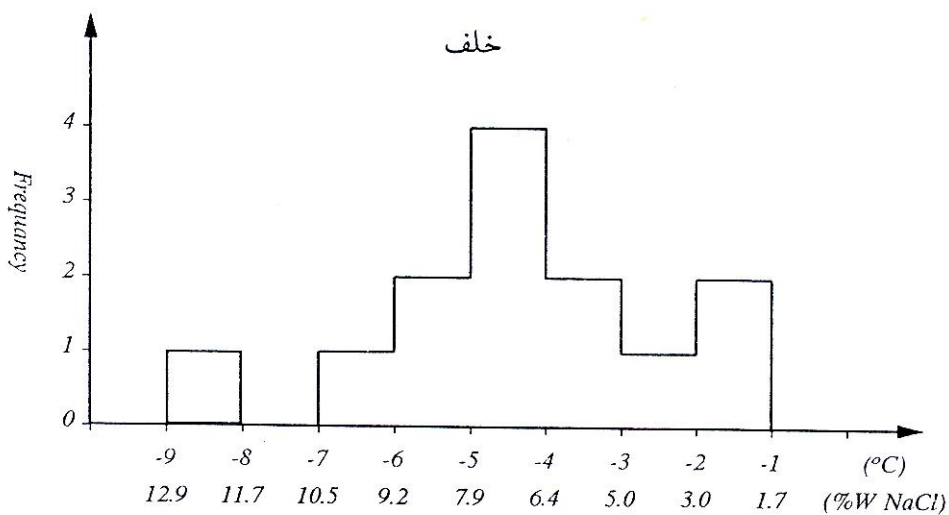
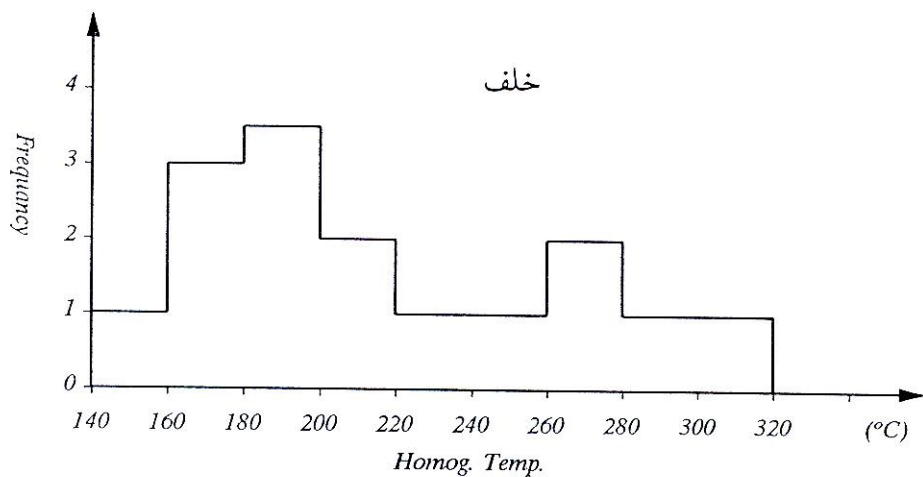
جغرافیایی آن 48°6' طول شرقی و 37°28' عرض شمالی است.

4 عدد چپس از رگه‌های سیلیسی این محل تهیه و مورد مطالعات پتروگرافی سیالات درگیر

قرار گرفت. 21 سیال درگیر از این محل بررسی گردید که نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3

آورده شده است.

16 مورد آزمایش همگون شدن بر روی سیالات درگیر صورت گرفت که نتایج حاصله در نمودار (4-12) آورده شده است. دو نقطه اوج مشخص در این نمودار مشاهده می‌شود. نقطه اوج اول در محدوده حرارتی 260 تا 280°C واقع می‌باشد و در ارتباط با فاز ضعیف کانی‌سازی مس در این محل است. این محدوده حرارتی کمتر از فاز مشابه خود در کانی‌سازی شاه علی بیگلو، سنجد و آغجه قلعه می‌باشد. نقطه اوج دوم در محدوده حرارتی 180 تا 200°C واقع می‌شود. این نقطه اوج که به صورت کاملاً مشخص در نمودار نشان داده شده مربوط به فاز اصلی کانی‌سازی یعنی کانی-سازی گالن در این نقطه است. این محدوده حرارتی نیز در مقادیر پایین‌تری از فازهای مشابه خود در معادن سنجد، شاه علی بیگلو و آغجه قلعه می‌باشد. (به علت دور بودن از منبع حرارتی)



نمودار 4-13- نقطه ذوب آخرین کریستال یخ و معادل درصد وزنی نمک طعام نسبت به فراوانی در سیالات درگیر معدن

خلف

4-1-5- ترمومتری محدوده‌ای آلتراسیون هیدروترمالی:

برای مشخص شدن کیفیت سیالاتی که باعث ایجاد آلتراسیونهای گسترده هیدروترمالی شده-
اند و نیز برای شناخت ارتباط بین این سیالهای هیدروترمالی با سیالهای کانی سازیهای رگه‌ای و
به جهت مشخص نمودن محل موتور حرارتی این سیالها که به بیان دیگر می‌تواند محل کانی-
سازیهای احتمالی پورفیری (طلا و مس) باشد اقدام به مطالعات ترمومتری در این محدوده‌ها شد.
پس از بررسی‌های صحرایی زیاد در هر یک از محدوده‌های پنج‌گانه آلتراسیونی، رگه‌ها و
رگچه‌های سیلیسی را که همزمان با ایجاد آلتراسیونهای هیدروترمالی تشکیل شده‌اند (زون سیلیسی)
شناسایی و اقدام به نمونه برداری شد. به دلیل کدر بودن اغلب این رگه‌ها و رگچه‌ها، کار مطالعات
سیالات درگیر روی این نمونه‌ها با مشکلات زیاد انجام شد. به دلیل عدم وضوح کافی سیالات
درگیر، انجام عمل انجماد (Freezing) و مشاهده آخرین قطعه یخ ذوب شده (Last ice
melting point) برای شناخت شوری سیالها موفقیت‌آمیز نبود، لذا برای هر یک از محدوده‌های
آلتراسیونی فقط نمودار هموپن ترسیم شده است. برای مقایسه نقطه اوج (Peck) حرارتی در کل
محدوده مورد مطالعه براساس تمام مطالعات به دست آمده از ترمومتری، نقشه‌ای کوچک مقیاس
ترسیم شده که در قالب نقشه شماره (1-4) نشان داده شده است.

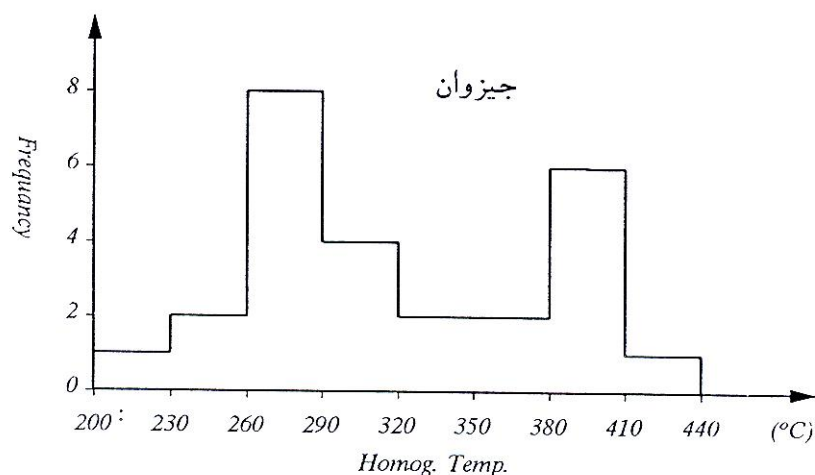
1-5-1-4- محدود آلتراسیون هیدروترمالی جیزوان:

این آلتراسیون، جنوبی‌ترین محدوده آلتراسیونی شناخته شده در منطقه مورد مطالعه است که
نزدیکترین کانی‌سازی رگه‌ای به آن، کانسار رشت‌آباد و مس بولاغی می‌باشد. رشت آباد در 10

کیلومتری جنوب غرب این آلتراسیون و مس بولاغی در 15 کیلومتری جنوب - جنوب غرب آن می - باشد . در غربی ترین حاشیه این آلتراسیون، کانی سازی ضعیفی از سرب و مس به همراه گانگ سیلیسی مشاهده شد که از رگچه های سیلیسی آن برای تهیه چیپس های ترمومتری استفاده گردید. محل این اندیس در نقشه زمین شناسی 150/000 ضمیمه نشان داده شده است.

21 سیال درگیر از 4 چیپس تهیه شده از کوارتز مورد مطالعات پتروگرافی قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است. بزرگ بودن حباب ها در این سیالات درگیر با درجه پرشدگی نسبتاً پایین که نشانه ای از جوشش سیالات هیدروترمالی است در این مطالعات جلب توجه می کند.

براساس همگون سازی 26 سیال درگیر از این محل نمودار (4-14) ترسیم شده است. در این نمودار دو نقطه اوج (Peak) مشخص مشاهده می شود که یکی در محدوده حرارتی 380 تا 410°C و دیگری در محدوده حرارتی 260 تا 290°C می باشد. اگر محدوده حرارتی پایینی را به کانی سازی گالن و محدوده حرارتی بالا را به کانی سازی مس نسبت داده و آنرا با محدوده حرارتی تشکیل مس در کانسار مس بولاغی (300 تا 330°C) و رشت آباد (310 تا 280°C) مقایسه کنیم، شاهد افزایش حرارتی در حدود 50 تا 70°C در این محل نسبت به رشت آباد و مس بولاغی هستیم. لازم به ذکر است که این نمونه ها از زون آلتراسیونی آرژیلیک متوسط تا پیشرفته گرفته شده و فاصله آن تا زون سریستیک حدود یک کیلومتر است.



نمودار 4-14- درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در آلتراسیون جیزوان

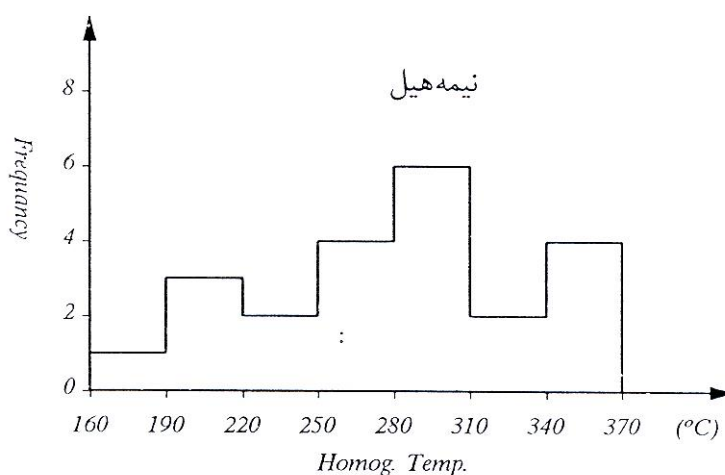
2-5-1-4- محدوده آلتراسیون نیمه هیل:

این محدوده آلتراسیون که در اطراف روستای نیمه هیل و حد فاصل آن تا روستای توویستان واقع شده چهارمین محدوده آلتراسیونی از طرف شمال غرب به طرف جنوب شرق و دومین محدوده آلتراسیونی از طرف جنوب شرقی به طرف شمال غرب است (نقشه 4-1) کانی سازی رگه-ای منگنز مانامون، تنها کانی سازی اطراف این محدوده آلتراسیونی است.

سه عدد چپس برای مطالعات ترمومتری از رگه های سیلیسی داخل محدوده آلتراسیون در 600 متری شمال-شمال شرقی روستای نیمه هیل تهیه گردید. 20 سیال درگیر در این نمونه ها از نظر پتروگرافی بررسی شد که نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است.

26 مورد آزمایش همگون سازی روی سیالات درگیر این منطقه انجام شد که نتایج حاصل در غالب نمودار (4-15) نشان داده شده است. دو نقطه اوج مشخص در این نمودار به چشم می-خورد که یکی در محدوده 340 تا 370°C و دومی در محدوده 280 تا 310°C می باشد. به دلیل

مشاهده نشدن کانی سازی رگه‌ای یا غیررگه‌ای در این محدوده آلتراسیونی، تحلیل دقیقی روی این اطلاعات نمی‌توان انجام داد ولی احتمالاً نقطه اوج 340 تا $370^{\circ}C$ منطبق بر فاز کانی سازی مس رگه‌ای در منطقه خواهد بود که در این صورت نیز افزایشی در حدود $40^{\circ}C$ نسبت به میانگین کانی سازی های مس در منطقه نشان می‌دهد. بر روی نمونه‌های کانی سازی منگنز مانامون فقط امکان مطالعات پتروگرافی سیالات درگیر فراهم بود و لذا اطلاعاتی در مورد درجه همگون شدن سیالات درگیر این کانی سازی جهت مقایسه آن با داده‌های به دست آمده از محدوده آلتراسیون نیمه هیل در دست نیست.



نمودار 4-15- درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در آلتراسیون نیمه هیل

3-5-1-4- محدوده آلتراسیون گاو- کمر:

این محدوده آلتراسیونی که حد فاصل روستاهای گاو و کمر قرار گرفته، میانی ترین محدوده

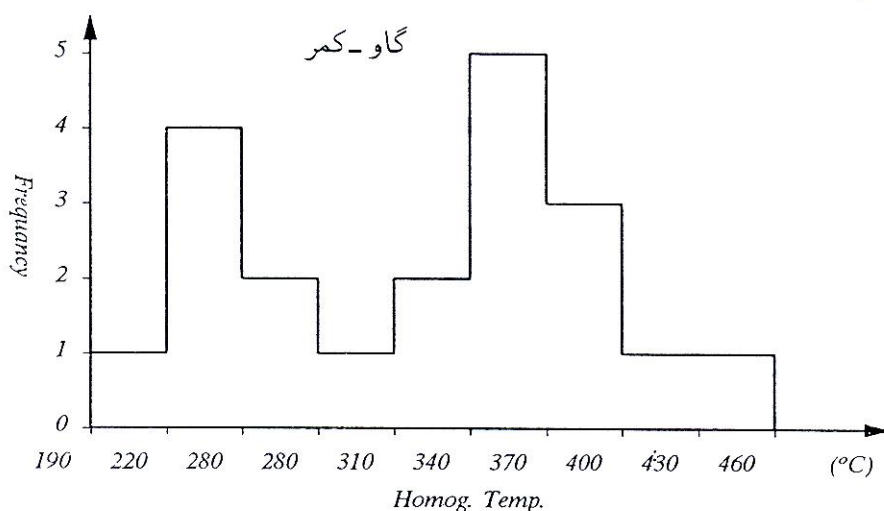
آلتراسیونی است و در حد فاصل آلتراسیون های نیمه هیل و مندجین قرار می‌گیرد (نقشه شماره 4-

1) نزدیک ترین کانی سازی رگه‌ای به این محدوده، کانی سازی سنجد می‌باشد که در $2/5$ کیلومتری

شمال غرب آن قرار می‌گیرد. اندیسهای از مس، سرب و روی نیز در 2 کیلومتری شمال روستای گاو و یک کیلومتری حاشیه محدوده آلتراسیون ملاحظه می‌شود.

در 1000 متری شمال-شمال غرب روستای کمر رگه‌های و رگچه‌های خاکستری و شیری رنگ سیلیس مشاهده می‌شود که متعلق به زون سیلیسی بوده و همراه با تشکیل آلتراسیون‌ها در آنها به وجود آمده‌اند. تعداد سه عدد چیپس از این رگه‌ها برای مطالعات ترمومتری تهیه گردید. تعداد 20 عدد سیال درگیر از این نمونه‌ها مورد مطالعات پتروگرافی قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است.

22 نمونه از انکلوژیونهای این محدوده مورد آزمایش همگون شدن قرار گرفت که نتایج حاصل از این کار در نمودار (4-16) نشان داده شده است. دو نقطه اوج مشخص در این نمودار به چشم می‌خورد که یکی در محدوده حرارتی 370 تا 400 و دیگری در محدوده حرارتی 250 تا $280^{\circ}C$ واقع می‌شود. با مقایسه این اعداد با نقاط اوج کانسار سنجد ملاحظه می‌شود که افزایش حرارتی، بین 10 تا $70^{\circ}C$ در این نقاط اوج نسبت به نقاط اوج مشابه در کانسار سنجد مشهود است.



نمودار 4-16- درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در آلتراسیون گاو-کمر

4-1-5-4- محدوده آلتراسیون مندجین:

روستای مندجین در این آلتراسیون واقع شده و گسترش آن در حد فاصل روستاهای شاه

علی بیگلر، دائی کندی و روستای متروکه سنجد می باشد. کانی سازی سنجد در 2 کیلومتری جنوب

و کانی سازی شاه علی بیگلر چسبیده به حاشیه غربی این آلتراسیون می باشد.

در 2000 متری غرب روستای مندجین رگه سیلیسی خاکستری مشاهده می شود که دو عدد

چپس برای مطالعات ترمومتری از آن تهیه شد. در مطالعات پتروگرافی 21 نمونه انکلوزیون مورد

بررسی قرار گرفت. که نتایج حاصل در جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است.

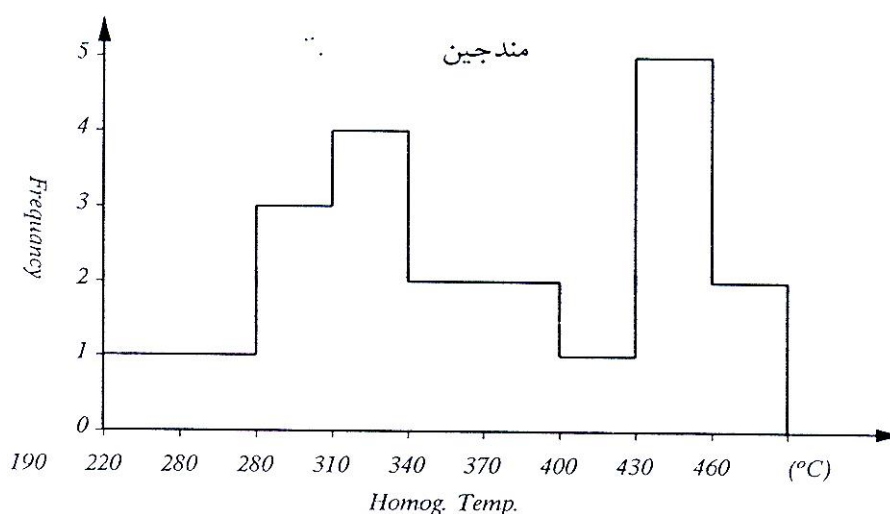
21 مورد آزمایش همگون سازی روی سیالات درگیر این منطقه انجام شد که نتایج حاصل

در غالب نمودار (4-17) نشان داده شده است. دو نقطه اوج در این نمودار مشخص می باشد که با

محدوده حرارتی 400 تا 430°C و 280 تا 310°C شناخته می شود. اگر نقطه اوج بالایی را با نقاط

اوج کانی سازی های رگه ای شاه علی بیگلر و سنجد مقایسه کنیم خواهیم دید که این نقطه اوج

نسبت به کانی سازی شاه علی بیگلو بین 40 تا 70°C و نسبت به کانی سازی سنجده بین 50 تا 80°C افزایش دما را نشان می دهد. این اختلاف دما می تواند به علت نزدیکی بسیار زیاد رگه های سیلیسی به منبع حرارتی (آپوفیزهای کوارتز مونزونیت) در منطقه مندجین باشد. نمونه ها متعلق به زون آلتراسیونی سریستیک بوده اند.



نمودار 4-17- درجه همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در آلتراسیون مندجین

5-5-1-4- محدوده آلتراسیون کجل - شمس آباد:

این محدوده آلتراسیونی شمالی ترین آلتراسیون در منطقه مورد مطالعه است. کانی سازی رگه - ای در این محدوده آلتراسیون مشاهده نمی شود ولی کانی سازی های شاه علی بیگلو و خلف در فاصله نزدیک تری از سایر کانی سازی های رگه ای نسبت به آلتراسیون کجل قرار گرفته اند.

رگه ها متعددی از سیلیس خاکستری و شیری در این محل (400-1200 متری غرب معدن

کائولن کجل) مشاهده می شود که سه عدد چپس برای مطالعات ترمومتری از آنها تهیه گردید. 25

مورد از انکلوژیونهای مشاهده شده مورد بررسی های پتروگرافی قرار گرفت که نتایج حاصل در

جدول ضمیمه شماره 3 آورده شده است. وجود حباب‌های بزرگ در انکلوژیونها می‌تواند نشانگر جوش سیالات هیدروترمالی باشد.

26 مورد آزمایش همگون سازی روی سیالات درگیر انجام گرفت که نتیجه حاصل در

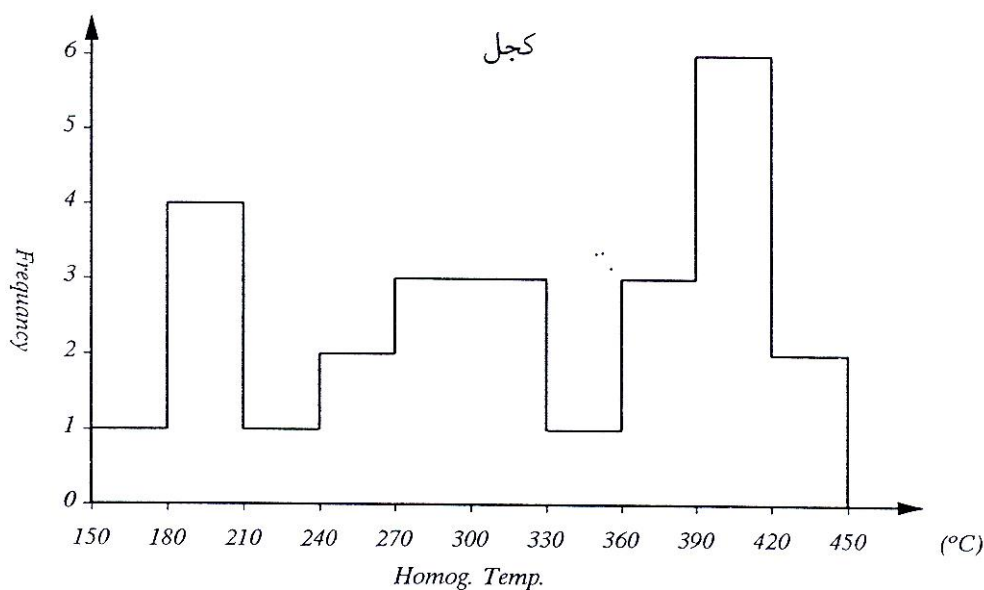
نمودار (4-18) نشان داده شده است. دو نقطه اوج مشخص و یک نقطه اوج تقریباً مشخص در این

نمودار مشاهده می‌شود. نقاط اوج نمودار با محدوده حرارتی 390 تا 420°C و 180 تا 210°C

مشخص می‌شوند. اگر نقطه اوج بالایی با نقاط اوج بالایی کانی‌سازی‌های رگه‌ای مقایسه شود شاهد

افزایش 30 تا 60°C در حرارت این نقطه اوج هستیم. نمونه‌های ترمومتری شده از زون آلتراسیون

سیلیسی و سریستیک انتخاب شده بودند.



نمونه 4-18- درجه همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در آلتراسیون کجل

4-2- ترمومتری براساس آنالیز کلریتها

4-2-1- اصول و مبانی ترمومتری به وسیله کلریتها:

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری دمای تشکیل کانسارها، دمای محیط دگرگونی، دمای تشکیل زونهای مختلف آلتراسیونی و وجود دارد. یکی از روش‌هایی که می‌تواند جهت تعیین دمای آلتراسیونهای هیدروترمالی مورد استفاده قرار گیرد، استفاده از کانی‌های رسی به ویژه کانی کلریت می‌باشد. این روش توسط Cathelineau & Nieva (1985) و Saad (1996) و همکاران توسعه داده شده است.

فرمول کلی کلریت به صورت $(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn, Al)_6((Si, Al)_4O_{10})(OH)_8$ می‌باشد (Deer دیگران 1992) اساس این روش بر این مطلب استوار است که جانشینی آلومینیم در موقعیت تترائدری (Al IV) با سیلیسیم تابع تغییرات دما بوده و نسبت به آن حساس است و لذا قطب غنی از آلومینیم در محلول جامد کلریت می‌تواند به عنوان یک ژئوترمو متر استفاده شود. (Cathelineau 1985), Cathelineau (1988), Hoy (1991) برای به دست آوردن حرارت زونهای آلتراسیون هیدروترمالی به وسیله کلریتها، ابتدا لازم است از نمونه‌های کلریت ثانویه که در اثر دگرسانی به وجود آمده‌اند پلاک نازک صیقلی تهیه شده و توسط دستگاه الکترون مایکروپروپ آنالیز نقطه‌ای شود. پس از مشخص شدن مقادیر اکسیدهای اصلی و با استفاده از نرم‌افزارهای خاص کامپیوتری و یا حتی به صورت دستی، فرمول ایده‌الی کلریت ساخته شده و مازاد آلومینیم مصرف شده در فرمول کلریت، به صورت آلومینیم تترائدری (Al(IV) در نظر گرفته می‌شود. نمودارهایی

توسط افراد مختلف از جمله Cathelineau در سال 1985 ارائه و در سال 1988 تصحیح شده که می‌توان با قرار دادن مقدار Al(IV) در آن، مقدار درجه حرارت تشکیل کلریت را بدست آورد.

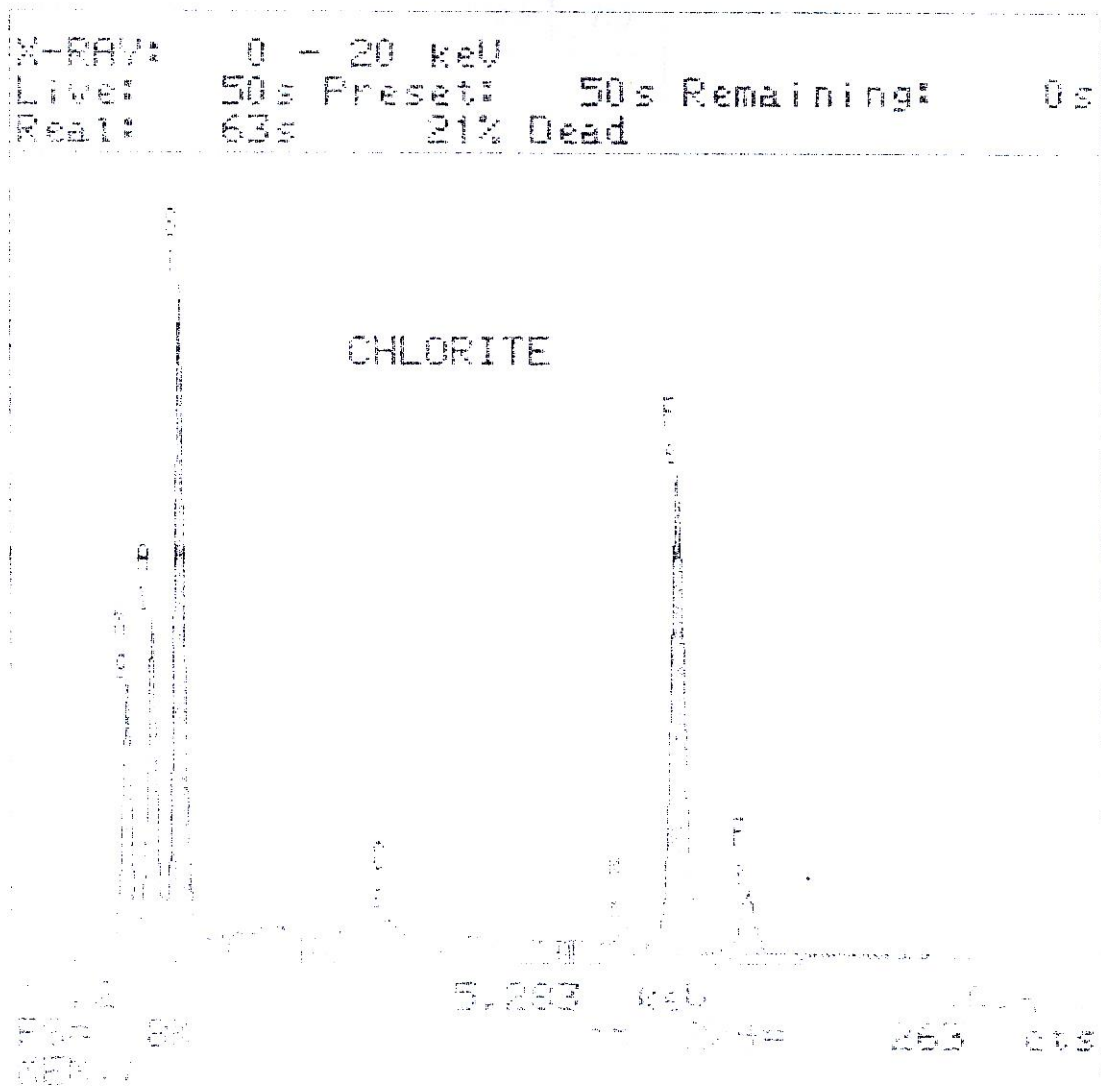
2-2-4- ترمومتری کلریتها در مناطق پنج‌گانه آلتراسیونی:

مهمترین هدفی که از انجام آزمایشات ترمومتری بر روی کلریتها در این رساله مورد نظر بوده اندازه‌گیری درجه حرارت تقریبی تشکیل زونها مختلف آلتراسیون هیدروترمالی می‌باشد. منظور از شناخت این درجه حرارت مقایسه آنها با درجه حرارت‌های به دست آمده از طریق مطالعات سیالات درگیر برای کانی‌سازی‌های این منطقه می‌باشد.

برای مطالعه ترمومتری کلریتها، پس از بررسی‌های کامل پتروگرافی، 8 نمونه سنگی از توفها، بازالتها و کوارتز مونزونیت‌های زونهای مختلف آلتراسیون هیدروترمالی که دارای کانی کلریت ثانویه بودند انتخاب شدند. پس از تهیه مقاطع نازک صیقلی این 8 نمونه در سازمان زمین شناسی کشور به وسیله دستگاه الکترون میکروپروپ Jeol مدل 733 مورد بررسی و آنالیز نقطه‌ای قرار گرفت. (نمودار 4-19)

پس از به دست آمدن درصد اکسیدهای اصلی تشکیل دهنده کلریتها، به دلیل در اختیار نبودن نرم‌افزار MINCALC جهت محاسبه مقدار آلومینیوم تتراندی این کار به صورت دستی صورت گرفت. مقادیر به دست آمده از این محاسبات در جدول (4-3) آورده شده است. لازم به توضیح است که مقدار آهن در آنالیز میکروپروپ به صورت آهن کل اعلام می‌شود و لذا مقدار FeO به

وسیله محاسبه از کل Fe_2O_3 به دست آمده است. از 8 نمونه مورد آزمایش، یک نمونه کوارتز مونزونیت، دو نمونه توف و بقیه بازالت آندزیتی می باشد. این 8 نمونه از زونهای سریستیک، آرژیلیک متوسط، آرژیلیک پیشرفته و پروپلتیک انتخاب شده است از این نمونه ها سه مورد از منطقه مندجین، دو مورد از منطقه جیزوان، یک مورد از منطقه کجل، یک مورد از منطقه نیمه هیل و یک مورد از منطقه گاو-کمر می باشد.



نمودار 4-19- آنالیز نقطه‌ای نمونه‌ای از کلریت‌های منطقه مورد مطالعه به وسیله دستگاه الکترون میکروپروپ

جهت به دست آوردن درجه حرارت تشکیل کلریتها از نمودار تصحیح شده (1988)

Chathlineau استفاده شده است. ابتدا محل نمونه‌ها با توجه به مقادیر $Al(IV)$ در محور قائم

این نمودار مشخص شده و سپس این نقاط با خطوط افقی به خطی که توسط Cathelineau ارائه

شده وصل و سپس درجه حرارت نمونه‌های مختلف قرائت گردید. مقدار رگرسیون خط برابر 97٪

می‌باشد. با توجه به درجه حرارت‌های به دست آمده (نمودار 4-20) از این روش برای نمونه‌های

مختلف و نظر به تعداد کم آنالیزها، در حالت کلی می‌توان گفت که درجه حرارت تشکیل زون

آلتراسیونی سریستیک در این ناحیه 340 تا $365^{\circ}C$ ، زون آرژیلیک پیشرفته 330 تا $355^{\circ}C$ ، زون

آرژیلیک متوسط 315 تا $325^{\circ}C$ ، و زون پروپلتیک 290 تا $305^{\circ}C$ می‌باشد.

شماره نمونه	236 b	147	100 b	170	260	103	175 b	276
محل	مندجین	کجل	مندجین	جیزوان	کمر	مندجین	جیزوان	نیمه هیل
SiO_2	25.11	25.16	27.31	26.78	25.75	26.26	26.03	25.38
Al_2O_3	20.55	20.25	18.44	19.41	20.33	20.15	20.37	20.44
CaO	0.05	0.06	0.69	0.05	0.52	0.23	0.60	0.26
MgO	14.71	17.73	15.88	16.55	16.85	16.26	16.98	16.55
K_2O	0.04	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.08

Na_2O	0.01	0.01	0.01	0.04	0.05	0.07	0.06	0.11
FeO	22.80	22.75	22.52	20.02	19.59	20.25	19.70	20.10
TiO_2	0.06	0.06	0.96	0.01	0.51	0.20	0.55	0.08
Si IV	2.73	2.77	2.88	2.85	2.79	2.81	2.80	2.75
Al VI	1.26	1.24	1.11	1.15	1.20	1.18	1.23	1.25
Al IV	1.39	1.36	1.17	1.29	1.30	1.37	1.31	1.36
Fe^{2+}	2.09	1.87	1.95	1.96	1.73	1.82	1.74	1.83
Mg^{2+}	2.40	2.73	2.52	2.63	2.70	2.60	2.70	2.66

جدول 3-4- نتایج حاصل از آنالیز 8 کلریت از مناطق آتراسیونی به وسیله الکترون میکروپروپ و محاسبه آلومینیوم

تتراندی Al(Lv)

با توجه به گستردگی این زون‌های آتراسیونی در تمام محدوده‌های پنج‌گانه آتراسیونی ممکن است

تغییرات حرارتی در محدوده‌های مختلف نسبت به درجه حرارت‌های عنوان شده وجود داشته باشد که شناخت

دقیق این حرارت‌ها مستلزم آنالیزهای بسیار زیاد به وسیله الکترون میکروپروپ می‌باشد. شهاب پور (1982) و

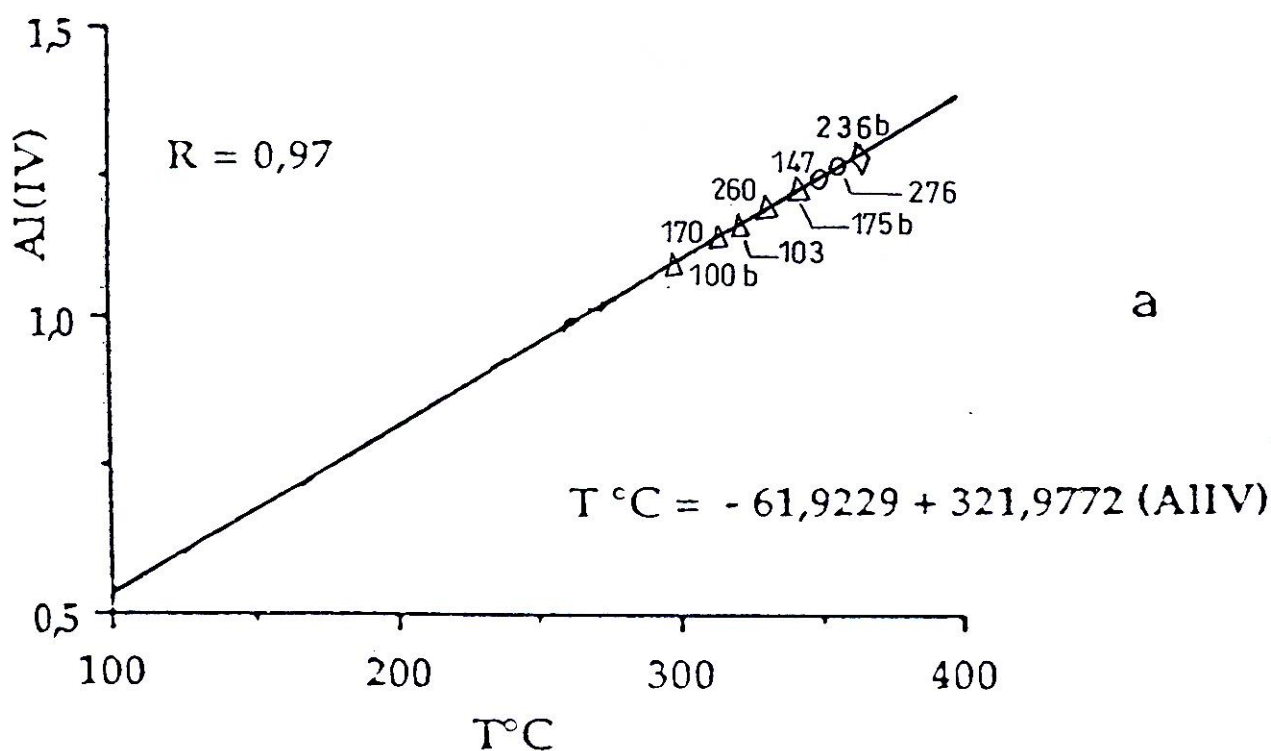
احمدیان (1370) با استفاده از همین روش درجه حرارت تشکیل زون پروپلتیک در معدن سرچشمه و زون

سریستیک در منطقه طارم را به ترتیب 250 تا $275^{\circ}C$ و 320 تا $280^{\circ}C$ عنوان نموده‌اند.

براساس مقدار $\frac{Fe}{Fe+Mg}$ در مقابل Si (IV) و با توجه به کارهای Foster و دیگران (1962) و Saad

دیگران (1996)، کلریت‌های بررسی شده این ناحیه از نوع ریپیدولیت (Ripidolite)

می‌باشد. $[(Mg, Fe^{+2})_9 Al_6 Si_5 O_{20} (OH)_{16}]$



نمودار 4-20- مقادیر آلومینیوم تتراندری Al(IV) از کلریت‌های آنالیز شده در محدوده مورد مطالعه بر روی دیاگرام

(1988)

به عنوان یک نتیجه کلی از مطالعات این بخش و با مقایسه حرارت‌های به دست آمده از روش سیالات

درگیر برای کانی‌سازی‌های این منطقه، می‌توان عنوان نمود که بیشتر کانی‌سازی‌های مس منطقه (به صورت رگه‌ای)

همزمان با تشکیل زون دگرسانی آرژیلیک متوسط و پیشرفته و کانی‌سازی سرب و روی رگه‌ای احتمالاً پس از

تشکیل زون دگرسانی پروپلتیک به وجود آمده است.

3-4- نتیجه‌گیری از مطالعات ترمومتری سیالات درگیر و کلریتها

مسائل بسیار زیاد و مهمی در مورد کیفیت سیالات کانه‌ساز، ارتباط آلتراسیونهای هیدروترمالی با کانی-سازی‌های رگه‌ای و کانی‌سازی در داخل محدوده‌های آلتراسیونی از طریق این مطالعات به دست آمد که در اینجا به صورت خلاصه به این نتایج اشاره می‌گردد.

1- در یک مقایسه کلی درجه حرارت‌های هموژنیزاسیون برای فازهای مختلف در محدوده‌های آلتراسیونی بیشتر از کانی‌سازی‌های رگه‌ای اطراف آنهاست (جدول 1-4 و نقشه 1-4)

2- در کانی‌سازی‌های رگه‌ای، درجه هموژنیزاسیون فازهای کانی‌سازی (مس، سرب و روی) با نسبت فاصله‌شان از مرکز محدوده‌های آلتراسیونی (اغلب زون سرسیستیک) نسبت معکوس دارد. با مقایسه درجه هموژنیزاسیون فازهای کانی‌ساز در سه معدن شاه علی‌بیگلو، سنجد و خلف که به ترتیب فاصله کم به زیاد، در اطراف محدوده آلتراسیون مندرجین قرار گرفته‌اند این نقطه مشخص می‌شود. (جدول 1-4)

3- درجه پرشدگی سیالات درگیر در محدوده‌های آلتراسیونی (71/9٪) کمتر از درجه پرشدگی سیالات درگیر در کانی‌سازی رگه‌ای است (79/3٪) این امر به دلیل وجود حباب‌های درشت در سیالات درگیر محدوده‌های آلتراسیونی است (جدول 2-4) حباب‌های بزرگ می‌تواند نشانگر جوش سیالات باشد.

4- مقدار کریستال‌های دختر در سیالات درگیر کانی‌سازی‌های رگه‌ای خیلی بیشتر از مقدار کریستال‌ها در محدوده‌های آلتراسیونی است. (نمودار 21-4) این مساله می‌تواند نشانگر این نقطه باشد که در درجات بالای هموژنیزاسیون محدوده‌های آلتراسیونی، هنوز کمپلکسهای کلروره که عناصر مس، سرب، روی، نقره و را می‌توانند حمل کنند، حالت پایداری داشته و لذا فرصت تشکیل هالیت یا سیلویت در داخل سیالات درگیر فراهم نبوده است. با افت حرارت سیالات کانی‌ساز، ضمن ناپایداری کمپلکس‌های کلروره و نهشته شدن ترکیبات سولفیدی سرب، روی و مس به صورت کانی‌سازی‌های رگه‌ای، امکان تشکیل کریستال دختر سیالات درگیر فراهم

شده است. ذکر این نقطه نیز لازم است که در حالت کلی شوری سیالات هیدروترمالی در منطقه بالا نبوده است.

(نمودارهای شوری)

5- با استفاده از مقایسه درجه هموژنیزاسیون در مناطق مختلف (نقشه 4-1) مشخص است که منبع

نقاط اوج همگون شدن $0_c(peak)$	بیشترین تیپ	تعداد دارای کریستال دختر	تعداد نمونه پتروگرافی	درجه پرشدگی متوسط $Df\%$	طول متوسط حباب a_b	عرض متوسط انکلوزیون b_v	طول متوسط انکلوزیون a_v	محل نمونه برداری	ردیف
315 و -	I	28	41	75	11/5	19/3	41/4	معدن مس بولاغی	1
295-	I	7	27	77/6	7/7	15/9	33/4	معدن رشت آباد	2
290 و 230	I	12	40	80	6/5	13/5	24/5	معدن آغجه قلعه	3
335 و 245	I	8	30	82	4	8/5	17/5	معدن سنجده	4
345 و 255	I	4	15	81	3/8	7/4	16/7	معدن شاه علی بیگلو	5
270 و 190	I	4	21	80	4/8	12/5	21/5	معدن خلف	6
395 و 275	I	1	21	74	12/9	21/3	33/6	آلتراسیون جیزوان	7
355 و 295	I	-	20	71	8/7	14/3	25/6	آلتراسیون نیمه هیل	8
385 و 265	I	-	20	70/3	8	13/2	19/8	آلتراسیون گاو- کمر	9
415 و 295	I	2	21	78/6	6/7	13/4	22/5	آلتراسیون مندجین	10

405 و 195	I	2	25	65/6	8/8	12/6	22/7	آلتراسیون کجبل	11
-----------	---	---	----	------	-----	------	------	----------------	----

جدول شماره 4-1- خلاصه نتایج حاصل از مطالعات سیالات درگیر در محدوده عمومی مورد مطالعه

حرارتی سیال‌های هیدروترمالی در زیر و معمولاً در مرکز محدوده‌های آلتراسیونی قرار دارد.

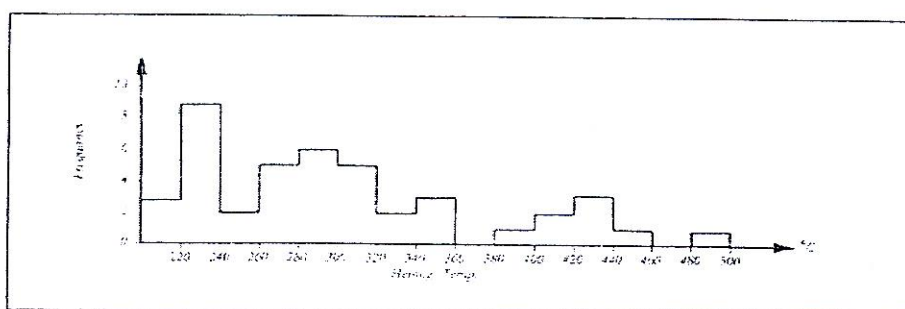
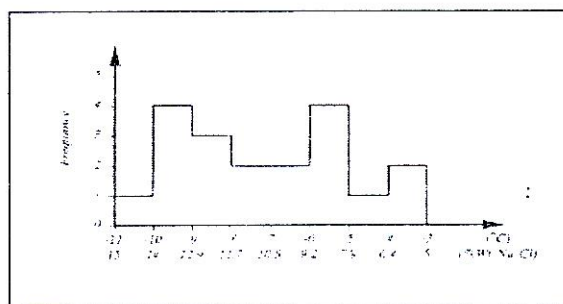
6- تغییرات زیاد حرارت هموژنیزاسیون در سیالات درگیر (از حدود $160^{\circ}C$ تا $540^{\circ}C$) می‌تواند نشانگر

مخلوط شدن سیالات با دو منشا متفاوت سطحی و ماگمایی برای تشکیل محلول‌های هیدروترمالی باشد. (نمودار

(4-22)

درجه پرشدگی	طول متوسط	عرض متوسط	طول متوسط	محل	ردیف
$Df\%$	حباب‌ها a_b, μ	انکلوزیونها b_v, μ	انکلوزیونها a_v, μ		
79/3	6/4	12/9	25/8	کانی‌سازی‌های رگه‌ای	1
71/9	8/6	14/7	24/8	محدوده‌های آلتراسیون	2

جدول 4-2- مقایسه برخی از خصوصیات سیالات درگیر کانی‌سازی‌های رگه‌ای و محدوده‌های آلتراسیون هیدروترمالی



نمودار شماره 4-2-2- درجه حرارت همگون شدن سیالات درگیر نسبت به فراوانی آنها در کل کانی سازی های منطقه در سایر نقاط دنیا از مقدار نسبتاً بیشتری برخوردار است ($220^{\circ}C$ برای فاز کانی سازی سرب و روی و $310^{\circ}C$ برای فاز کانی ساز مس)

8- روابط حرارتی میان کانی سازی های رگه ای و محدوده های بزرگ آلتراسیون هیدروترمالی، نشانگر آن است که منشا هر دو این پدیده ها به صورت واحدی بوده ولی بسته به شرایط ترمودینامیکی و شیمیایی سیال و سنگ های درونگیر، شاهد رفتارهای متفاوتی از این سیالات هستیم (کانی سازی های رگه ای، آلتراسیون های هیدروترمالی بزرگ)

9- با استفاده از مقدار جایگزینی $Al(IV)$ به جای Si در کلریت های تشکیل شده در زون های مختلف آلتراسیون هیدروترمالی، درجه حرارت تقریبی تشکیل این زون ها مشخص گردید.

10- براساس ترمومتری کلریتها، درجه حرارت تشکیل زون سربسیتیک در حالت کلی بین 340 تا

365°C، زون آرژیلک پیشرفته 320 تا 355°C، زون آرژیلک متوسط 315 تا 325°C و زون پروپلتیک 290 تا

305 می باشد.

11- براساس نسبت $\frac{Fe}{Fe+Mg}$ در کلریتهای آنالیز شده، این کلریتها از نوع ریپیدولیت هستند.

12- با توجه به درجات حرارت تشکیل زونهای آلتراسیونی و کانی سازیهای رگه‌ای، کانی سازی مس

رگه‌ای همزمان با تشکیل زون آرژیلک متوسط و کانی سازی سرب و روی همزمان یا پس از تشکیل زون پروپلتیک صورت گرفته است.

منابع فارسی

1- اطمینان، هاشم (1353) مطالعه سیالات درگیر کانسار مس پورفیری سرچشمه، مجموعه مقالات

دومین سمپوزیوم شرکت نفت.

2- اطمینان، هاشم (1373) کاربرد سیالات درگیر در ژنر کانسارها و اکتشاف آنها، نشریه علوم زمین

سازمان زمین شناسی کشور

3- اوانز، آنتونی (1373) مقدمه‌ای بر زمین شناسی کانسنگها، ترجمه فریدمر، سید جواد مقدسی، انتشارات

دانشگاه شیراز، 522 ص.

4- حاجی علیلو، بهزاد (1375) ژئومتری سیالات درگیر، سمینار درسی دوره دکتری، دانشکده علوم

زمین دانشگاه شهید بهشتی، 113 ص

5- حاجی علیلو، بهزاد و خاکزاد، احمد (1378) بررسی کانی سازیهای معادن مس بولاغی و رشت آباد

براساس مطالعات سیالات درگیر، نشریه علوم زمین سازمان زمین شناسی کشور، 28 ص

- 6- خاکزاد، احمد و حاجی علیلو، بهزاد (1378) بررسی کانی‌سازی‌های سرب، روی و مس مناطق شمال غرب زنجان و شرق میانه در ارتباط با آلتراسیون‌های گسترده هیدروترمالی، سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شیراز، 7 ص.
- 7- کریم‌پور، محمد حسن (1386) زمین‌شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید مشهد، 404 ص.
- 8- مر، فرید (1371) بررسی کانه‌زایی با استفاده از مطالعات سیالات درگیر، در منطقه میدوک کرمان، گزارش شماره 8 طرح پژوهشی دانشگاه شیراز، 25 ص.
- 9- مهر پرتو، محمود و ترکیان، محمود (1373) پژوهشی در سیالات درگیر نهشته مس-مولیبدن پورفیری سونگون، نشریه علوم زمین سازمان زمین‌شناسی کشور، 25 ص.
- 10- ملایی، حبیب (1373) مطالعه سیالات درگیر مزرعه در شمال شرق تبریز، گردهمایی زمین‌شناسی و معدنی شمال غرب ایران.

References.

- 1- Ahmad, S.N. & Rose, A.W, (1980) Fluid inclusions in prophyry and skarn ore at Santa Rita, New Mexico, *Econ. Geol.*, vol. 75, pp:229-250
- 2- Benedetto, D.V. & Fressotti, M.L, (1995) fluid inclusion in minerals, methods and Applications, short course of the working group IMA, Virginia Tech, pp:3-360
- 3- Bodnar, R. (1994) Synthetic fluid inclusions: XII. The system H_2O -NaCl experimental determination of the halite liquids and isochors for a 40 wt% NaCl solution, *Geochemica et Cosmochimica Acta*, vol 58.3, pp:1053-1063
- 4- Cathelineau, M. & Neiva, D (1985) A chlorite solid solution geothermometry, the Los Azufres geothermal system (Mexico) contribution to mineralogy and petrology, vol 91, pp:235-244

Cathelineau, M, (1988) cation site occupancy in chlorite and illite as a function of temperature, clay minerals , vol. 23, pp:471-485

6-chivas,R. & wilkins, W.T, (1977) fluid inclusion study in relation to hydrothermal alteration and mineralization at the koluda propyry copper prospet Guadalcond, econ geoi, vol 72, pp:153-169

7- Etminan, H. (1979) fluid inclusion studies of porphyry copper ore bodies at sar-cheshmeh, darreh zar and meiduk (kerman region, south eastern Iran) and porphyry copper discoveries at sungun , Gozan and kighal , azarbaijan region (Northwestren Iran) [abs] : International Association on the Genesis of ore deposit (I A G O D) 5 th Abstracts

8-Greisens,equation for metasomatic alteration, Econ geol, vol. 81, pp:1976-1982

9- hezarkhani, A & Williams-jones, A-E (1998) control of alteratiol and mineralization in the sungun prophyry deposit, Iran: evidence from fluid inclusions and stable isotopes Econ geol, vol. 93, pp:651-670

10- hayashai , K & ohmoto , H, (1991) Solubility of gold in Nacl and H₂S-bearing aqueous solutions at 250-350 ,geochimica et cosmochimica Acta, vol 55,pp:211-2126

11-mehrprou, M (1993) contribution to the gology, geochemistry , ore genesis and fluid inclusion investion on sungun Cu-Mo porphyry deposit (Northwest Iran), hamburg univresity.

12-moore, F & Hassan-nezhad , A(1994) fluid inclusion study of mineralization at the Qaleh-zari mine, south khorasan, Iranian of science and technology vol.18,pp:213-222.

13-rodger , E, (1984) fluid inclusions – Rewiew in mineralogy, vol. 12,p:6.

14-Roder,R & bodnar, R.J (1980) Geologic pressur determination from fluid inclusion studies , Ann rev Earth planet. Pp:263-301

15-shahabpour, J, (1982) Aspects of alteration and mineralization at sar-cheshmeh copper- molybdenum deposit,kerman,Iran, leeds university 342 p.

16- shepherd,T,J Rankin,A.H. & Aalderlon, D.H.M. (1985) A short course on the application of fluid inclusion technique to the study of hydrothermat ore deposits, Mc Gill university, monteral , canada.

17- waterman G.C. & Hamilton, R.L, (1975) the sar-cheshmeh porphyry copper deposit ; Econ geol vol. 70, pp;568-576

18- williams – jones, A.E. & linnen, R.L., (1989) A Short course on the application of fluid inclusion technigue to the study of hydrothermal ore deposits, Mc Gill university,canada.

19- wilison, J.W.,Kesler, S.E., Clocke, P.L. & Kelly, W.C., (1980) Fluid inclusion geochemistry of the Granisle and Bell porphyry copper deposits, British Columbia : Econ. Geol., Vol.75,pp:45-61

20- Yazdi, M . (1997) Gold mineralization in the granitoid rocks of the Voltus area, Rozmital Block, Czech Republic, 166p.

فصل پنجم

کانی‌شناسی و ژئوشیمی

آلتراسیونهای هیدروترمالی

1-5- مقدمه

با توجه به گستردگی مناطق آلتراسیون هیدروترمالی در محدوده مورد مطالعه و محوری بودن این بخش از مطالعات سعی شده است به این بخش از مطالعات با دید دقیق‌تری نگاه شده و لذا این بخش، حجم بیشتری از رساله را نیز به خود اختصاص داده است.

در محدوده مورد مطالعه با مساحت تقریبی 1000 کیلومتر مربع 5 محدوده بزرگ آلتراسیون هیدروترمالی شناسایی شده است (نقشه زمین‌شناسی 150/000 ضمیمه) که در راستای شمال غربی - جنوب شرقی نسبت به همدیگر قرار گرفته‌اند. دلیل اصلی رخنمون شدن این محدوده‌ها، عمل فرسایشی رودخانه قزل اوزن بوده است به طوری که هر 5 محدوده ذکر شده در تماس با این رودخانه واقع شده‌اند (شکل 2-4) نام محدوده‌های آلتراسیونی از طرف شمال غرب به جنوب شرق به ترتیب 1- آلتراسیون کجیل - شمس آباد، 2- مندجین 3- گاو-کمر 4- نیمه هیل و 5- جیزوان نامگذاری شده است.

واحدهای سنگی و چینه‌ای که تحت تاثیر آلتراسیون هیدروترمالی قرار گرفته‌اند شامل توفیتها و توفهای سازند کرج، گدازه‌های بازالتی و آندزی بازالتی درون توفها، گدازه‌های تراکیتی، داسیتی و ریوداسیتی الیگوسن و توده‌های کوارتز مونزونیتی است. حجم اصلی آلتراسیونها متعلق به توفیتهای آتره شده می‌باشد. منشا اصلی این آلتراسیونها فازهای هیدروترمالی توده‌های کوارتز مونزونیتی بوده است که ضمن دگرسانی وسیع سنگهای دربرگیرنده (سازند کرج)، خود نیز متحمل دگرسانی شده‌اند.

2-5- رده بندی مناطق آلتراسیونی براساس شواهد کانی شناسی

تمام تغییراتی که به صورت کانی‌شناسی، شیمیایی و فیزیکی در اثر عملکرد محلول‌های داغ هیدروترمالی در سنگ‌ها صورت می‌گیرد را می‌توان بنام آلتراسیون هیدروترمالی نامید. سنگ‌های دربرگیرنده کانسارهای هیدروترمالی تقریباً همیشه نشانگر واکنشی بین خود و سیالات هیدروترمال هستند و واکنش بین سیالات داغ و سنگ‌های فراگیر تا زمان به تعادل رسیدن آنها ادامه یافته و نتیجه آن به وجود آمدن غشایی دگرسان در سنگ‌های دربرگیرنده ماده معدنی است. با توجه به این که سیالات مسئول آلتراسیون سنگ دیواره، همان سیالات کانه‌ساز می‌باشند، لذا آلتراسیون سنگ دیواره می‌تواند اطلاعات مهمی در مورد شرایط فیزیکوشیمیایی نهشته شد نمود. معدنی در اختیار ما قرار می‌دهد. آلتراسیون سنگ دیواره علاوه بر تبلور مجدد می‌تواند در نفوذپذیری، رنگ و سایر مشخصات فیزیکی و شیمیایی سنگ تغییراتی ایجاد کند. بسیاری از هاله‌های دگرسانی دارای منطقه‌بندی کانی-شناسی هستند که از تغییرات ماهیت محلول‌های هیدروترمال ضمن عبور از سنگ‌های دیواره نتیجه می‌شود.

در مطالعه زون‌های آلتراسیون می‌توان از دو طریق کانی‌شناسی و ژئوشیمی عمل نمود. در روش اول از تکنیک‌های پتروگرافی و دیفراکسیون اشعه ایکس استفاده می‌شود. به کمک روش‌های ژئوشیمیایی نیز می‌توان رفتار عناصر در محیط‌های مختلف دگرسانی را شناسایی و محیط شیمیایی انواع مختلف دگرسانی را تعیین نمود. در رده‌بندی مناطق مختلف آلتراسیونی براساس شواهد کانی‌شناسی، محور اصلی پارائنز کانیهاست ولی چون تبدیل

مجموعه‌های دگرسانی به همدیگر مثل سیار پدیده‌های طبیعی به صورت تدریجی صورت می‌گیرد لذا مرز دقیقی بین زون‌های تعریف شده وجود ندارد و این مرزها نیز تقریبی و تدریجی هستند.

براساس مطالعات پتروگرافی و دیفراکسیون اشعه ایکس هشت زون آلتراسیونی در محدوده‌های آلتراسیون هیدروترمالی شناسایی شده است که در زیر شرح داده خواهد شد. برای هر یک از مناطق پنجگانه آلتراسیونی نقشه آلتراسیون سطحی با مقیاس 1:20000 تهیه شده است که ضمیمه همین نوشتار می‌باشد.

1-2-5- آلتراسیون سریستیک:

آلتراسیون سریستیک در هر 5 محدوده آلتراسیون هیدروترمالی با وسعت متفاوت مشاهده می‌شود. نقطه مشترک در تمام این زون‌ها این است که آلتراسیون سریستیک همیشه در پایین‌ترین تراز ارتفاعی و اغلب در حواشی رودخانه قزل اوزن تظاهر می‌کند (نقشه‌های آلتراسیون) سطحی ضمیمه این زون آلتراسیون اغلب در حاشیه به زون آرژیلیک پیشرفته یا متوسط تبدیل می‌شود و گاهی زون آلونیتی بر روی آن مشاهده می‌گردد. در برخی از آلتراسیون‌ها (گاو- کمر و جیزوان) این زون با زون گرایزنی در همدیگر تداخل نموده و جدایش امکان‌پذیر نیست و لذا در این نقاط یک زون سریستی گرایزنی تعریف شده است. بیشترین گسترش این زون بر روی توفیتهای سازند کرج و توده کوارتز مونزونیتی (آلتراسیون مندجین) بوده است.

آلتراسیون سریستی هم به صورت انتخابی (Selective) و هم به صورت فراگیر (Prevasive) در منطقه عمل نموده است. در دگرسانی انتخابی پلاژیوکلازها به طور بخشی به سریستیت تبدیل شده‌اند (عکس شماره 5-1 و 5-2) و فلدسپاتهای پتاسیک نسبتاً سالم باقی مانده‌اند. در زمینه سنگ نیز سریستی شدن و سیلیسی شدن به صورت پراکنده دیده می‌شود. در دگرسانی فراگیر تمام سنگ به مجموعه‌ای از سریستیت، کوارتز و به مقدار کمتر پیریت تبدیل شده است. (عکس‌های 5-3 و 5-4)

آلتراسیون سربستیک در 5 محدوده مطالعه شده با 5 پارائنز سربستیت+کوارتز، سربستیت+پیریت+کوارتز، سربستیت+کوارتز+کائولن (دیاگرام 1-5)، سربستیت+پیریت+ کوارتز+کائولن و سربستیت+کوارتز+کائولن+کلریت شناخته می‌شود. مقدار پیریت گاهی تا 10٪ حجم سنگ می‌رسد.

2-2-5- آلتراسیون آرژیلیک پیشرفته:

زون آلتراسیون آرژیلیک به صورت گسترده در تمام 5 محدوده آلتراسیونی مشاهده می‌شود و گاهی قابل جدایش به زون‌های آرژیلیک پیشرفته، متوسط و ضعیف است (نقشه‌های آلتراسیون سطحی ضمیمه) در اغلب موارد نیز به دلیل تدریجی بودن این تبدیل از زون‌های آرژیلیک پیشرفته تا متوسط و یا آرژیلیک متوسط تا ضعیف نام برده شده است. از شواهد گسترش آلتراسیون آرژیلیک پیشرفته در این منطقه وجود معادن کائولن فعال مثل معدن کجل کورجق می‌باشد. در یک مقیاس بزرگتر گسترش زون آرژیلیک آلونیت از اهر تا تاکستان در نظر گرفته می‌شود.

از نظر Bean (1981) زون آرژیلیک پیشرفته علاوه بر کانی‌های کائولینیت، پیروفیلیت با دیاسپور، آلونیت و آندالوزیت نیز شناخته می‌شود. در منطقه مورد مطالعه، زون آرژیلیک پیشرفته بیشتر در حاشیه زون سربستیتیک و یا مرکز آلتراسیون‌ها قرار می‌گیرد. زون‌های آلونیتی و یا سیلیسی بر روی این زون دیده می‌شود. آلتراسیون آرژیلیک پیشرفته که به صورت فراگیر در منطقه عمل نموده با پارائنز کائولینیت+ مونتموریلونیت+ کوارتز، کائولینیت+ مونتموریلونیت+ دیاسپور+ کوارتز، کائولینیت+ دیاسپور+ کوارتز+ ژاروسیت کائولینیت+ مونتموریلونیت+ کوارتز+ لیمونیت و کائولینیت+ کوارتز+ ژیپس+ انیدریت+ دیاسپور شناخته می‌شود (عکس 5-5 و 6-5) پیروفیلیت و دیاسپور به عنوان کانی شاخص این زون در نظر گرفته می‌شود (دیاگرام 2-5) تشکیل زون آرژیلیک پیشرفته می‌تواند در ایجاد تراوایی بالا جهت چرخش مقادیر بسیار زیاد سیالات گرمایی و رشد رگه‌های کانی‌سازی نقش بسیار مهمی داشته باشد.

این دگرسانی در اثر هیدرولیز شدید سیلیکاتهای آلومینیوم دار به وسیله محلول‌های با اسیدیته بالا صورت

می‌گیرد که ضمن شستشوی سدیم، کلسیم، پتاسیم و منیزیم شستشوی آلومینیوم نیز اتفاق می‌افتد.

3-2-5- آلتراسیون آرژیلیک متوسط تا ضعیف:

همان گونه که گفته شد مرز خیلی مشخصی بین آلتراسیون آرژیلیک متوسط و پیشرفته یا متوسط و ضعیف

وجود ندارد و مرزهای رسم شده در نقشه‌های آلتراسیون سطحی تقریبی است. به وسیله نمودارهای پراش اشعه

ایکس و با مشاهده کانی‌هی دیاسپور و پیروفیلیت می‌توان زون آرژیلیک پیشرفته را از متوسط جدا کرد ولی ملاک

جدایش در کار پتروگرافی به صورت زیر بوده است. در صورتی که تمام ساختمان پلاژیوکلازها یا فلدسپاتهای

پتاسیم‌دار به شدت به کانی رسی تبدیل شده باشد به طوری که اثری از شکل اولیه و کا کل پلاژیوکلاز باقی نماند

آن را به عنوان آرژیلیک پیشرفته قبول نموده‌ایم و در صورتی که بخشی از پلاژیوکلازها و فلدسپاتهای پتاسیم به

کانی رسی تبدیل شده‌اند ولی هنوز شکل اولیه و آثار ماکل کانی‌ها مشخص است آن را به عنوان آرژیلیک متوسط

پذیرفته‌ایم (عکس 5-6 و 5-7) در آرژیلیک ضعیف فقط بخش‌هایی از پلاژیوکلازها و فلدسپاتها به کانی رسی

تبدیل شده‌اند ولی ساخت و بافت سنگ کاملاً محفوظ مانده است. کانی‌سازی پراکنده مس در این زون از شدت

بیشتری نسبت به سایر زون‌ها برخوردار بوده و ارزش اکتشافی بیشتری دارد.

پاراژنز این زون آلتراسیونی، کائولینیت + مونتموریلونیت + کوارتز، کائولینیت + مونتموریلونیت + کلسیت +

کوارتز، کائولینیت + کوارتز + اکسید آهن و کائولینیت + مونتموریلونیت + کوارتز + آلیت می‌باشد (دیباگرام 5-3)

عمل شستشوی کاتیونهای آلکالین در این زون به صورت ناقص بوده است.

4-2-5- آلتراسیون سیلیسی:

هرچند آثار این زون در تمام 5 محدوده آلتراسیونی مشاهده می‌شود ولی این زون به صورت مشخص

فقط در محدوده‌های کجل، گاو- کمر و نیمه هیل مشاهده می‌شود. این زون آلتراسیونی به صورت رگه‌ها و رگچه-

های فراوان سیلیسی در متن توفیتهای سازند کرج و یا به صورت کلاهک‌های سیلیسی مشخص می‌باشد. که اغلب بر روی زون‌های آرژیلیک قرار گرفته است. گاهی در اثر تشکیل سیلیسی در متن توفها این سنگ‌ها کاملاً حالت سیلیسی پیدا کرده و شبیه توفهای ریولیتی شده‌اند. از طرف دیگر با تبدیل کانیهای مثل پلاژیوکلازها و فلدسپاتها به کانی‌های رسی، مقادیر زیادی سیلیس در متن سنگ آزاد شده است (عکس 3-6) در مقایسه با آلتراسیون‌های هیدروترمالی سایر مناطق، مقدار سیلیسی شدن در محدوده‌های آلتراسیونی منطقه مورد مطالعه کم بود و این نکته نشانگر غیراشباع بودن محلول‌های هیدروترمالی از سیلیسی بوده است. زون‌های سیلیسی محل‌های مناسبی برای اکتشاف و کانی‌سازی طلا می‌باشد.

5-2-5- آلتراسیون پروپلتیک- ژئولیتیک و کلریتی:

زون آلتراسیونی کلریتی اغلب همراه و مخلوط با زون آلتراسیون پروپلتیک می‌باشد و جدایش این دو از هم اغلب کاری غیرممکن است. بسته به ماهیت و ترکیب شیمیایی سیال‌ها و نیز کانی‌شناسی سنگ‌های درونگیر شاهد تشکیل این دو زون آلتراسیونی در خارجی‌ترین محدوده‌های آلتراسیون هیدروترمالی هستیم. اغلب مرز این دو زون آلتراسیونی و سنگ‌های غیرآلتره کاملاً تدریجی و نامشخص است با تبدیل پلاژیوکلازها به اپیدوت، کلسیت، کوارتز و سربیسیت شاهد تشکیل این زون هستیم (عکس شماره 5-8) کانی‌سازی از نوع پراکنده به صورت ضعیفی در این زون صورت گرفته ولی گاهی کانی‌سازی‌های رگه‌ای در داخل این زون تشکیل شده است. (کانسارهای رشت آباد و مس بولاغی)

در منطقه مورد مطالعه این دگرسانی با پارازنز اپیدوت+ کلسیت+ کوارتز+ اپیدوت+ کلسیت+ کوارتز+ ژپس+ آلبیت (دیاگرام 4-5) و اپیدوت+ کلسیت+ کانی رسی+ ژئولیت شناخته می‌شود. این زون دگرسانی، اغلب با تشکیل ژئولیت در حفرات سنگ‌ها همراه است (عکس 5-9 و 5-10) و به همین لحاظ می‌توان آن را زون

آلتراسیونی پروپلتیک- ژئولیتیک نامید (محدوده آلتراسیونی مندجین) در دمای پایین و PH خنثی محلول‌های گرمابی می‌توانند زون ژئولیتیک را به وجود آورند.

با دور شدن از مرکز آلتراسیون‌های هیدروترمالی به تدریج شاهد تبدیل زون آرژیلیک ضعیف یا متوسط به زون کلریتی هستیم. با توجه به فراوانی کانیهای پیروکسن به ویژه در متن گدازه‌های ائوسن (پیروکسن آندزیت، پیروکسن آندزی بازالت و بازالت) این کانیها تحت تاثیر محلول‌های هیدروترمال اغلب به کلریت تبدیل شده‌اند (عکس شماره 5-11 و 5-12) این زون آلتراسیونی بیشتر همراه با آلتراسیون پروپلتیک می‌باشد و جدایش این دو از هم مشکل می‌باشد، لذا در نقشه‌های آلتراسیون سطحی، اغلب این دو زون با همدیگر آورده شده است. این دو زون حاشیه‌ای ترین زون آلتراسیونی می‌باشد که پس از آن توفیتها و گدازه‌های آلتزه شده به چشم نمی‌خورد. این زون از نظر کانی‌سازی بسیار ضعیف است.

پاراژنهای مشاهده شده در این زون شامل کلریت+ کلسیت+ کوارتز، کلریت+ اپیدوت+ کلسیت کلریت+ کلسیت+ اکسید آهن و کلریت+ اپیدوت+ ژئولیت+ کلسیت است (نمودار 5-4) این دگرسانی هم به صورت فراگیر (Prevasive) و هم به صورت انتخابی (Selective) عمل نموده است. در حالت اول اغلب پلاژیوکلازها، پیروکستها و اولیونیاها (در صورت وجود) به کلریت، اپیدوت و کلسیت تبدیل شده‌اند. در حالت دوم فقط پیروکسها یا آمفیبولها به کلریت+ کلسیت تبدیل شده‌اند.

6-2-5- آلتراسیون گریزان:

آثار آلتراسیون گریزانی به صورت مشخص در محدوده‌های آلتراسیونی گاو- کمر، مندجین و گلچین (جنوب غرب جیزوان) مشاهده می‌شود. اثر این زون آلتراسیونی در مطالعات پتروگرافی به صورت پیدایش تورمالین و آپاتیت در حفره‌های توفیتها و کوارتز مونزونیت است (عکس‌های 5-13، 5-14، 5-15، 5-16) در

نمونه‌های آنالیز شده از این زون آلتراسیونی، مقادیر فلوتور به بیش از 9000ppm و مقادیر کلر به بیش از 2500ppm می‌رسد که در این مورد در بخش ژئوشیمی آلتراسیون‌ها بحث خواهد شد.

این زون آلتراسیونی در اثر عملکرد محلول‌های غنی از فلوتور و بور در حرارت بالا بر سنگ‌های اسیدی و

حد وسط به وجود می‌آید و می‌تواند در کانی‌سازی‌های رگه‌ای طلا نیز دیده شود. (Best1982)

در آلتراسیونهای پنج گانه مورد بررسی گاهی زون سربستیک کاملاً با زون گرایزن منطبق بوده و از

همدیگر قابل جدایش نیستند. (مندجین، گاو-کمر، جیزوان) و لذا زون گرایزن-سربستیک تعریف شده است.

گاهی آلتراسیون گرایزنی به صورت مشخص و مستقل از زون سربستیک، ولی در کنار یا داخل آن مشاهده می-

شود (گاو-کمر) که به صورت مستقل نشان داده شده است. همان گونه که اشاره شد ارتباط تنگاتنگی بین زون

سربستیک و گرایزن وجود دارد.

زون گرایزن پارازنز تورمالین + آپاتیت، تورمالین + کوارتز و تورمالین + کوارتز + کائولن در منطقه مورد

مطالعه شناخته می‌شود. از کانی‌سازی‌های همراه گرایزنها غیر از طلا می‌توان به قلع و تنگستن نیز اشاره نمود.

7-2-5- آلتراسیون آلونیتی:

آلتراسیون آلونیتی در هر 5 محدوده بزرگ آلتراسیونی مورد بررسی شناسایی شده است. این زون

آلتراسیونی اغلب یا بر روی زون سربستیک (کجل، مندجین، نیمه هیل، جیزوان) و یا بر روی زون آرژیلیک

پیشرفته قرار می‌گیرد (گاو-کمر، جیزوان) زون سیلیسی اغلب بر روی زون آلونیتی مشاهده می‌شود. محلول‌های

گرمابی غنی از سولفات در شرایط اکسیدان و در دمای کمتر از 300 درجه سانتیگراد موجب هیدرولیز سنگ‌های

غنی از آلومینیوم و پتاسیم شده و در نتیجه آلونیت تشکیل می‌شود. به دلیل پیریت زایی بسیار شدید و حضور

فراوان گوگرد، آلتراسیون آلونیتی در منطقه مشاهده می‌شود. آلتراسیون آلونیتی راهنمای مناسبی برای اکتشاف

کانسارهای اپی ترمال طلا و نقره است.

بسته به نوع سنگ درونگیر دو نوع آلتراسیون آلونیتی در این منطقه مشاهده می‌شود. هنگامی که سنگ‌های توفیتی سنگ‌های کرج مثل توفهای داسیتی و تراکیتی تحت تاثیر محلول‌های غنی از گوگرد قرار گرفته‌اند (لازم به ذکر است که PH اندازه‌گیری شده آبهای سطحی در زون سربستیک حدود 2/75 بوده است) آلونیت از نوع پتاسیم‌دار یا آلونیت سفید تشکیل شده است. گاهی نیز به دلیل وجود کانی آهن دار در این سنگ‌ها آلونیت پتاسیم و آهن دار (ژاروسیت $(KFe_3(SO_4)_2(OH)_6)$) با هم تشکیل شده است (نمودار 5-5) موقعی که گدازه‌های بازالتی و پیروکسن آندزی بازالتی تحت تاثیر محلول‌های گرمابی غنی از گوگرد قرار گرفته‌اند، با توجه به وجود کاتیون منیزیم در پیروکسن، نوعی از آلونیت به نام اپسومیت ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) تشکیل شده که این کانی پس از شستشو به صورت شوره در سطح سنگ‌ها رسوب داده است. شواهد دیفراکتومتری اشعه ایکس (نمودار 5-6) و آنالیز شیمیایی وجود این کانی را در زون‌های آلتراسیون آلونیتی ثابت کرده است (در این کانی مقدار نیکل، کبالت، روی و منگنز بالاست) پاراژنهای مشاهده شده در این زون به صورت آلونیت + کوارتز + کائولن، آلونیت + سربستیت + کوارتز و آلونیت + کوارتز + ژاروسیت می‌باشد.

3-5- خصوصیات ژئوشیمیایی محدوده‌های پنج‌گانه آلتراسیون هیدروترمالی

هدف از این بخش شناخت تغییرات شیمیایی و کانی‌شناسی در طی فرایند آلتراسیون هیدروترمالی و رابطه آن با کانی‌سازی در این محدوده‌هاست. مشخصات سیالات گرمابی که عامل آلتراسیون‌های هیدروترمالی هستند، توسط منابعی که این سیالات از آنها منشا گرفته‌اند و نیز ماهیت سنگهایی که این سیالات از درون آنها عبور می‌کنند تعیین می‌شود. در نتیجه سرشت حرارتی و شیمیایی سیال گرمابی از نظر زمانی و مکانی تابع پیچیده‌ای از مسیر حرکت سیال است. (Norton و 1989)

سیال‌های سازنده کانسارهای گرمابی ممکن است به صورت سوسپانسیون، محلول‌های کلوئیدی و یا محلول‌های مولکولی و حقیقی باشند. نوع سوم محلول‌ها، نقش مهمی در پیدایش کانه‌های گرمابی دارد.

سیال گرمایی حاصل از یک کوارتز مونزونیت (توده‌های نفوذی منطقه) ابتدا با یک غلظت خاصی از نسبت

$\frac{Kcl}{Hcl}$ با کانی‌های فلدسپات پتاسیم، بیوتیت، آلبیت و کوارتز در تعادل می‌باشد. با عبور سیال از داخل سنگ‌ها

(توفهای سازند کرج، بازالت و کوارتز مونزونیت منطقه) و ضمن سرد شدن آن، نسبت، $\frac{KCL}{HCL}$ محلول از محدوده

پایداری مسکیت حرکت کرده و به ناحیه پایداری کائولینیت وارد می‌شود و لذا فلدسپات پتاسیم کوارتز مونزونیت،

ابتدا به سریسیت و سپس کائولینیت آلتره می‌شود و این پدیده‌ها بر روی غلظت $\frac{KCL}{HCL}$ و نسبت اکتیویته

$\frac{ak^+}{aH^+}$ سیال تاثیر می‌گذارد. افزایش غلظت KCL و کاهش غلظت HCL به دلیل مصرف شدن برای تولید

کائولینیت است. متعاقب کاهش دما، کمپلکس‌های کلروره فلزی پایداری کمتری خواهند داشت.

روابط پایداری کانی‌ها رل مهمی در تعیین محیط‌های آلتراسیون و به طور موثر در ماهیت بسیاری از انواع

آلتراسیون که در کانسارهای مختلف شناسایی شده بر عهده دارند. مقادیر $\frac{a}{aH^+}$ در ارتباط با درجه حرارت،

مشخص کننده نوع محیط و زون آلتراسیون هیدروترمالی خواهد بود (نمودار 5-7) در بخش‌های B, C و D

نمودار (5-7) نوع کانی‌های به وجود آمده در محیط‌های آلتراسیونی در ارتباط با نسبت اکتیویته کاتیونهای پتاسیم،

سدیم و کلسیم به اکتیویته H^+ و درجه حرارت محیط نشان داده شده است.

با نسبت $\frac{aK^+}{aH^+}$ بالا، پاراژنز ارتوز- بیوتیت و یا مسکویت (سریسیت)- کوارتز را مشاهده می‌کنیم (وزن

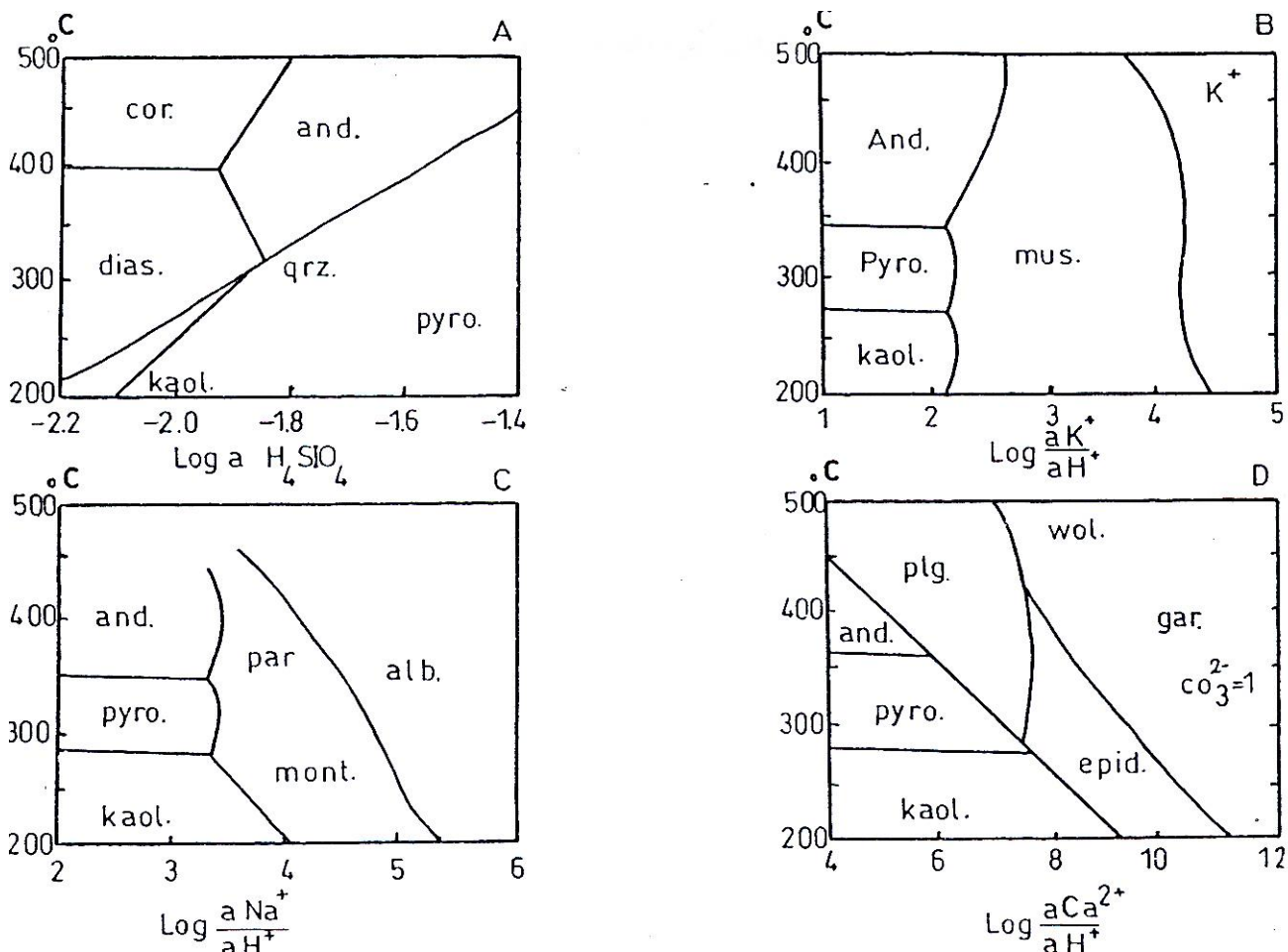
سریسیتیک) با کاهش این نسبت و اسیدی شدن محلول لیچینگ (Leaching) کاتیونهای Ca^+ ، Na^+ و K^+ شروع

شده و کاتیونهای آندالوزیت، پیروفیلیت و کائولینیت (زون آرژیلیک) به ترتیب در درجه حرارت‌های بالا

($350-500^\circ C$) تا پایین ($200-250^\circ C$) تشکیل می‌شود (نمودار B) در صورت بالا بودن نسبت $\frac{aCa^{2+}}{aH^+}$ کانی

اپیدریت (زون پروپلیتیک) در حرارت‌های 200 تا 350° تشکیل خواهد شد (نمودار D) اگر نسبت $\frac{aH^+}{Na^+}$

خیلی بالا باشد، شاهد تشکیل آلبیت و در واقع متاسوماتیسم سدیم هستیم (مرحله قلیایی پیشین) در صورت کاهش این نسبت ابتدا پاراگونیت و مونتموریلونیت و سپس آندالوزیت و کائولینیت در حرارت‌های مختلف تشکیل می‌شود (نمودار C)



نمودار 5-7- روابط پایداری کانی‌های سیلیکاته به عنوان تابعی از دما و ترکیب فاز مایع در فشار 5000 بار. (Titely)

(1981)

1-3-5- بررسی نمونه‌های دگرسانی و غیردگرسانی از دیدگاه ژئوشیمی:

در این قسمت سعی بر آن شده که با تکیه بر رفتار عناصر و اکسیدهای مختلف، ابتدا نمونه‌های آلتیره و

غیر آلتیره از همدیگر مشخص شده در مرحله بعدی، زونهای آلتراسیون مربوط به نمونه‌های مختلف مشخص گردد.

هدف از این کار مقایسه و انطباق زونهای آلتراسیونی مشخص شده توسط مطالعات پتروگرافی و اشعه ایکس با

زونهای آتراسیونی حاصل از آنالیزهای شیمیایی است. در همین راستا از آنالیز 120 نمونه آتره شده و 90 نمونه غیرآتره از سنگ‌های توفیتی، آندزی بازالتی و کوارتز مونزونیتی منطقه مورد مطالعه استفاده شده است (جدول ضمیمه شماره 1 و 2) تمام این آنالیزها به وسیله روش XRF و در دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی صورت گرفته است.

برای جدایش توفها، بازالت‌های آندزیتی و کوارتز مونزونیت‌های آتره شده از نمونه‌های سالم از سه نمودار استفاده شده است. در نمودار (5-8) نمونه‌های آتره شده از نمونه‌های غیرآتره براساس نسبت باریم (Ba) به استرانسیم (Sr) جدا شده‌اند. در نمونه‌های غیرآتره نسبت $\frac{Ba}{Sr}$ کمتر از یک و در نمونه‌های آتره بیشتر از یک خواهد بود. کم شدن مقدار استرانسیوم در نمونه‌های آتره شده می‌تواند به دلیل آتراسیون پلاژیوکلازها و شسته شدن کلسیم از محیط آتراسیونی باشد. هم چنین تحرک کمتر باریم نسبت به استرانسیوم در محیط دگرسانی می‌تواند به دلیل شعاع یونی بزرگ باریم ($1/44A^\circ$) نسبت به استرانسیوم ($1/21A^\circ$) باشد.

در محدوده‌های آتراسیونی کجل (A) گاو-کمر (C)، نیمه هیل (D) و جیزوان (E) انطباق خوبی بین داده‌های پتروگرافی و مطالعات XRD با شواهد شیمیایی وجود دارد و بیشتر نمونه‌هایی که در مطالعات پتروگرافی به عنوان سنگ‌های آتره شده شناخته شده‌اند در محدوده سنگ‌های آتره شده (A) قرار گرفته‌اند. در نمونه‌های محدوده آتراسیونی مندجین (نمودار B) و به ویژه نمونه‌های کوارتز مونزونیت، به دلیل کم بودن مقدار استرانسیوم، برخی از نمونه‌های سالم در محدوده آتره شده قرار گرفته‌اند.

نکته دیگری که از مقایسه این 5 نمودار به دست می‌آید این است که اولاً بیشترین تمرکز نمونه‌های آتره نشده در محدوده با باریم 500-600ppm و استرانسیوم 600-700ppm قرار گرفته‌اند، ثانیاً از طرف محدوده آتراسیون کجل به طرف جیزوان (از شمال غرب به جنوب شرق) دامنه تغییرات باریم و استرانسیوم به ویژه در نمونه‌های آتره بیشتر شده و مخصوصاً مقادیر باریم افزایش می‌یابد.

با استفاده از نسبت K_2O به روبیدیم در نمونه‌های آلتزه شده و سالم می‌توان محدوده این نمونه‌ها را از همدیگر جدا نمود که به دلیل افزایش حجم رساله از آوردن این نمودارها خودداری می‌شود.

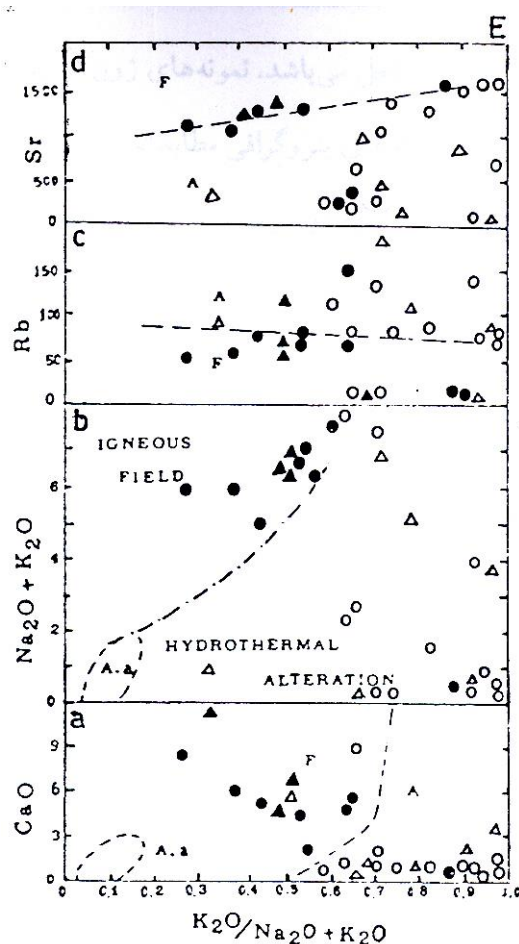
با استفاده از نموداری که توسط Maclean-Cuney در سال 1992 ارائه شده نیز می‌توان قلمرو نمونه‌های آلتزه شده و غیرآلتزه را از همدیگر جدا نمود. (نمودار 5-9) این نمودار براساس تغییرات اندیس سریستی شدن $\frac{K_2O}{K_2ONa_2O}$ نسبت به تغییرات $Sr, Rb, Na_2O + K_2O, CaO$ تهیه شده است.

برای 5 محدوده آلتراسیون، این نمودار ترسیم گشته که مقایسه آنها با همدیگر نکات جالبی را مشخص می‌کند. در بخش a این نمودارها، نسبت اندیس سریستی شدن به CaO نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود در تمام محدوده‌های پنج‌گانه آلتراسیونی لیچینگ شدید CaO در نمونه‌های آلتزه شده مشخص می‌باشد (مقادیر CaO پایین است) در حالی که در نمونه‌های غیرآلتزه مقدار CaO اولیه سنگ‌ها به طور متوسط بین 3 تا 8٪ در نوسان است. شدیدترین لیچینگ CaO در آلتراسیون‌های جیزوان (E) کجل (A) و گاو-کمر (C) صورت گرفته و ضعیف‌ترین آن در آلتراسیون مندجین بوده است، به دلیل حرکت آسانتر محلول‌های هیدروترمال از داخل توفیتهای سازند کرج، عمل لیچینگ کاتیونها در حالت کلی در این سنگها نسبت به گدازه‌های بازالت آندزیتی شدیدتر بوده است. گسترش سطحی زونهای آلتراسیونی آرژیلیک شدید در مناطق جیزوان، گاو-کمر و کجل تایید کننده این مطلب می‌باشد. (نقشه‌های آلتراسیون سطحی ضمیمه) در بخش b این نمودارها نسبت اندیس سریستی شدن در مقابل $Na_2O + K_2O$ در نمونه‌های آلتزه و غیر آلتزه نشان داده شده است. اولاً در تمامی نمودارها غیر از منطقه مندجین، مشاهده می‌شود که اندیس سریستی شدن، اغلب در نمونه‌های دگرسان شده بالا بوده و بین 6٪ تا نزدیک به یک می‌باشد. همین نکته نشانگر مقدار کم سدیم یا لیچینگ شدید آن مخصوصاً در آلتراسیون‌های کجل، گاو-کمر و جیزوان است. این موارد با لیچینگ CaO نیز مطابقت دارد. ثانیاً در نمونه‌های

غیرآثره مقدار $Na_2O + K_2O$ پایین نیست. و لذا پایین آمدن مقدار Na در نمونه‌های آثره شده به دلیل لیچینگ سدیم است. هم چنین مشخص است که عمل متاسوماتیسم و آلبیتی شدن در طی عمل دگرسانی در هیچ یک از این مناطق صورت نگرفته است. به دلیل ضعیف بودن لیچینگ سدیم در محدوده مندجین و بالا بودن مقدار سدیم در نمونه‌های آثره (پایین بودن اندیس سریسیتی شدن)، برخی از نمونه‌های آثره شده در محدوده غیرآثره قرار گرفته‌اند. هم چنین در این محدوده، بالا بودن مقدار $Na_2O + K_2O$ در برخی از نمونه‌های سالم و به ویژه در کوارتز مونزونیتها به دلیل بالا بودن مقدار ارتوز و K_2O در این سنگهاست.

در بخش C نمودار (9-5) اندیس سریسیتی شدن در مقابل مقدار رویدیم برای نمونه‌های سالم و دگرسان شده نشان داده شده است. مقدار نسبی رویدیم در نمونه‌های آثره شده به مقدار نسبی آن در نمونه‌های سالم بیشتر است. این مطلب به دلیل اکتیویته بالای پتاسیم ($\frac{aK^+}{aK^+}$) به ویژه در زونهای سریسیتیک است. این نمودار نیز توانسته است به خوبی نمونه‌های دگرسانی را از نمونه‌های غیردگرسانی جدا نماید.

در بخش d نمودار (9-5) مقادیر اندیس سریسیتی شدن در مقابل استرانسیوم نمونه‌های سالم و آثره شده نشان داده شده است. مقادیر استرانسیوم در نمونه‌های آثره شده کمتر از نمونه‌های غیرآثره می‌باشد. به دلیل شعاع یونی کم استرانسیوم این عنصر در محیط‌های آلتراسیونی ناپایدار بوده و از محیط خارج می‌شود.



ادامه نمودار 5-9

2-3-5- بررسی زونهای آلتراسیونی از نظر خصوصیات ژئوشیمیایی:

در این قسمت تاکید روی شناخت زونهای آلتراسیون هیدروترمالی براساس تغییرات عناصر و اکسید در

محیطهای دگرسانی است. هدف دیگر این بررسی مقایسه زونهای آلتراسیونی مشخص شده از این روش با زونهای

آلتراسیونی به دست آمده از طریق مطالعات پتروگرافی و XRD است. در این بخش از نمودار Rose استفاده شده

است. تنها برخی از زونهای آلتراسیونی به وسیله این نمودار قابل شناخت می باشد.

در نمودار (5-10) تیپهای آلتراسیونی آرژیلیک حد وسط، کلریتی و سربستیک براساس ترکیب

شیمیایی سنگها (دیاگرام ACF) در پنج محدوده آلتراسیونی نشان داده شده است. نمونه های داخل مثلث

(Kaol - Mus - Mont) نشانگر زون آرژیلیک پیشرفته، مثلث (Mus - Mont - Ch) نشانگر زون آرژیلیک

متوسط، مثلث (Mus-Ch-Bio) نشانگر زون کلریتی و پروپلتیک و مثلث (Mus-Biot-Kf) نشانگر زون سربستیک است. هماهنگی کلی و خوبی بین زون‌های آلتراسیونی مشخص شده به این روش و زون‌های آلتراسیونی به دست آمده از شواهد پتروگرافی و XRD دیده می‌شود.

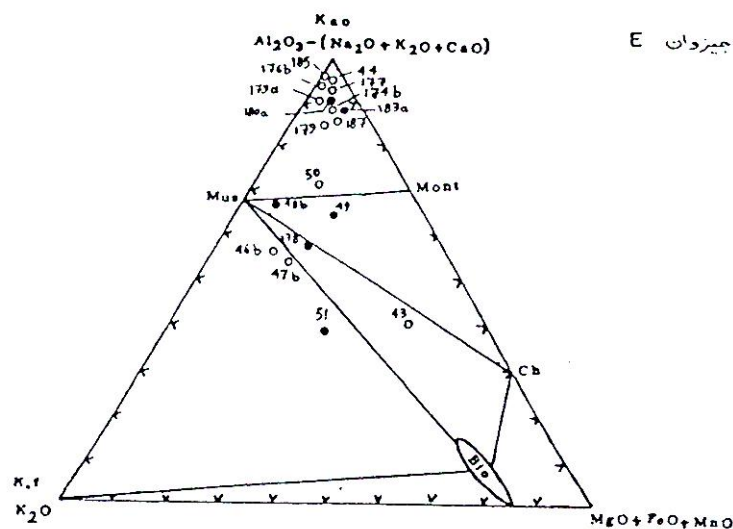
در نمودار A که مربوط به آلتراسیون کجل می‌باشد، نمونه‌های زون آرژیلیک پیشرفته (136 و 145) و متوسط (135 و 142 و 149) کاملاً با نمونه‌های پتروگرافی مطابقت نشان می‌دهد (با نمودار (5-12) مقایسه شود) در مورد نمونه‌های زون کلریتی (148 و 4) و سربستیک (146 و 147) نیز تشابه بسیار زیاد است.

نمودار B مربوط به نمونه‌های محدوده آلتراسیونی مندجین است. در این نمودار نمونه‌های آلتیره شده توف، بازالت آندزیتی و کوارتز مونزونیت نشان داده شده است. در نمودار مذکور بیشتر نمونه‌ها در زون آرژیلیک حد وسط و زون کلریتی- پروپلتیک قرار می‌گیرند که با نمودار (5-15) مطابقت نسبی دارد. نمونه‌های زون سربستیک و آرژیلیک پیشرفته در رتبه بعدی قرار دارند. زونهای آلتراسیونی به دست آمده براساس شواهد ژئوشیمیایی با گسترش سطحی آلتراسیونها از نظر کمی و کیفی که در نقشه‌های ضمیمه گزارش آمده است، مطابقت زیادی نشان می‌دهد. به طوری که در نقشه آلتراسیون سطحی مندجین نیز مشاهده می‌شود، بیشترین سطح منطقه در این ناحیه تحت پوشش آلتراسیون پروپلتیک، کلریتی و آرژیلیک متوسط تا ضعیف قرار دارد. گسترش سطحی زونهای آلتراسیونی سربستیک و آرژیلیک پیشرفته در مرتبه بعدی قرار دارند.

نمودار C، نمونه‌های مختلف متعلق به زونهای آلتراسیونی در منطقه گاو-کمر را نشان می‌دهد. در این نمودار بیشتر نمونه‌های زون گرایزنی در محدوده زون آرژیلیک پیشرفته قرار گرفته و برخی نیز در زون سربستیک ظاهر شده‌اند. در مورد بقیه نمودارها نیز مطابقت کلی بین زونهای آلتراسیون به دست آمده از این روش با روش پتروگرافی و XRD مشاهده می‌شود. (با نمودار (5-18) مقایسه شود)

نمودار D مربوط به شناخت زونهای آلتراسیونی به وسیله ترکیب شیمیایی نمونه‌های آلتزه شده در منطقه نیمه هیل می‌باشد. برخی از نمونه‌های زون آرژیلیک پیشرفته در این منطقه در محدوده زون سربستییک یا آرژیلیک متوسط قرار گرفته‌اند. نمونه‌های سربستییک و آرژیلیک متوسط این روش با نمونه‌های شناخته شده توسط روش پتروگرافی و XRD مطابقت نشان می‌دهد (با نمودار 5-21 مقایسه شود)

نمودار E زونهای آلتراسیونی به دست آمده از ترکیب شیمیایی نمونه‌های منطقه جیزوان را نشان می‌دهد. تمامی نمونه‌های زون آرژیلیک متوسط در بالای نمودار قرار گرفته‌اند و این نکته نشانگر لیچینگ شدید اکسیدهای سدیم، پتاسیم و کلسیم در این ناحیه است. انطباق بسیار خوبی نیز بین نمونه‌های زونهای آلتراسیونی سربستییک، کلریتی و آرژیلیک متوسط این روش با روش پتروگرافی و XRD مشاهده می‌شود.



ادامه نمودار ۵-۱۰

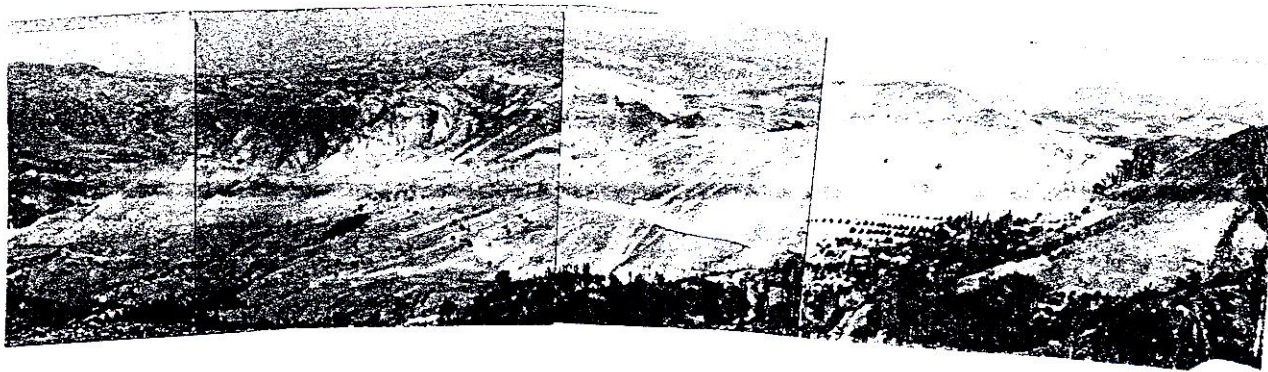
روش دیگری که برای شناسایی زونهای آلتراسیون می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، نمودار Cuney و همکاران است که براساس درصد Na و k در سال 1989 ارائه شده است. براساس این نمودار لیچینگ شدید عناصر آکالی مخصوصا K, Na در تمام مناطق مشاهده می‌شود و از طرف دیگر در منطقه مندجین مشاهده متاسوماتیسم سدیم هستیم. به دلیل محدودیت حجم رساله از آوردن نمودارها خودداری گردید.

3-3-5- بررسی ویژگی های ژئوشیمیایی محدوده های پنجگانه آلتراسیون:

پس از بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی سنگ های دگرسانی و غیردگرسانی و نیز شناخت برخی از زونهای آلتراسیون براساس ترکیب شیمیایی سنگهای آلترا شده، در این بخش ویژگی های ژئوشیمیایی هر یک از مناطق پنجگانه آلتراسیون به صورت مجزا و منفرد مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در بررسی این محدوده های آلتراسیون براساس آنالیزهای صورت گرفته بر روی 120 نمونه آلترا و 90 نمونه غیرآلترا به روش XRF، ابتدا مقدار متوسط اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر فرعی در سنگ های مختلف (توفیتها، گدازه های بازالتی و آندزی بازالتی و کوارتز مونزونیتها) غیرآلترا مشخص شده و سپس با مقایسه این مقادیر با مقادیر به دست آمده در نمونه - ختی آلترا شده هر یک از مناطق آلتراسیون، دیاگرامهای افزایش و کاهش (Gain & Loss) برای عناصر و اکسیدهای مختلف بر حسب نوع زون آلتراسیون هر نمونه ترسیم گشته است. با استفاده از این نمودارها به راحتی می توان رفتار ژئوشیمیایی عناصر را در طی مکانیسم دگرسانی در هر منطقه مشخص نمود.

1-3-3-5- محدوده آلتراسیون کجل - شمس آباد:

این محدوده آلتراسیون با وسعت تقریبی 18 کیلومتر مربع در شمالی ترین بخش منطقه مورد مطالعه و بین روستاهای شمس آباد، قوسن و کجل قرار دارد (نقشه شماره 2-4) این منطقه تحت عنوان محدوده آلتراسیون شماره یک نیز نامیده شده است (عکس شماره 5-17) نقشه آلتراسیون سطحی این محدوده با مقیاس 1:20/000 تهیه شده که ضمیمه این رساله می باشد.



عکس شماره 5-17- آلتراسیون هیدروترمالی بسیار گسترده در اطراف روستای کجیل دره رودخانه قزل اوزن

قبل از بررسی رفتار ژئوشیمیایی عناصر در این محدوده آلتراسیونی، ابتدا تاثیر مکانیسم آلتراسیون بر افزایش حجم توده‌های سنگ اولیه در این منطقه بررسی می‌شود. مشخص است که در عمل دگرسانی مقدار بسیار زیادی آب به همراه سیلیس و برخی مواد دیگر به توده‌های سنگهای اولیه اضافه شده و برخی از مواد نیز از این سنگها شسته شده و خارج می‌شود. هم چنین به علت تشکیل کانی‌های آبداری مثل کانیهای رسی تغییر حجمی در سنگ‌های دگرسان شده به صورت افزایش حجم مشاهده می‌شود. با استفاده از نمودار (5-11) که به وسیله Grant در سال 1986 ارائه شده، این تغییر حجم قابل بررسی است.

در محور قائم این نمودار درصد عناصر و اکسیدهای مختلف به صورت درصد (در مورد عناصر فرعی مقدار آنها به جهت مشخص شدن بهتر محل آنها در نمودار ضرابی ضرب شده است) در سنگ‌های آلتزه و محور قائم آن درصد همان عناصر و اکسیدها به صورت درصد سنگ‌های غیرآلتزه نشان داده شده است و دیاگرام مقادیر عناصر (Isocon) از این طریق به دست آمده است. نتایج حاصل نشانگر خطی بودن نسبت این مقادیر است. به دلیل کم تحرک بودن اکسیدهای TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 در طی آلتراسیون، عادی‌ترین حالت نمودار در گذر از این سه نقطه خواهد بود. دیاگرام مقادیر عناصر (Isocon) برای توفهای آلتزه در منطقه کجیل در نمودار (5-11) و برای بازالتها و آندزی بازالتها در نمودار (5-12) نشان داده شده است. براساس نمودار (5-11) شیب ایزوکن (Isocan) در توفها برابر 15/5٪ بوده و لذا افزایش حجم این توده‌های سنگی در حالت کلی 4/5٪ می‌باشد. هم

چنین براساس نمودار (5-12) شیب ایزوکن در سنگ‌های بازالتی منطقه کجل - شمس‌آباد برابر 96/5٪ بوده که افزایش حجمی، برابر 3/5٪ را در این سنگ‌ها نشان می‌دهد.

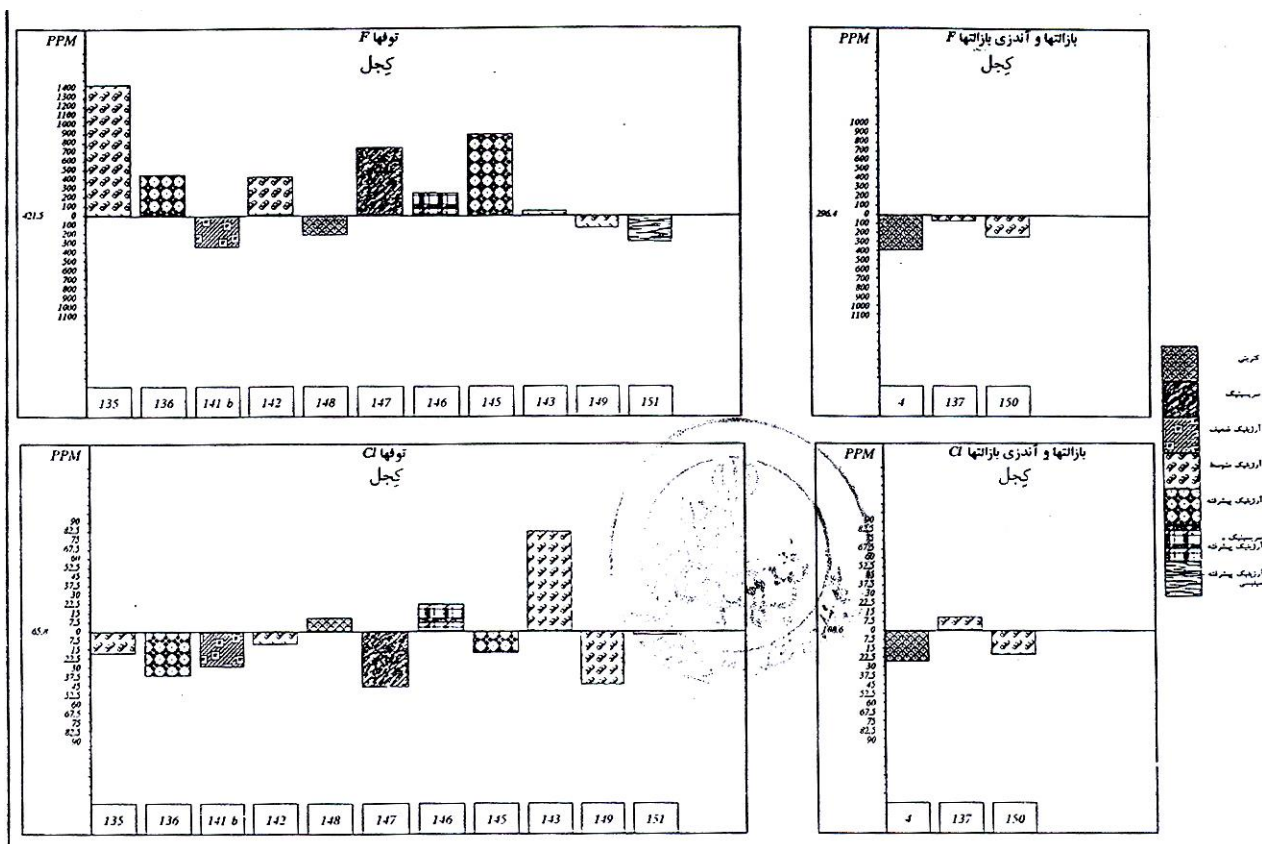
در نمودار (5-13) رفتار اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر در طی مکانیسم دگرسانی نشان داده شده است. براساس مطالعات پتروگرافی، XRD و ترکیب شیمیایی، 7 زون آلتراسیونی کلریتی، سریستیک، آرژیلیک ضعیف، آرژیلیک متوسط، آرژیلیک پیشرفته، سریستیک تا آرژیلیک پیشرفته و آرژیلیک پیشرفته تا سیلیسی در این منطقه شناسایی شده است.

براساس نمودار (5-13) افزایش شدیدی در مقدار سیلیس توفها و آندزی بازالتها آتره شده در تمام زونها مشاهده می‌شود و این امر ناشی از سیلیسی شدن نمونه‌ها توسط محلول‌های هیدروترمال و کانی‌ساز است. کاهش اکسیدهای کلسیم (CaO)، سدیم (Na₂O)، منیزیم (MgO)، فسفر (P₂O₅)، و منگنز (MnO) بر اثر لیچینگ این عناصر به ویژه در زون آرژیلیک پیشرفته و متوسط می‌باشد. افزایش مقادیر K₂O در زون سریستیک و سریستیک - آرژیلیک پیشرفته به دلیل تشکیل کانی سریست در این زون می‌باشد.

مقدار مس تقریباً در تمام نمونه‌های آتره شده، از متوسط مس در نمونه‌های غیرآتره بیشتر می‌باشد، هر چند که این افزایش قابل ملاحظه نیست، بیشترین افزایش مس در نمونه‌های زون سیلیسی، سریستیک و آرژیلیک متوسط مشاهده می‌شود. مقادیر سرب نیز تقریباً در تمام نوانه‌های آتره شده بیشتر از نمونه‌های غیرآتره می‌باشد. در آنجا نیز بیشترین افزایش سرب در نمونه‌های زون آرژیلیک متوسط مشاهده می‌شود. مقدار روی (Zn) به جز یک مورد در بقیه نمونه‌های آتره شده کاهش مشخصی را نسبت به نمونه‌های غیرآتره نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد این امر دلیلی بر عدم کانی‌سازی روی در این محدوده می‌باشد. پیریت زایی بسیار شدیدی در تمام محدوده - های آلتراسیونی از جمله منطقه کجل مشاهده می‌شود که این امر در نمودار افزایش و کاهش گوگرد به خوبی نشان داده شده است. هر چند مقدار متوسط گوگرد در توفها و بازالتها به ترتیب 268 و 28ppm می‌باشد ولی حداکثر

مقدار گوگرد در نمونه‌های آلتره شده به 32000 ppm بالغ می‌شود. بیشترین افزایش گوگرد در نمونه‌های زون

آلتراسیونی آرژیلیک متوسط و سربستیک دیده می‌شود.



ادامه نمودار 5-13

تغییرات روبیدیم (Rb) با K_2O بسیار هماهنگ است و این مساله نشانگر خصوصیات ژئوشیمیایی مشابه روبیدیم با عنصر پتاسیم می‌باشد. افزایش روبیدیم به ویژه در زون سربستیک به دلیل افزایش مقدار K_2O و تشکیل سربست است. مقادیر عناصر استرانسیوم (Sr) و باریم (Ba) در اغلب نمونه‌های آلتره شده کمتر شده و این به دلیل خارج شدن این دو عنصر توسط محلول‌های هیدروترمالی از شبکه کریستالی کانیهاست. کاهش استرانسیم در نمونه‌های آلتره شده نسبت به میانگین آن در نمونه‌های سالم بیشتر از عنصر باریم در نمونه‌های آلتره شده می‌باشد و این به دلیل شعاع یونی بزرگ باریم ($1/44A^\circ$) نسبت به استرانسیوم ($1/21A^\circ$) است. مقادیر فلئور در حالت کلی روند افزایشی را در نمونه‌های دگرسان شده نشان می‌دهد و این امر نشانگر یک متاسوماتیسم

ضعیف در طی عمل دگرسانی است. این فرایند به ویژه در زونهای آلتراسیون سریستیک، آرژیلیک پیشرفته و متوسط بارزتر است. روند خاصی در مورد مقدار کلر (Cl) در نمونه‌ها به چشم نمی‌خورد ولی روند کاهشی آن کمی بیشتر از روند افزایشی آن می‌باشد. کم شدن مقدار کلر به ویژه در زونهای سریستیک و آرژیلیک پیشرفته این منطقه نشانگر عدم وجود کمپلکس‌های کلروره است که می‌توانست نقش بسیار مهمی در حمل عناصر فلزی بر عهده داشته باشد. به نظر می‌رسد یکی از مشکلات سیالات هیدروترمالی منطقه مورد مطالعه عدم وجود مقدار کافی کلر و یا معادل آن برای تشکیل کمپلکس‌های فلزی در محلول‌های هیدروترمالی بوده است و این مساله به ویژه در مورد کمبود کانی‌سازی مس، سرب و روی در متن سنگها که به صورت کمپلکس‌های کلروره حمل می‌شوند می‌تواند دلیل قانع کننده‌ای باشد.

2-3-3-5- محدوده آلتراسیون مندجین:

محدوده آلتراسیونی مندجین با وسعت تقریبی 30 کیلومتر مربع در جنوب غرب آلتراسیون کجل و در حد فاصل روستاهای مندجین، دایی کندی، سنجده و شاه علی بیگلو قرار گرفته است (نقشه شماره 2-4) این محدوده آلتراسیونی نیز مشابه بقیه مناطق آلتراسیونی در نزدیکی بستر رودخانه قزل‌اوزن و به واسطه عملکرد تخریبی آن ظاهر شده است (عکس شماره 5-18)، در این محدوده آپوفیزهایی از توده کوارتز مونزونیتی مشاهده می‌شود که آن نیز تحت تاثیر محلول‌های هیدروترمالی کاملاً آتره شده است. 8 زون آلتراسیونی شامل سریستیک، کلریتی، آرژیلیک ضعیف، آرژیلیک متوسط، سریستیک تا آرژیلیک پیشرفته، پروپلتیک تا آرژیلیک ضعیف، آرژیلیک متوسط تا پیشرفته و سیلیسی در این منطقه شناسایی شده است. بیشترین پوشش منطقه مربوط به زون آلتراسیون پروپلتیک-کلریتی می‌باشد.



عکس شماره 5-18- بخشی از محدوده آلتراسیون هیدروترمالی روستای مندجین دید به طرف غرب است.

نمودارهای (5-14 و 5-15) نشانگر مقادیر عناصر (Isocon) در سنگ‌های توفیتی و بازالت آندزیتی

ناحیه مندجین می‌باشد. براساس نمودار (5-14) شیب ایزوکن در سنگ‌های توفیتی برابر 96٪ که معادل افزایش

حجمی در حدود 4٪ است. هم چنین بر طبق نمودار (5-15) شیب ایزوکن در سنگ‌های بازالتی و بازالت آندزیتی

برابر 97٪ که بیانگر حدود 3٪ افزایش حجم در این سنگ‌ها در طی آلتراسیون هیدروترمالی است.

در نمودار (5-16) رفتار اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر فرعی در طی آلتراسیون هیدروترمالی در

توفاها، بازالت‌های آندزیتی و کوارتز مونزونیت‌های این منطقه نشان داده شده است. براساس این نمودار، سیلیسی شدن

در تمام نمونه‌های آلتزه شده این منطقه نیز مشاهده می‌شود ولی شدت سیلیسی شدن به مراتب کمتر از محدود

آلتراسیون کجل است. وجود رگه‌های متعدد سیلیسی در منطقه کجل و عدم وجود آنها در این ناحیه تایید کننده

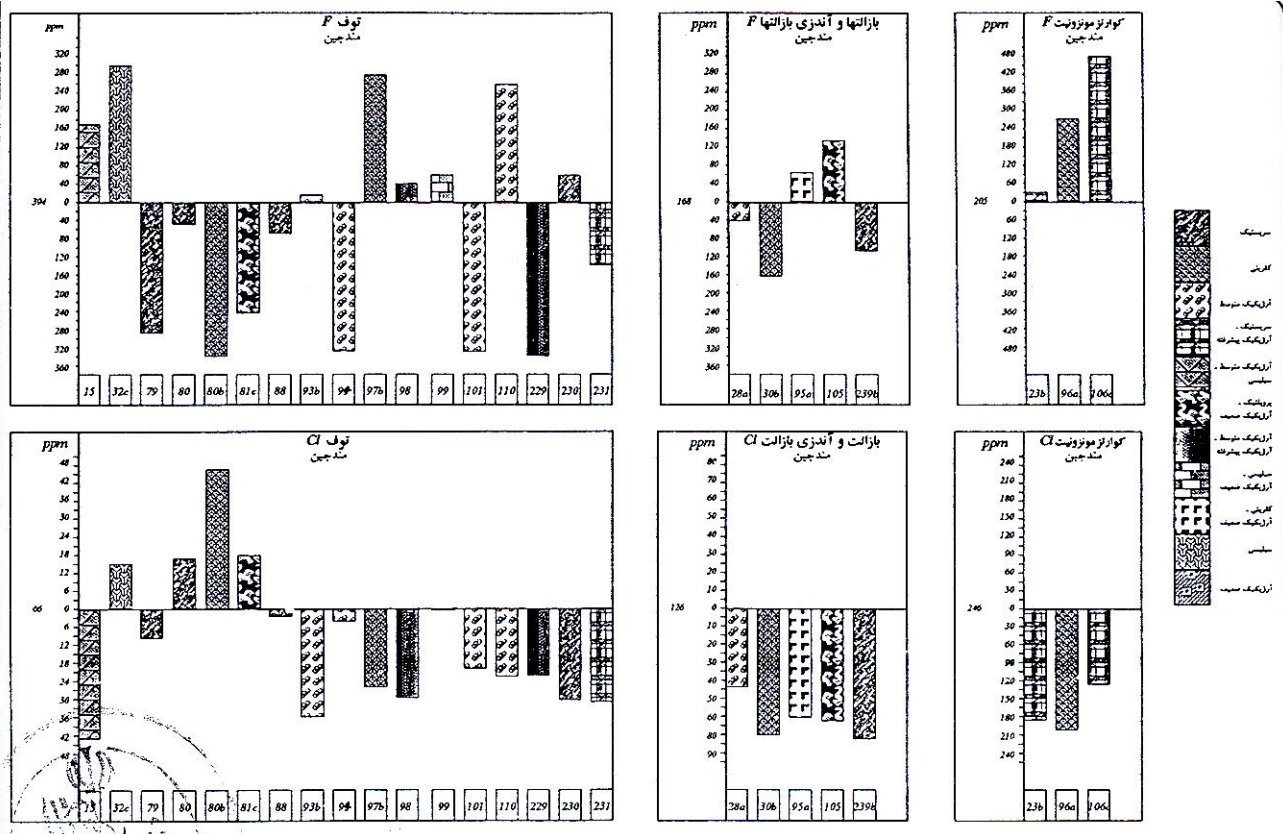
این مطلب می‌باشد. اکسید آلومینیوم Al_2O_3 رفتار مشخصی در طی آلتراسیون هیدروترمالی از خود نشان نمی‌دهد.

کاهش اکسیدهایی مثل CaO ، MgO ، P_2O_5 و تا حدودی K_2O و Na_2O به دلیل لیچینگ این عناصر توسط

محلول‌های هیدروترمالی است در مقایسه با آلتراسیون کجل و سایر مناطق آلتراسیونی، عمل لیچینگ در این

محدوده از شدت کمتری برخوردار بوده است و این می‌تواند به دلیل بالا بودن PH محلول‌های هیدروترمالی در این ناحیه باشد. (عدم گسترش زون آرژیلیک پیشرفته و متوسط)

مقدار مس در بیشتر نمونه‌های آلتیره شده توفی بیشتر از مقدار مس در سنگ‌های غیره آلتیره شده روند کاهشی را نسبت به سنگ‌های غیرآلتیره نشان می‌دهد. رفتار سرب در محیط آلتراسیونی منطقه مندجین نامشخص است و گاهی به صورت افزایش و گاهی کاهش می‌باشد. مقدار روی (Zn) نیز غیر از سه نمونه در بقیه نمونه‌ها روند کاهشی را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد کاهش روی و سرب در این منطقه می‌تواند به دلیل نزدیکی این محل به منبع اصلی حرارتی (توده‌های کوارتز مونزونیتی) و حمل این عناصر به مناطق دور دست تر این ناحیه باشد. روبیدیم (Rb) نیز رفتار مشابه K_2O از خود نشان داده و رابطه مستقیمی با افزایش و کاهش K_2O در سنگ‌ها دارد. مقدار استرانسیوم (Sr) و باریم (Ba) در بیشتر نمونه‌های این منطقه به دلیل خارج شدن از محیط دگرسانی کمتر شده است. افزایش مقدار S در این محدوده کمتر از منطقه کجل است و پایین بودن فوگاسیته گوگرد (fS_2) می‌تواند دلیلی بر بالا بودن PH محلول‌های هیدروترمالی در این ناحیه باشد. رفتار عنصر فلئور (F) روند مشخصی از خود نشان نمی‌دهد. مشابه منطقه کجل در این منطقه نیز مقادیر کلر (Cl) در نمونه‌های آلتیره شده پایین‌تر از نمونه‌های سالم می‌باشد و این نکته نشانگر کمبود کلر در محلول‌های هیدروترمالی و عدم تشکیل کمپلکس‌های کلروره برای حمل فلزات سرب، روی و مس می‌باشد.



ادامه نمودار 5-16

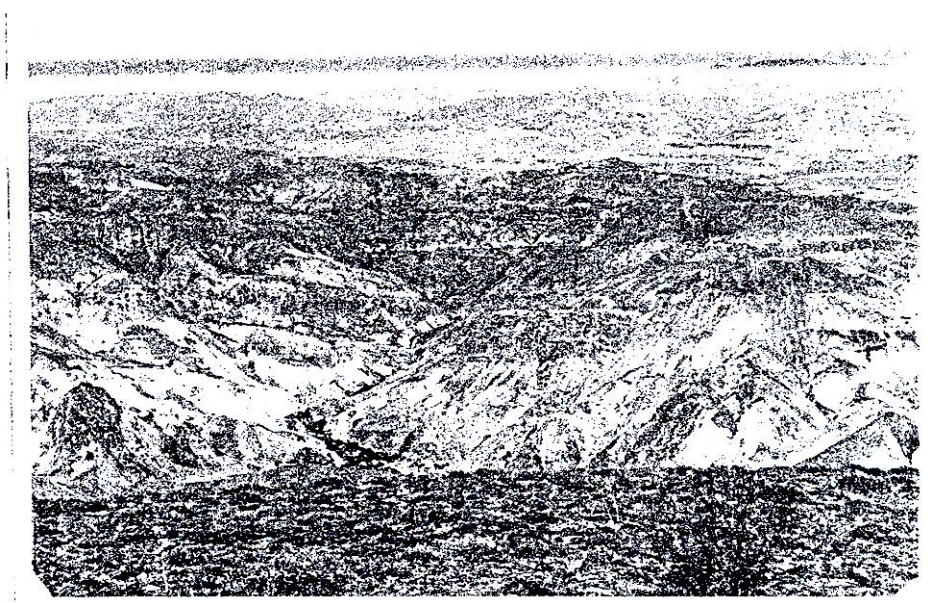
3-3-3-5- محدوده آلتراسیون گاو- کمتر:

این محدوده در حد فاصل روستای گاو و کمر قرار داشته و آلتراسیون میانی در بین پنج محدوده آلتراسیونی این منطقه می باشد (نقشه 2-4) رودخانه قزل اوزن از میان این محدوده عبور می کند و بیشتر منطقه آتره شده در کرانه شرقی رودخانه مشاهده می شود (عکس شماره 5-19) شش زون آلتراسیونی، کلریتی، آرژیلیک ضعیف و آرژیلیک پیشرفته، سربستیک تا آرژیلیک پیشرفته، گرایزن تا سربستیک و سیلیسی در این منطقه مشاهده شده است. وجود زون گرایزنی از ویژگی های این منطقه آلتراسیونی است.

نمودارهای (5-17) و (5-18) نشانگر مقادیر عناصر (Isocon) در توفیتها و بازالت های آندزیتی منطقه گاو- کمر می باشد. بر طبق نمودار (5-17) شیب ایزوکن در سنگ های توفیتی این محدوده 94/5 درصد است که حدود 5/5 درصد افزایش حجم را در طی آلتراسیون هیدروترمالی در این سنگ ها نشان می دهد. در نمودار (5-18)

18) مقدار شیب ایزوکن برای سنگهای بازالتی و آندزی بازالتی برابر 95/5٪ می باشد که افزایش حجمی در حدود 4/5 درصد را در این سنگها مشخص می نماید. مقدار افزایش حجم توده های سنگی در این محدوده بیشتر از مناطق کجل و مندجین و کمتر از مناطق نیمه هیل و جیزوان می باشد.

در نمودار (5-19) رفتار اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر فرعی در طی آلتراسیون هیدروترمالی در توفها و بازالتها نشان داده شده است. مشابه مناطق مندجین و کجل، افزایش قابل ملاحظه ای از سیلیس در نمونه های آلتره شده این منطقه مشاهده می شود. سیلیسی شدن سنگها در این منطقه بیشتر از مندجین و در حد منطقه کجل است. در این منطقه رگه های متعدد سیلیسی در محدوده آلتراسیون مشاهده می شود. مقدار Al_2O_3 در توفها تغییرات زیادی را نشان نمی دهد و در سنگهای بازالتی آلتره شده مقدار نسبی Al_2O_3 اضافه شده است. مقادیر اکسیدهای کلسیم، منیزیم، سدیم و فسفر به شدت در زونهای مختلف و به ویژه در زون آرژیلیک پیشرفته و گرایزن- سربستیک کاهش پیدا کرده که این امر به دلیل لیچینگ این عناصر از شبکه کانیهاست. مقادیر K_2O نیز در زون سربستیک- گریزان افزایش داشته و در دیگر زونها



عکس شماره 5-19- بخش عمده ای از محدوده آلتراسیونی گاو- کمر در کنار دره قزل اوزن دید به سمت شمال شرق

است.

رفتار عناصر مس، مولیبدن، سرب و روی در این منطقه نیز مشابه مناطق آلتراسیون قبلی و به ویژه منطقه مندجین است، به طوری که مس روند افزایشی، مولیبدن و روی روند کاهشی و سرب در برخی از نمونه‌ها کاهش و در برخی دیگر افزایش را نسبت به نمونه‌های سالم نشان می‌دهد. افزایش گوگرد در این نمونه‌های آلتره شده نیز بسیار شدید بوده است (تا حدود 3/6٪) و این افزایش حتی بیشتر از مقدار افزایش گوگرد در منطقه کجبل بوده است (به طور متوسط 14000 تا 16000 pmm) از نکات بسیار جالب در نمودارهای افزایش و کاهش این منطقه رفتار عناصر فلئوئور و کلر در نمونه‌های آلتره شده می‌باشد. افزایش بسیار شدید فلئوئور تا حد 9000pmm در برخی از نمونه‌های این منطقه (نمونه شماره 253) همراه با تشکیل تورمالین، آپاتیت و فلئوئورین شاهدهی بر وجود زون گرایزن در این ناحیه است. مقادیر کلر نیز در بیشتر نمونه‌های آلتره شده این منطقه افزایش قابل ملاحظه‌ای نسبت به نمونه‌های سالم نشان می‌دهد. این کلر می‌تواند در قالب کلر آپاتیت وجود داشته باشد. مقدار زیاد کلر در نمونه‌های آلتره این منطقه می‌تواند (و نیز در سیالات گرمابی) به عنوان نکته مثبتی جهت تشکیل کمپلکس‌های کلروره و حمل کاتیون‌های فلزی مطرح شود.

4-3-3-5- محدوده آلتراسیونی نیمه هیل:

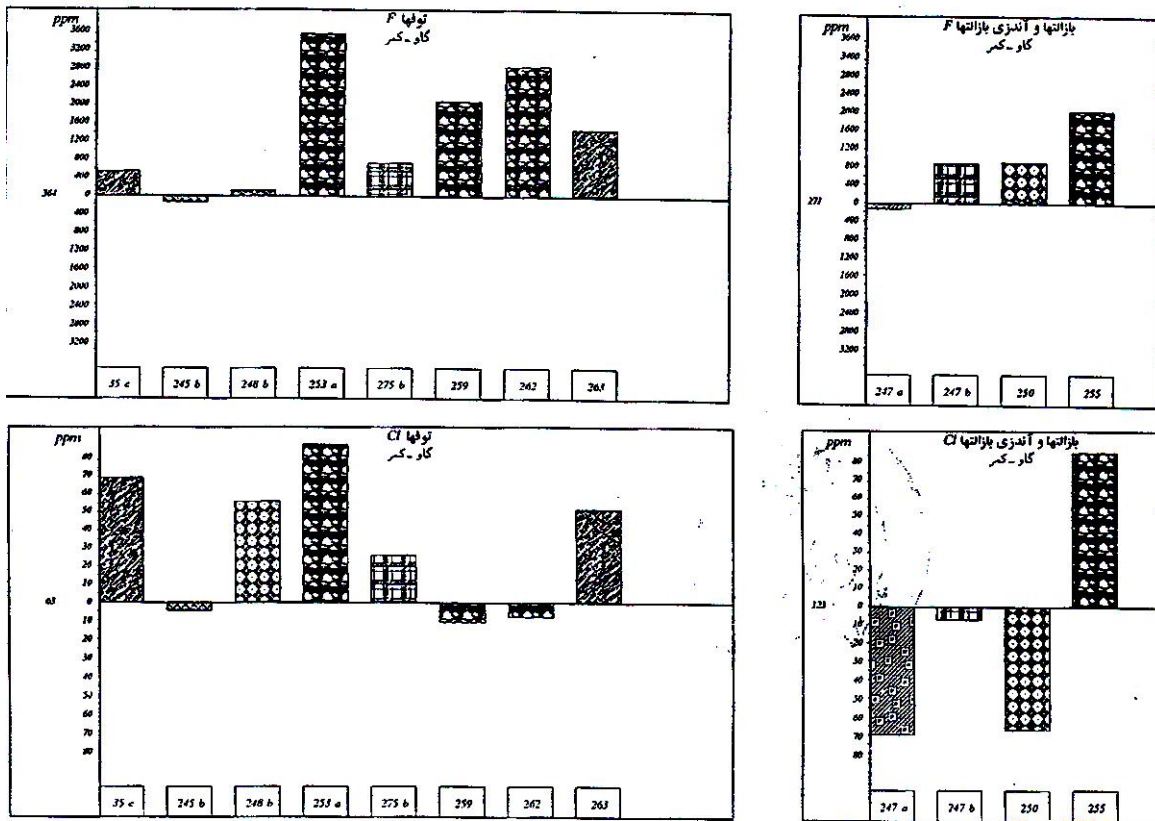
این محدوده آلتراسیونی با وسعت تقریبی 15 کیلومتر مربع در حد فاصل روستاهای نیمه هیل، توویستان و گلوچه قرار گرفته است (نقشه شماره 4-2) پخش عمده‌ای از محدوده این آلتراسیون در شمال و شرق رودخانه قزل اوزن و بخش خیلی کوچکی از آن در سمت جنوب و غرب این رودخانه واقع می‌شود 6 زون آلتراسیونی سریستیک، آرژیلیک متوسط، آرژیلیک پیشرفته، سیلیسی سریستیک- آرژیلیک پیشرفته و آلونیتی در این منطقه مشاهده می‌شود.

نمودارهای (5-20) و (5-21) نشانگر مقادیر عناصر (Isocon) در توفیتها و بازالت‌های آندزیتی منطقه نیمه هیل می‌باشد. بر طبق نمودار (5-20) شیب ایزوکن در سنگهای توفیتی این محدوده 94٪ است که معادل 6٪

افزایش حجم را در اثر عمل آلتراسیون هیدروترمالی در سنگها نشان می‌دهد. در نمودار (5-21) مقدار شیب ایزوکن برای سنگهای آندزی بازالتی و بازالتی 95/5٪ می‌باشد که حدود 4/5٪ افزایش حجم را در این سنگها نشان می‌دهد. مقدار افزایش حجم توده‌های سنگی اعم از بازالت یا توف در این منطقه بیشتر از مناطق گاو-کمر، مندجین و کجل می‌باشد.

در نمودار (5-22) رفتار اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر فرعی در طی آلتراسیون هیدروترمالی در توفها و بازالتها نشان داده شده است. بر طبق این نمودار افزایش شدیدی در مقدار سیلیس توفهای آلتیره شده در این منطقه مشاهده می‌شود (حدود 13٪) که این مقدار سیلیسی شدن در حد آلتراسیونهای کجل (14٪) و گاو-کمر (12٪) و بیشتر از آلتراسیون مندجین است (7٪) وجود رگه‌های سیلیسی در این منطقه نیز شاهد زون آلتراسیونی سیلیسی است. مشابه مناطق قبلی (غیر از مندجین) کاهش شدیدی در مقادیر CaO ، Na_2O ، MgO و P_2O_5 نمونه‌های آلتیره شده مشاهده می‌شود که این امر ناشی از لیچینگ شدید سنگ‌های آلتیره در طی فرایند دگرسانی است. تغییرات K_2O در سنگ‌ها نامنظم به نظر می‌رسد.

مقدار مس در این منطقه غیر از دو نمونه در بقیه موارد روند کاهشی دارد و مولیبدن نیز مشابه



ادامه نمودار 5-19

آلتراسیونهای مناطق قبلی روند نزولی دارد. مقدار **Pb** در همه زونها دارای افزایش قابل ملاحظه‌ای است (مشابه منطقه کجل) و مقدار روی نیز بر طبق آلتراسیونهای قبلی روند کاهشی را در نمونه‌های آلتره شده نسبت به نمونه‌های سالم نشان می‌دهد. رفتار **Rb** مطابق معمول مشابه رفتار K_2O در مناطق آلتراسیونی است. استرانسیوم و باریم نیز در حالت کلی کاهشی را نسبت به میانگین خود در سنگ‌های غیر دگرسان شده نشان می‌دهند. افزایش مقدار گوگرد در این محدوده آلتراسیونی به مراتب شدیدتر از مناطق سه گانه قبلی (کجل، مندجین، گاو-کمر) می‌باشد. مقدار افزایش متوسط گوگرد در نمونه‌های آلتره شده منطقه کجل 11000ppm ، منطقه مندجین 6000ppm و منطقه گاو-کمر 15000ppm بوده است، در حالی که این افزایش در محدوده آلتراسیونی نیمه هیل به 36000ppm (3%/6) می‌رسد. این امر نشانگر پیریتیزاسیون بسیار شدید در زون آلتراسیونی این ناحیه است. گستردگی زون آلونیتی در این ناحیه نیز تایید کننده همین نکته می‌باشد. بیشترین افزایش گوگرد در زونهای

سریسیتیک و آرژیلیک پیشرفته بوده است. روند افزایش کاملاً مشخصی در مقدار فلوتور (F) سنگ‌های آلتزه شده این ناحیه به چشم می‌خورد که این مقدار افزایش قابل مقایسه با محدوده کجل و کمتر از محدوده گاو-کمر می‌باشد. مقدار کلر (Cl) نیز در این محدوده آلتراسیونی به طبع از مقدار فلوتور روند افزایشی را نشان می‌دهد و این مقدار افزایش (حدود 45pmm) بیشتر از افزایش کلر در آلتراسیون گاو-کمر (حدود 35pmm) می‌باشد. جهت مقایسه افزایش و کاهش عناصر P,S,CL,F در 5 منطقه آلتراسیونی مقدار متوسط این عناصر در نمودار شماره 5-23 آورده شده است. همان گونه که مشاهده می‌شود در مورد عنصر فسفر روند افزایشی و کاهش‌ی مشخصی ملاحظه نمی‌شود. مقادیر گوگرد از طرف آلتراسیونهای نیمه هیل و گاو-کمر به طرفین کاهش می‌یابد و اوج پیریتیزاسیون در این دو منطقه می‌باشد. هم چنین مقدار فلوتور از طرف آلتراسیون گاو-کمر به طرفین کاهش می‌یابد و این مسئله نشانگر فلوتور زایی زیاد در منطقه گاو-کمر است. آلتراسیونهای جنوب شرقی منطقه از آلتراسیونهای شمال غربی آن به جهت داشتن فلوتور غنی‌تر هستند. روند مشخصی در تغییرات مقادیر کلر در این مناطق ملاحظه نشد.

5-3-3-5- محدوده آلتراسیون جیزوان:

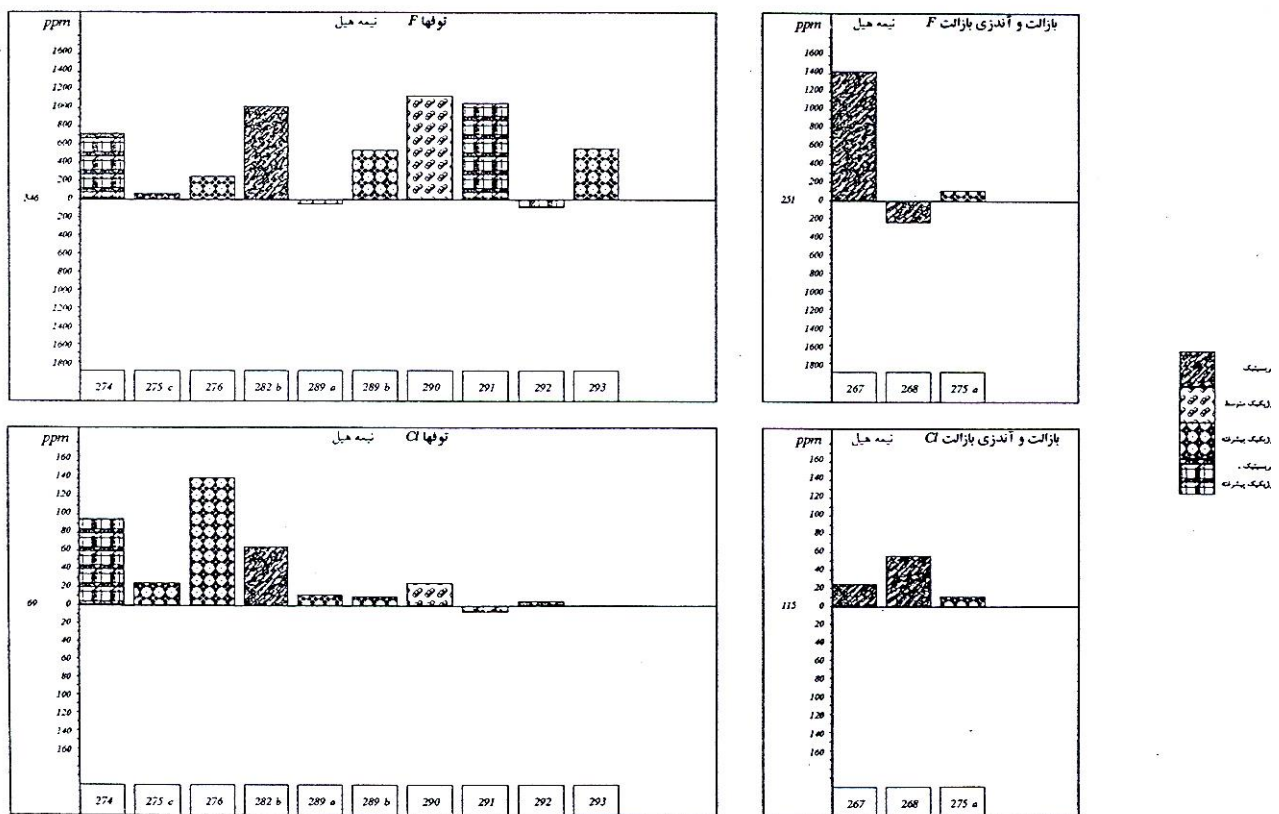
این محدوده آلتراسیون هیدروترمالی که به عنوان پنجمین منطقه آلتراسیونی شناخته می‌شود با وسعت تقریبی 12 کیلومتر مربع در جنوبی‌ترین ناحیه منطقه مورد مطالعه، در کنار روستای جیزوان قرار گرفته است (نقشه 2-4) رودخانه قزل اوزن و رشت آباد نیز این محدوده آلتراسیونی را قطع کرده‌اند (عکس شماره 5-20) زون آلتراسیونی کلریتی، سریسیتیک-آرژیلیک ضعیف، آرژیلیک متوسط، آرژیلیک پیشرفته و آلونیتی در این منطقه مشاهده می‌شود.

نمودار (5-24 و 5-25) نشانگر مقادیر عناصر (Isocon) در توفها و بازالت‌های منطقه جیزوان می‌باشد. بر

طبق نمودار (5-24) شیب ایزوکن در سنگ‌های توفیتی این محدوده حدود 93/5٪ است که معادل 6/5٪ افزایش

حجم در این سنگها می باشد. در نمودار (5-25) مقدار شیب ایزوکن برای سنگهای بازالتی و آندزی بازالتی حدود 95٪ است که افزایش حجم 5٪ را در این سنگها در اثر عمل آلتراسیون هیدروترمالی نشان می دهد. این مقدار افزایش حجم بیشتر از تمام محدوده های دیگر آلتراسیونی این ناحیه است و می تواند شدت و وسعت آرژیلی شدن در این ناحیه را نشان دهد.

در نمودار (5-26) رفتار اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر فرعی در طی آلتراسیون هیدروترمالی در توفها و بازالت های ناحیه جیزوان نشان داده شده است. افزایش سیلیس در نمونه های آلترا شده این منطقه نیز کاملاً مشهود است. مقدار این افزایش (حدود 11٪) بیشتر از محدوده مندجین و کمتر از مناطق نیمه هیل



ادامه نمودار 5-22

کجیل و گاو-کمر می‌باشد. کاهش شدید در مقادیر P_2O_5, Na_2O, MgO, CaO نمونه‌های آلتیره شده این

منطقه ملاحظه می‌شود که نشانگر لیچینگ شدید این کاتیونها در متن این سنگ‌ها است. مقدار K_2O فقط در زون

سرسیستیک یا سرسیستیک-آرژیلیک پیشرفته افزایش و در بقیه موارد کاهش شدیدی نشان می‌دهد.

مقدار مس در بیشتر نمونه‌های آلتیره شده افزایش یافته است ولی این افزایش قابل ملاحظه نیست. در یک

نمونه توف و در یک نمونه بازالت آلتیره افزایش شدیدی از مولیدن مشاهده می‌شود و این ممکن است به دلیل

خطای اندازه‌گیری بوده باشد. رفتار سرب در این محدوده نیز مشابه رفتار آن در محدوده‌های کجیل، نیمه هیل و

گاو-کمر است که افزایش یکنواختی در مقدار آن در نمونه‌های آلتیره شده دیده می‌شود. هم چنین کاهش مقدار

روی در نمونه‌های آلتیره شده مشابه محدوده‌های آلتراسیونی قبلی است. رفتار روبیدیم طبق معمول از رفتار K_2O

پیروی نموده است. تغییرات باریم روند مشخصی در نمونه‌ها نشان نمی‌دهد و گاهی به صورت کاهش و گاهی به

صورت افزایشی است. رفتار استرانسیوم در این محدوده بر خلاف مناطق قبلی به صورت کم شدن نبوده بلکه در

بیشتر نمونه‌ها با افزایش آن همراه بوده است. هرچند افزایش مقدار گوگرد در توفها و بازالت‌های آلتیره شده این

محدوده مشخص است ولی مقدار این افزایش (به طور متوسط 7000ppm)



عکس شماره 5-20- آلتراسیون گسترده روستای جیزوان در مسیر روستای حبش به جیزوان

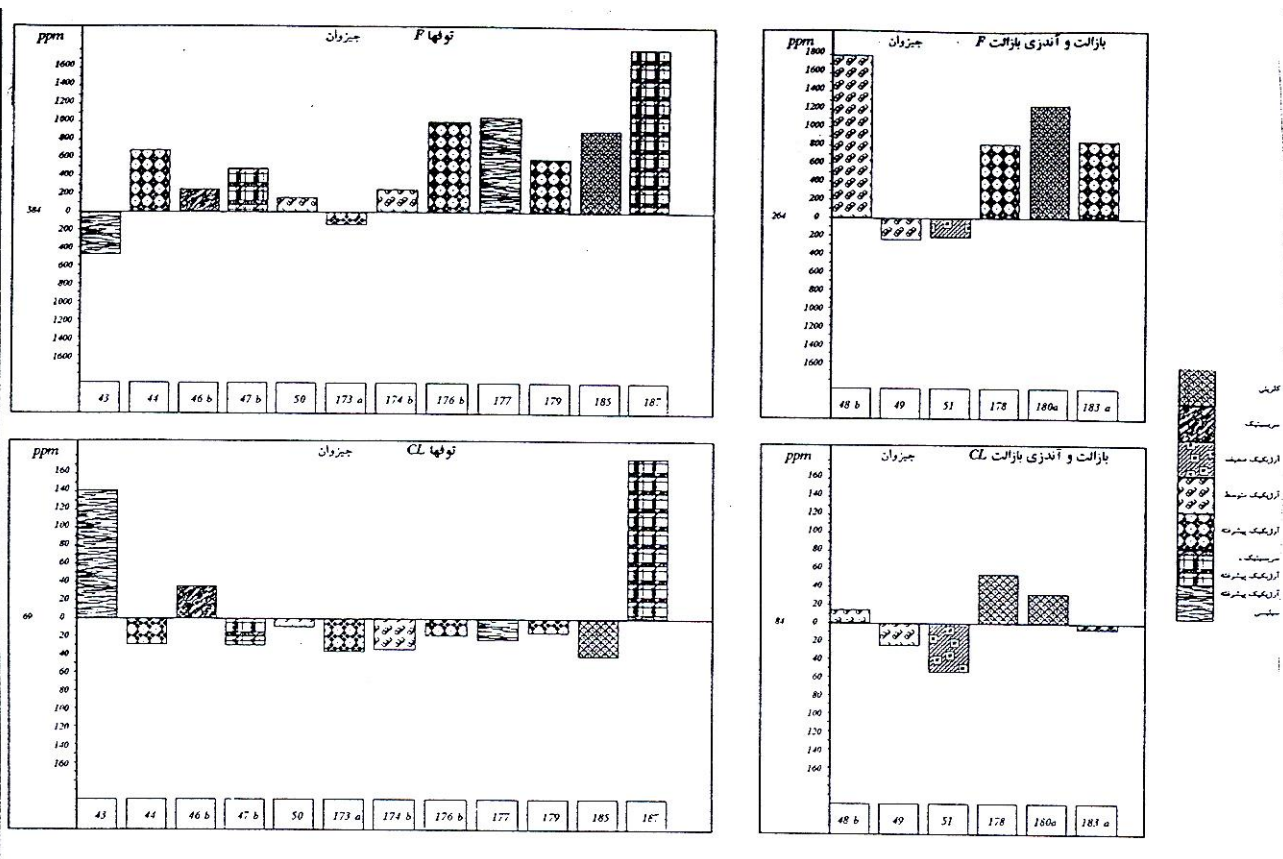
در منتهی الیه سمت راست عکس دره روخانه قزل اوزن مشاهده می‌شود. دید به طرف شمال شرق است.

کاملاً کمتر از مناطق کجل، گاو- کمر و نیمه هیل بوده و کمی بیشتر از منطقه مندجین است. از ویژگی‌های این منطقه آلتراسیونی افزایش مقدار فلوتور در نمونه‌های آلتزه شده می‌باشد، به طوری که در نقشه آلتراسیون سطحی، زون سریسیتیک- گرایزن نیز در این ناحیه مشخص شده است. آثار تورمالینزاسیون در سنگ‌های منطقه روستای گلچین که در 5 کیلومتری جنوب غرب این ناحیه قرار دارد، به وضوح مشخص است مقدار میانگین کلر در نمونه‌های آلتزه این ناحیه در حدود 35pmm افزایش را نشان می‌دهد، هر چند که از نظر تعداد، در بیشتر نمونه‌ها کاهش جزئی کلر مشاهده می‌گردد. این مقدار افزایش مشابه افزایش کلر در مناطق نیمه هیل و گاو- کمر می‌باشد.

4-5- موقعیت توده‌های کانی‌سازی شده در محدوده‌های آلتراسیون

هیدروترمالی براساس عناصر فوق کانساری و تحت کانساری

هر کانی‌سازی در اطراف خود باعث تغییراتی در مقدار زمینه عناصر کانی‌سازی شده می‌گردد به طوری که با فاصله یافتن از مرکز کانسار از مقدار عناصر کانی‌سازی شده کاسته شده تا در نهایت مقادیر این عناصر به مقدار کلارک آنها برسد استفاده از هاله‌های اولیه از ابزار مهم ژئوشیمی اکتشافی در کشف کانسارهای پنهان می‌باشد. پراکندگی عناصر در توده‌های کانی‌ساز که به ساخت منطقه‌ای (Zonning) معروف است دارای نظم مشخصی است که از خصوصیات فیزیکوشیمیایی عناصر تبعیت می‌کند. تغییرات عناصر می‌تواند در ارتباط با عمق، درجه حرارت، بخش زیرین کانی‌سازی و بخش فوقانی آن باشد. ژئوشیمیستهای مثل گریگوریان و اوچنیکوف براساس مطالعه بیش از 300 کانسار گرمابی سولفیدی منطقه بندی زیر را برای عناصر مختلف از بخش زیرین (حرارت بیشتر) به طرف بالا (حرارت کمتر) پیشنهاد نموده‌اند.



ادامه نمودار 5-26

$W_{(1)} - Be - As_{(1)} - S_{(1)} - Au_{(7)} - U - Mo - Co - Ni - Bi - W_{(2)} - Au_{(2)} - Cu_{(1)} - Zn - Pb - Sn_{(2)}$

اندیس‌های 1، 2، 3 نشانگر پیدایش این عناصر در فازها و حرارت‌های مختلف است مثلاً $Sn_{(1)}$ نشانگر

کانی کاسیتریست و $Sn_{(2)}$ نشانگر کانی استانتیت ($Cu_2FeSnSu$) و یا $As_{(1)}$ نشانگر ارسنوپیریت و $As_{(2)}$ نشانگر اورپیمان می‌باشد.

پراکندگی عناصر در بخش زیرین و فوقانی کانسارها نیز تابع قوانین خاصی است و با توجه به مقدار

متوسط پراکندگی عناصر در مناطق آلتراسیون هیدروترمالی می‌توان استنباط نمود که سطح فرسایش فعلی در بالای

توده کانی سازی قرار دارد و یا این که فرسایش کانی سازی احتمالی را از بین برده و سطح فرسایش فعلی در زیر

توده فرسایش یافته قرار دارد.

گریگوریان (1985) برای نشان دادن موقعیت سطح فرسایش نسبت به کانی‌سازی‌های سرب، روی و مس

از نسبت $V = \frac{Ag.Pb.Zn}{Cu.Bi(Ni),Co}$ استفاده نمود. عناصر قرار گرفته در صورت، در بخش‌های فوقانی کانساری دارای

پراکندگی بیشتری هستند و عناصری مثل **Ni** و **Co** در بخش‌های زیرین کانسار دارای مقادیر زیادتری هستند. در

این بخش به همین رابطه استناد شده و فقط به دلیل در اختیار نبودن مقادیر **Bi** در این منطقه به جای آن از مقدار

Ni استفاده شده است در صورتی که **V** در این رابطه بیشتر از یک باشد سطح فرسایش فعلی در بالای توده کانی-

سازی قرار دارد و در صورتی که مقدار **V** کمتر از یک باشد، همین سطح فرسایش فعلی در زیر کانی‌سازی

احتمالی قرار گرفته و به عبارت دیگر فرسایش کانی‌سازی را از بین برده است.

برای تمام نمونه‌های آنالیز شده از مناطق پنجگانه آلتراسیون هیدروترمالی رابطه فوق محاسبه گردید که

نتایج جالب توجهی به دست آمد.

از محدوده آلتراسیونی کجل 17 نمونه آنالیز شده مورد محاسبه قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول

(5-1) آورده شده است.

شماره نمونه	134	135	136	141B	142	143	145	146B	147
مقدار V	2.8	0.3	0.5	15	0.6	8.1	3.4	8.3	3.5
شماره نمونه	148	149	150	151	198	299	300	301B	
مقدار V	1.4	10.1	1.2	0.9	1.2	0.8	1.0	0.6	

جدول شماره 5-1- نتایج حاصل از محاسبه مقدار V برای 17 نمونه از منطقه آلتراسیونی کجل

از مجموع 17 نمونه بررسی شده مقدار V در 6 نمونه زیر یک و در 11 نمونه بالای یک می‌باشد ولی

مقدار متوسط V در این محل برابر 3.5 می‌باشد که نشانگر بالا بودن سطح فرسایش نسبت به کانی‌سازی احتمالی

در این نقطه است. این مساله با نقشه آلتراسیون سطحی تهیه شده از این منطقه مطابقت دارد به طوری که زون

آلتراسیون سریسیتیک که انتظار می‌رود کانی‌سازی مس و طلا و در زیر آن باشد بندرت خود را در این منطقه نشان داده است.

از منطقه آلتراسیونی مندجین 36 نمونه آنالیز شده مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول 5-2 آورده شده است.

از مجموع 36 نمونه بررسی شده مقدار V در 26 نمونه بالای یک و در 10 نمونه زیر یک بوده است ولی متاسفانه مقدار V برابر 1/9 می‌باشد که نشانگر بالا بودن سطح فرسایش نسبت به کانی‌سازی احتمالی در این منطقه است. این عدد توسط نقشه آلتراسیون تهیه شده از این منطقه تایید می‌گردد.

شماره نمونه	15	23	25	28a	30b	31c	32c	75a	75b	79	80	81b	81c
مقدار v	2.3	3.2	1.0	0.8	1.3	0.8	2.5	0.9	1.1	3.4	1.6	1.9	3.6
شماره نمونه	88	89	91	93b	94a	95a	96	97b	98	99	101	104a	105
مقدار v	2.8	0.5	0.6	2.3	1.2	11.0	1.5	2.5	2.3	0.8	1.5	0.4	0.9
شماره نمونه	106	107	107c	109b	110	229	230	231	234	239b			
مقدار v	1.7	0.3	1.3	1.7	3.4	2.2	4.3	1.1	0.3	1.5			

جدول شماره 5-2- نتایج حاصل از محاسبه مقدار V برای 36 نمونه از منطقه آلتراسیونی مندجین

16 نمونه از منطقه آلتراسیونی گاو- کمر مورد بررسی و محاسبه قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول

شماره 5-3 آورده شده است.

شماره	35c	243	242b	245	245b	247	248b	250	253	255	275b
-------	-----	-----	------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

نمونه											
مقدار v	2.1	0.8	2.9	1.0	3.0	0.3	8.1	1.8	1.0	1.9	1.1
شماره نمونه	259	262	263	264	266						
مقدار v	0.5	0.3	1.5	1.6	0.6						

جدول شماره 3-5- نتایج حاصل از محاسبه مقدار v برای 16 نمونه از منطقه آلتراسیونی گاو-کمر

از 16 نمونه بررسی شده 5 نمونه دارای v کمتر از یک و 11 نمونه دارای v بزرگتر از یک هستند. مقدار

متوسط v در این محدوده برابر 1.7 می باشد که نشانگر بالا بودن سطح فرسایش فعلی نسبت به موقعیت کنایی

سازی احتمالی در این نقطه است.

از منطقه آلتراسیونی روستای نیمه هیل نیز 14 نمونه آنالیز شده مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل

در جدول 4-5 نشان داده شده است.

شماره نمونه	267	268	274	275a	275c	276	279	282b	289a	289b
مقدار V	1.0	2.2	0.3	1.4	1.5	1.5	0.1	0.9	14.2	1.8
شماره نمونه	290	291	292	293						
مقدار V	0.7	3.9	1.5	1.2						

جدول شماره 4-5- نتایج حاصل از محاسبه مقدار V برای 14 نمونه از منطقه آلتراسیونی نیمه هیل

از مجموع 14 نمونه بررسی شده 4 نمونه دارای مقدار V کمتر از یک و 10 نمونه دارای مقدار V بیشتر

از یک است. مقدار متوسط V در این محدوده تقریباً برابر 2 است. که نشانگر بالا بودن فرسایش فعلی نسبت به

کنایی احتمالی است.

از منطقه آلتراسیون جیزوان 26 نمونه آنالیز شده مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل در جدول 5-5

نشان داده شده است.

سه نمونه از مجموع 26 نمونه بررسی شده از این منطقه دارای V کمتر از یک و 23 نمونه دارای V

بزرگتر از یک می باشد. مقدار متوسط V در این نقطه برابر 2 می باشد. و نشانگر آن است که سطح فرسایش فعلی

بالاتر از کانی سازی احتمالی در منطقه است.

شماره نمونه	43	44	45a	45c	46b	47b	48b	49b	50	51b
مقدار V	1.1	2.9	3.0	0.9	2.4	2.9	1.7	2.7	2.0	1.1
شماره نمونه	52	172	173	174b	176b	177	178	179	180	180b
مقدار V	2.1	0.1	1.3	1.2	1.3	1.4	1.8	1.8	3.0	2.1
شماره نمونه	183	185	187	188	215	227b				
مقدار V	0.8	4.9	1.7	2.7	4.5	1.1				

جدول شماره 5-5- نتایج حاصل از محاسبه مقدار V برای 26 نمونه از منطقه آلتراسیونی جیزوان

از مقایسه اعداد به دست آمده برای 5 محدوده آلتراسیونی نکته جالب توجهی به دست می آید. مقدار V

برای 5 محدوده آلتراسیون کجل، مندجین، گاو-کمر، نیمه هیل و جیزوان به ترتیب برابر $1/9-1/7-1/9-3/5$ و 2

می باشد. با توجه به این نکته که هر چقدر مقدار V نزدیکتر به یک یا کمتر از آن باشد نشانگر نزدیکی سطح

فرسایش به کانی سازی احتمالی است لذا می توان گفت که در مناطق مندجین و به ویژه گاو-کمر سطح فرسایش

در نزدیکترین فاصله نسبت به توده احتمالی کانی سازی قرار دارد. این دو محل براساس شواهد دیگر نیز که در این

رساله به آنها اشاره شده بهترین محل هایی هستند که برای حفاری احتمالی پس از تایید ژئوفیزیک پیشنهاد می-

گردند. منطقه مندجین تنها منطقه‌ای است که آپوفیزهایی از توده‌های نفوذی عامل آلتراسیون در آنجا مشاهده شده و گسترش زون آلتراسیونی سریستیک نیز در آنجا زیاد است.

منطقه گاو-کمر نیز تنها نقطه‌ای است که مقادیر بالای تنگستن در آنلیزها مشاهده شده و زون گرایزنی در آنجا تشخیص داده شده است این دو مساله نشانگر نزدیکی سطح فرسایش به سطح کانی سازی احتمالی در منطقه است که با شواهد به دست آمده از محاسبات عناصر فوق کانساری و تحت کانساری مطابقت کامل را دارد.

5-5- نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

براساس بررسی‌های کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی زونهای آلتراسیون هیدروترمالی نتایج زیر در مورد این آلتراسیونها خاص شده است.

1- توفهای سازند کرج، گدازه‌های بازالتی و بازالت آندزیتی ائوسن، گدازه‌های تراکیتی و تراکی داسیتی الیگوسن و توده‌های کوارتزمونزونیتی به ترتیب دارای بیشترین حجم در مناطق آلتراسیونی می‌باشند.

2- آلتراسیونهای مناطق پنج‌گانه براساس شواهد پتروگرافی و XRD شامل زون سریستیک، آرژیلیک پیشرفته، متوسط، ضعیف، پروپلتیک-کلریتی، ژئولیتی، سیلیسی، گرایزن و آلونیتی است.

3- زونهای آلتراسیونی سریستیک، آرژیلیک پیشرفته، متوسط، ضعیف، کلریتی و آلونیتی در تمام مناطق پنج‌گانه مشاهده می‌شود و زونهای سیلیسی، گرایزن، و ژئولیتی فقط در برخی مناطق دیده می‌شود.

4- زونهای آلتراسیون سریستیک اغلب در پایین‌ترین نقاط ارتفاعی محدوده‌های آلتراسیونی و تقریباً در بخش‌های میانی آنها مشاهده می‌شود.

5- در زونهای آلتراسیونی آرژیلیک پیشرفته معادن فعال کائولن مثل کجل وجود دارد.

6- گسترش زونهای آلتراسیون سیلیسی و آلونیتی خیلی محدود است و آلونیت اصلی در این منطقه کانی

اپسومیت ($MgSq7H_2O$) می‌باشد. (مناطق جیزوان، نیمه هیل و گاو-کمر می‌باشد).

7- آلتراسیون گرایزنی در مناطق گاو- کمر، جیزوان و نیمه هیل مشاهده می‌شود و با پارائنز تورمالین، آپاتیت و کوارتز شناخته می‌شود.

8- نمونه‌هایی که در مطالعات پتروگرافی به عنوان نمونه آلتره مورد بررسی قرار گرفته، به وسیله

نمودارهایی مثل نسبت $\frac{K_2O}{Rb}$, $\frac{Ba}{Sr}$ و... تایید می‌شود.

9- نامگذاری زونهای آلتراسیونی بر اساس مطالعات پتروگرافی برای نمونه‌های مختلف با نمودارهایی مثل

AFM و نسبت $\frac{\%K}{\%Na}$ تایید می‌گردد.

10- مقدار افزایش حجم سنگ‌های توفیتی براساس نمودار Grant پس از تحمل آلتراسیون هیدروترمالی

در حدود 4 تا 6/5٪ و سنگهای بازالتی در حدود 3 تا 5٪ بوده است. کمترین افزایش حجم در منطقه مندجین (3%/5) و بیشترین افزایش حجم در منطقه جیزوان (6/5٪) بوده است.

11- در زونهای آرژیلیک پیشرفته، در تمام مناطق لیچینگ بسیار شدید عناصری مثل Ca و Mg و Na

گاهی k مشاهده می‌شود، فقط در مورد آلتراسیون مندجین آثار متاسوماتیسم ضعیف سدیم دیده می‌شود.

12- افزایش مقدار سیلیس و گوگرد در تمام آلتراسیونها بسیار شدید است. گسترش ضعیف زون آرژیلیک

پیشرفته در منطقه مندجین به دلیل PH نسبتاً بالای محلول‌های هیدروترمالی و فوگاسیته ضعیف گوگرد در این منطقه است.

13- هر چند در زونهای آلتراسیونی به ویژه زون آرژیلیک متوسط، افزایش جزئی سرب و مس در نمونه-

ها مشاهده می‌شود ولی این افزایش چشمگیر و قابل اهمیت نیست.

14- مقدار روی و مولیبدن در بیشتر نمونه‌ها و در تمام محدوده‌های آلتراسیونی روند کاهش نشان می-

دهد.

15- رفتار ژئوشیمیایی **Rb** در زونهای آلتراسیونی بسیار شبیه رفتار K_2O می باشد.

16- غیر از آلتراسیون مندجین در بقیه محدوده های آلتراسیونی مقدار کلر افزایش کمی را نسبت به سنگ-

های غیر آتره شدن نشان می دهد.

17- از نظر زوناسیون و نظم قرار گیری زونهای آلتراسیونی شباهتهایی بین محدوده های مطالعه شده با

آلتراسیونهای طلای پورفیری مشاهده می شود.

18- محدوده آلتراسیونی مندجین در بین 5 محدوده آلتراسیونی دارای ویژگی های متفاوتی از بقیه

محدوده ها مطالعه شده دارد.

19- اوج تشکیل فلوتور در منطقه گاو- کمر می باشد و در حالت کلی محدوده های آلتراسیونی جنوب

شرقی دارای فلوتور بیشتری از مناطق شمال غربی هستند.

20- محاسبات مربوط به عناصر فوق کانساری و تحت کانساری مشخص نمود که در تمام مناطق

آلتراسیونی، سطح فرسایش کنونی در بالای کانی سازی های احتمالی قرار دارد.

21- با توجه به کلیه شواهد آلتراسیونی اعم از مقادیر عناصر، شکل آلتراسیونها، زونهای مختلف

آلتراسیونی و می توان گفت که بهترین محدوده های آلتراسیونی برای ادامه مطالعات اکتشافی از نظر کانی سازی

آلتراسیون گاو- کمر می باشد.

Refernces

1- Barnes, H.L. (1979) *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd Edition, Wiley, 798 p.

2- Bean, R. (1982) "Hydrothermal alteration in silicate rocks," *advance in geology of porphyry copper deposits* the university of Arizona press Arizona

3-benning , L.G. & seaward, T.M (1996) hydrosulphide complexing of Au (I) in hydrothermal solution from 150-400°C and 200-1500 bar, *Geochimica et cosmochimica Acta*, vol 60,No.11, pp:1849-1971

4- cathelineau, M (1986) the hydrothermal alkali metasomatism effect on granitic rocks Quartz dissolution and related subsolidus changes, *J:petrol*, vol 24,pp:945-956

5-dilles, J.H & einaudi, M.T (1992) "wall rock alteration and hydrothermal flow path about the Ann-mason porphyry copper deposit, nevada" *Econhe* vol 87,pp:1963-2001

6- karimpour , M.H (1982) petrology, geochemistry and genesis of the A.D porphyry copper complex in jakson countries, North western colorado PH.D thesis, univ colorado, U.S.A 250 P

7- maclean , W.H & Hoy, L.D. (1991) Geochemistry of hydrothermal altered rocks at the hom min , *noranda Quebec Econ Geol*, V86 pp:506-528

8-mackenzie, W.S & Guilford, c (1986) atlas of rock forming mineral in thin section , longman, 989 p.

9- machenzie W.S & Donaldson, C.H (1984) atlas of igneous rock and their texture , longman, 184 p.

10- mikuchi, E.J. (1998) hydrothermal transport and depositional process in Archean lode-gold system:A review, *ore Geolgy revies* No. 13,pp:307-321.

11- Rollinson, H.R (1993) using geochemical data:Evaluation,presentation, Interpretation, John wiley & sons.

12- sada, N.A, A.H. Bouseily & Kkhalil (1996) alteration patterns Umm Rus gold min aren, Egypt, *Acta mineralogica-petrographici szeged* XXXVII, 51-74

13- shahabpour, J. (1982) Aspects of alteration and alteration and mineralization at the Sar- cheshmen Copper – Molibdenum, Iran, Leeds University.

- 14- Shelly, D. (1993) Microscopic study of igneous and metamorphic rocks, Chapman & Hall, 409 p.
- 15- Solovov, A.P. (1987) Geochemical prospecting, Mir pub. Moscow, 287 p.
- 16- Stefanini, B. & W. Jones (1996) Hydrothermal evolution in the Calabona porphyry copper system. (Sardinia Italy) the path to an uneconomic deposit, Econ. Geol., Vol. 91, pp: 774-791
- 17- Teixeira, J.B.G., Kishida, A., Marimon, M.P.C. (1990) The Fezenda Brasileira gold deposit. Bahia: Geology, Hydrothermal alteration and fluid inclusion studies, Econ. Geol. Vol. 85, pp: 990-1009
- 18- Titely, S.R. & Bean, R.E. (1981) " Hydrothermal alteration and mineralization " [in porphyry copper deposits, J, Econ. Geol. Mineralization.
- 19- Yazdi, M. (1997) Gold Mineralization in the granitoid rocks of the Voltus area, Rosmatal Block, Czech Republic. 166p.
- 20- Zuluski, G. & Nesbitt & Muehlenbachs, K. (1994) Hydrothermal Alteration & stable isotope systematic of the Babine porphyry copper deposits. British Columbia" Econ. Geol, Vol. 89. No. 7, pp: 1518-1541

فصل ششم

مینرالوگرافی

در این بخش از رساله، هدف اصلی بررسی کانی شناسی، ساخت و بافت کانه ها و پاراژنز کانی سازی در معادن رگه ای، اندیس های معدنی و کانی سازی های پراکنده داخل محدوده های آلتراسیونی می باشد. در این بخش به صورت مستقل به هر یک از کانی سازیها پرداخته شده و ارتباط آنها با یکدیگر و نتیجه گیری کلی از این کانی سازیها در بخشهای هفتم و نهم صورت گرفته است. در مورد ترمومتری و درجه حرارت تشکیل هر یک از این کانی سازیهای رگه ای در فصل چهارم بحث گردید.

6-1- مطالعه میکروسکوپی مقاطع صیقلی

در قسمت اول این بخش مطالعات میکروسکوپی انجام گرفته بر روی 80 پلاک صیقلی از کانی سازیهای منطقه شرح داده خواهد شد. قسمت دوم این بخش اختصاص به بررسی های مقاطع صیقلی به وسیله دستگاه الکترون مایکروپروپ دارد.

6-1-1- کانی سازی خلف:

کانی سازی خلف در 2200 متری جنوب غرب روستای خلف واقع شده و به صورت رگه ای است (نقشه زمین شناسی 150/000) حداکثر پهنای رگه کانی سازی 50 سانتیمتر و طول رگه حدود 80 متر است. راستای کانی سازی N25E می باشد که به صورت رگه و رگچه ای در شکاف گسلی با همین راستا صورت گرفته است. (عکس شماره 1-6).

5 مقطع صیقلی از این کانی سازی تهیه و مورد مطالعات مینرالوگرافی قرار گرفت. کانیهای اولیه شناخته شده از این محل شامل مگنتیت، کالکوپیریت، بورنیت، گالن، اسفالریت، پیریت و تترائدریت می باشد. به نظر می رسد که دو فاز کانی سازی در این محل وجود داشته باشد. در فاز اول کانی سازی، پیریت (P_1)، کالکوپیریت، بورنیت (عکس شماره 2-6)، اسفالریت، تترائدریت و گالن (Gal) تشکیل شده است. حجم اصلی کانی سازی گالن در این فاز صورت گرفته است. این گالنها به صورت درشت بلور بوده و گاهی در داخل آنها اسفالریت و تترائدریت دیده می شود (عکس شماره 3-6) تشکیل اسفالریت و تترائدریت مقدم بر فاز گالن بوده است. خمیدگی کم در گالنها نشانه فشارهای تکتونیکی پس از کانی سازی در منطقه است.



عکس شماره 6-1- کانی سازی رگه ای سرب خلف در حال اکتشاف. دید به طرف شمال شرق است.

فاز دوم کانی سازی که به صورت ضعیف تری عمل نموده، به صورت کانی سازی مگنتیت، پیریت (P_2) و گالن ریز بلور (Ga_2) می باشد. پیریت های فاز اول و نیز کالکوپیریت به وسیله مگنتیتها در بر گرفته شده است. پیریت فاز دوم (P_2) نسبت به پیریت فاز اول درشت بلورتر بوده و رگه ای می باشد (عکس شماره 6-4) در اثر عملکرد محلولهای هیدروترمالی یا آبهای سطحی کانیهای ثانویه مثل هماتیت، گوتیت، کالکوزین، کولین (عکس شماره 6-2) دیژنیت، مالاکیت، و آزوریت تشکیل شده است. در نمودار (6-1) سیر تسلسل کانی سازی در این محل نشان داده شده است.

2-1-6- کانی سازی شاه علی بیگلو و ابابین:

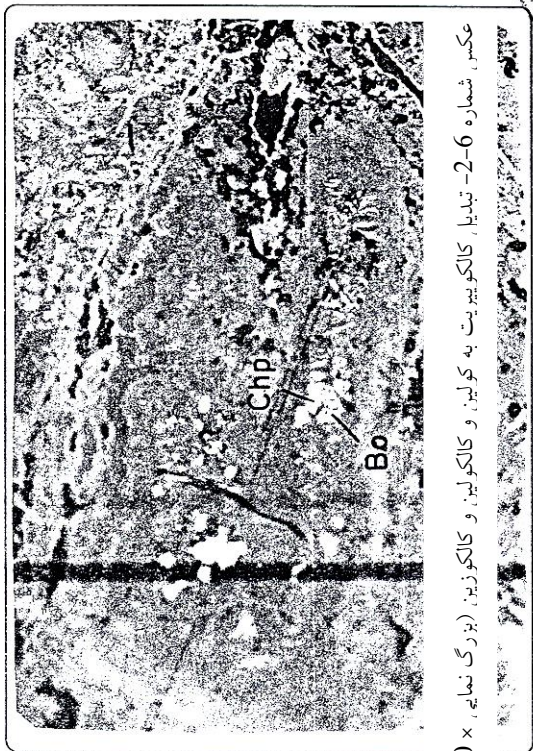
معدن شاه علی بیگلو و ابابین (اوزن دره) در 700 متری شمال روستای شاه علی بیگلو و 2000 متری جنوب شرق روستای ابابین قرار دارد (نقشه زمین شناسی 1:50/000) گسلی با راستای شمال شرقی وجود دارد که جنوب غربی در محل کانی سازی مشاهده می شود. دو سیستم درز با راستای کانی سازی بیشتر در سیستم درزهای اولی صورت گرفته است رگچه های متعدد سیلیسی در محل قابل مشاهده است که حداقل دو نوع رگچه از نظر سنی قابل شناسایی است. کانی سازی اصلی در ارتباط با رگچه های جوان تر (درشت بلور) که رگه های اولیه را قطع کرده تشکیل سبز ائوسن (E^{t1}) و گدازه های اوزیت بازالت (E^{ab}) شده است. کانی سازی در داخل توفهای ماسه ای صورت گرفته است.

5 مقطع صیقلی از کانسنگهای این معدن تهیه شده (نمونه های شماره قرار گرفت. 114) و مورد مطالعات مینرالوگرافی براساس این مطالعات، کانیهای ارسنوپیریت، پیریت، مگنتیت، کالکوپیریت، بورنیت، گالن، اسفالریت و

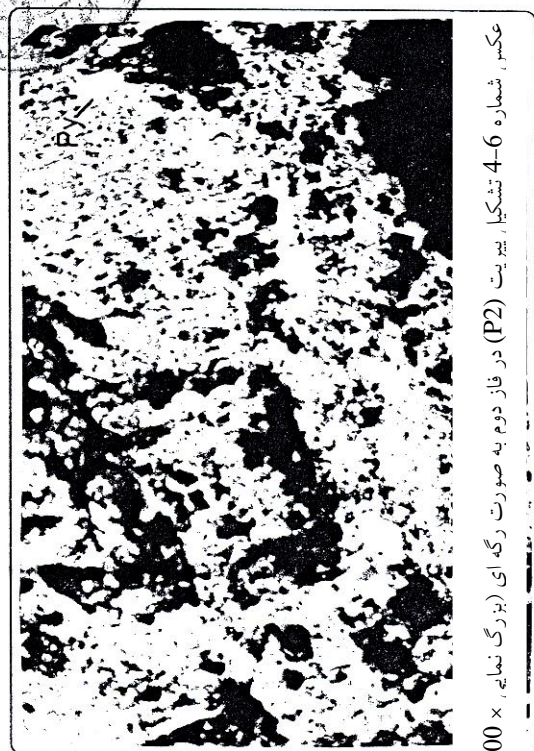
تتراوندريت شناسايي شد. در مطالعات ميكروپروپ نيز كانپهاي شنلئت، و لفراميت شناخته شد كه در ادامه همين فصل توضيح داده خواهد شد.

كانپها	اوليه		ثانويه
	فاز اول	فاز دوم	
پيرت (1)	_____		
كالكوپيرت	_____		
بورنيت	_____		
اسفالريت	_____		
تتراوندريت	_____		
گالن (1)	_____		
مگنتيت		_____	
پيرت (2)		_____	
گالن (2)		_____	
هماتيت			_____
گوتيت			_____
ليمونيت			_____
ديژنيت			_____
كالكوزين			_____
كولين			_____
مالاكيٲ			_____
آزوريت			_____

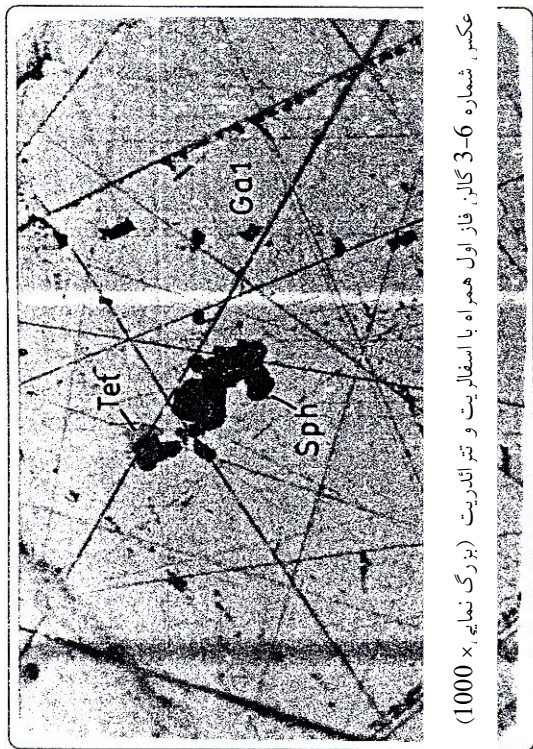
نمودار 1-6 سير تسلسل كانى سازى در معدن خلف



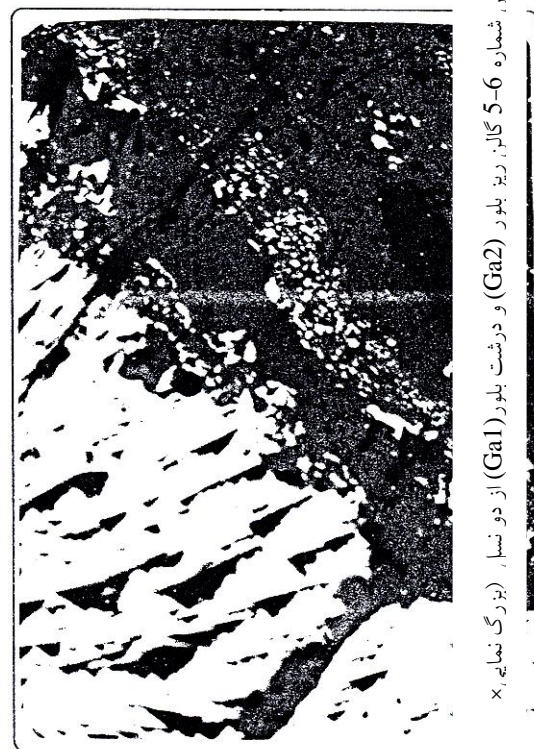
عکس، شماره 2-6- تندیا، کالکوپیریت به کولین، و کالکولین، و کالکوزین، (بزرگ نمایه، 200 x)



عکس، شماره 4-6 تشکیا، پیریت (P2) در فاز دوم به صورت رگه ای (بزرگ نمایه، 2200 x)



عکس، شماره 3-6 گال، فاز اول همراه با اسفالریت و تتر اندریت (بزرگ نمایه، 1000 x)



عکس، شماره 5-6 ریز بلور (Ga2) و درشت بلور (Ga1) از دو نسل، (بزرگ نمایه، x)

اطلاعات بدست آمده از مطالعات مینرالوگرافی دو فاز کانی سازی را در این محل نشان می دهد. فاز اول که کانی سازی اصلی محسوب نمی شود شامل تشکیل پیریت، اسفالریت، تتراندريت و گالن است. فاز دوم که شامل کانی سازی مگنتیت، ارسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، اسفالریت، تتراندريت و گالن است، فاز اصلی کانی محسوب می شود. فاز اول با تبلور پیریت اتومورف و هیپ ایدیومورف درشت بلور شروع و به وسیله گالن فاز اول (Ga1) در بر گرفته می شود (عکس 6-6) تقدم تبلور پیریت های درشت بلور بر مگنتیت و کالکوپیریت به ویژه در محل تماس آنها مشخص تر است (عکس 6-7 و 6-8) پیریت های اتومورف در داخل کالکوپیریت نیز مشاهده می شود و گاهی این پیریتها به وسیله پیریت های ریز بلور فاز دوم کانی سازی احاطه می شوند. گالن به مقدار کم همراه با اسفالریت و تتراندريت (عکس 6-6) در این فاز تشکیل شده است. این گالنها به وسیله مگنتیت و کالکوپیریت فاز دوم کانی سازی در بر گرفته می شوند (عکس 6-8).

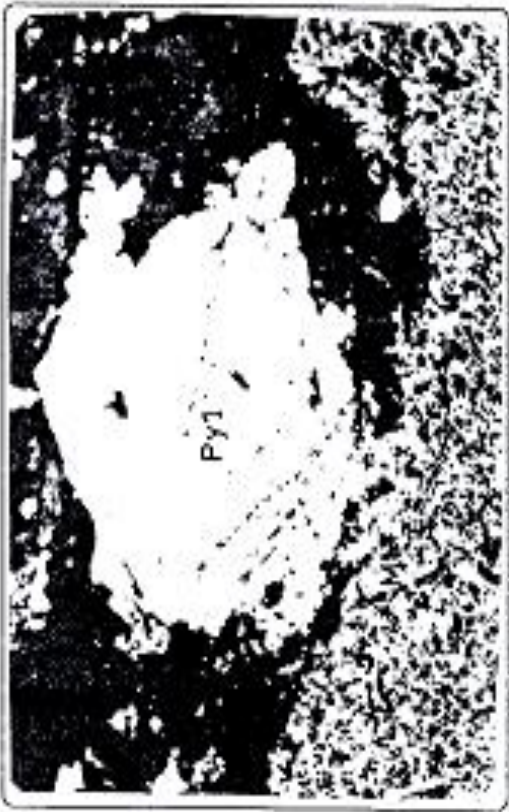
کانی سازی اصلی معدن شاه علی بیگلو که به صورت گالن و اسفالریت می باشد در فاز دوم صورت گرفته است. این فاز کانی ساز با تبلور مگنتیت اتومورف و هیپ ایدیومورف شروع می شود (عکس 6-9) این مگنتیتها به وسیله گالن فاز دوم (Ga2) احاطه شده و همراه با پیریت حالت برشی نشان می دهد. ارسنوپیریت فاز پس از مگنتیت می باشد که به صورت بلورهای اتومورف لوزی تشکیل رشد کرده است. پیریت فاز دو (P_2) که به صورت ریز بلور و پراکنده در متن کانسنگ است پس از مگنتیت و ارسنوپیریت ریزبلور در داخل مگنتیت، کالکوپیریت و بورنیت است (عکس 6-10) دلیل این امر وجود رگچه هایی از پیریت ریزبلور در داخل مگنتیت، کالکوپیریت و بورنیت است (عکس 6-11) کانی سازی مس به مقدار اندک به صورت کالکوپیریت و بورنیت در این محل دیده می شود. این کانیها اغلب به صورت ایدیومورف تشکیل شده اند (عکس 6-11) کانی سازی اصلی گالن و اسفالریت پس از کانی سازی کالکوپیریت و بورنیت صورت گرفته است. این گالنها نیز در درون خود دارای تتراندريت می باشند (عکس 6-12) بافت گرافیکی و منحصر به فردی بین گالن (Ga2) و کالکوزین و

اسفالریت - کالکوپیریت مشاهده می شود که نشانگر جدایش این دو کانی در حرارت پایین است (نقطه اوتکتیک در منحنی سولیدوس - لیکوئیدوس) (عکس 6-13) مطالعات میکروپروپ نیز کالکوزین را تأیید نموده است. احتمالاً کانی سازی پراکنده (Dessiminate) شلثیت و ولفرامیت هم در اوایل این فاز صورت گرفته است. در نمودار 6-2 سیر تسلسل کانی سازی در معدن شاه علی بیگلو و ابابین نشان داده شده است.

کانیها	اولیه		ثانویه
	فاز اول	فاز دوم	
پیریت (1)	_____		
اسفالریت (1)	_____		
تتراندريت (1)	_____		
گالن (1)	_____		
مگنتیت		_____	
ارسنوپیریت		_____	
پیریت (2)		_____	

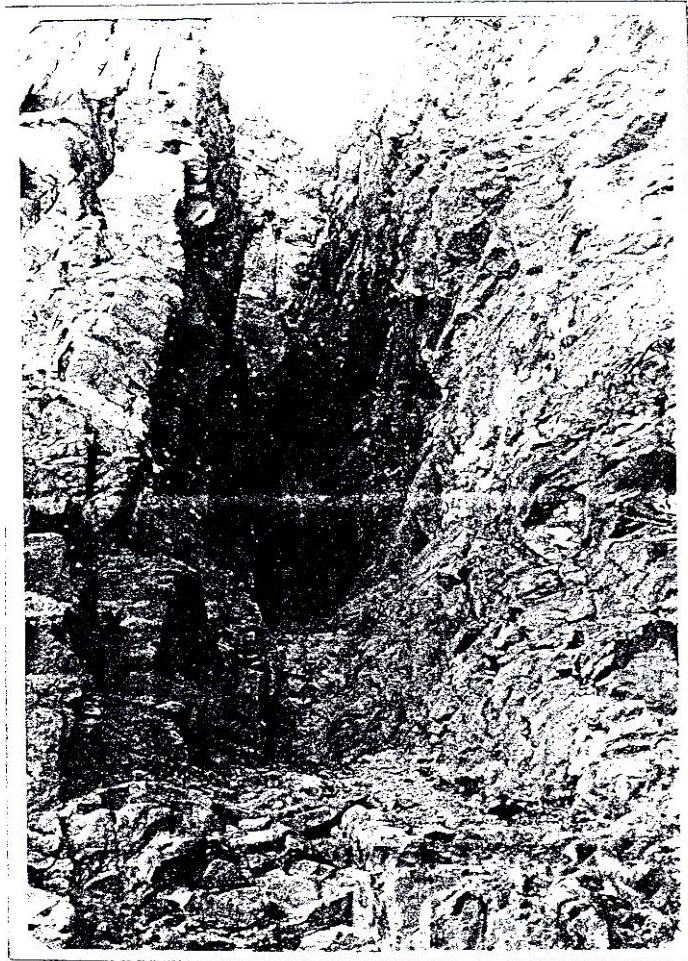
کالکوپیریت	_____	
بورنیت	_____	
اسفالریت (2)	_____	
تتراآندریت (2)	_____	
گالن (2)	_____	
هماتیت		_____
لیمونیت		_____
کالکوزین		_____
کولین		_____
مالاکیت		_____
آزوریت		_____
سروزیت		_____

نمودار 6-2 سیر تسلسل کانی سازی در معدن شاه علی بیگلو- اباپین



3-1-6- کانی سازی سنجده:

معدن سنجده در 500 متری جنوب غرب روستای مترو که سنجده و تقریباً در کنار رودخانه قزل اوزن قرار دارد (نقشه زمین شناسی 1:50000) کانی سازی در داخل توفهای ماسه ای سیلیسی شده همراه با رگچه های کوارتز تشکیل شده است. کانی سازی به صورت رگه ای با راستای N30W صورت گرفته و دره کوچکی با راستای شمالی جنوبی آنرا قطع کرده است. ضخامت رگه کانی سازی 1/5 متر است (عکس شماره 6-14) هاله آلتراسیون هیدروترمالی اطراف رگه حداکثر به 15 متر می رسد. سه تونل دنباله رو برای استخراج مواد معدنی حفره شده است.



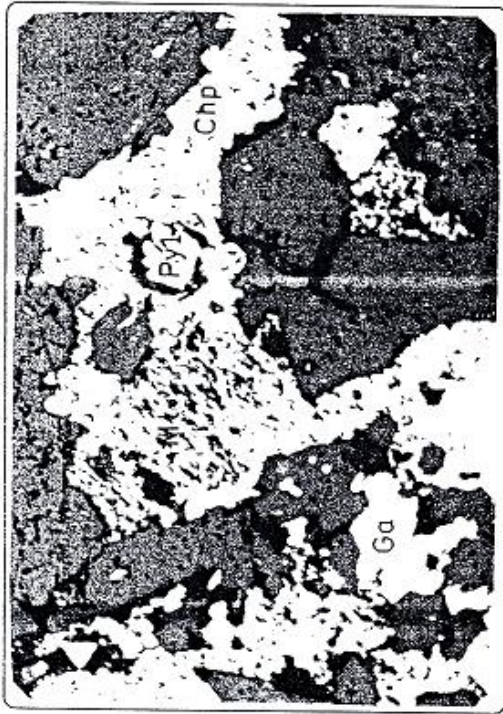
عکس 6-14- رگه کانی سازی و استخراج شدن معدن متروکه سنجده. دید به طرف جنوب

غرب است.

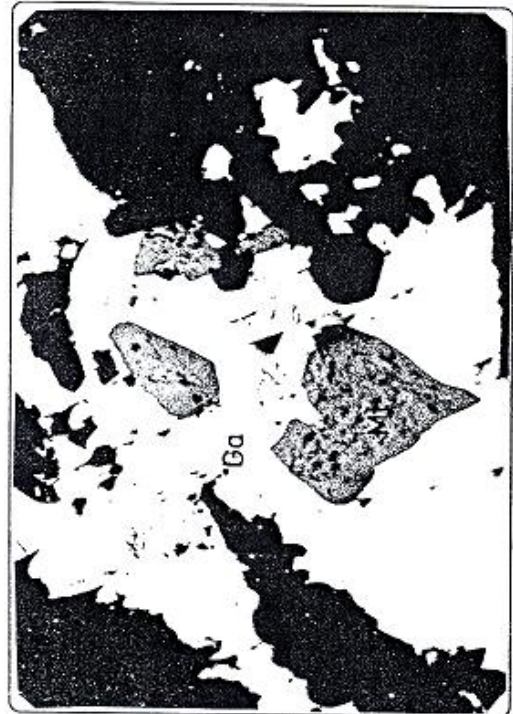
12 عدد مقطع صیقلی (Polish section) از کانی سازی سنجده تهیه و مورد مطالعات مینرالوگرافی قرار گرفت. کانیهای اولیه شناخته شده در این کانی سازی شامل مگنتیت، ارسنوپیریت، بورنیت، کالکوپیریت، اسفالیت، گالن و تتراندريت است.

اطلاعات بدست آمده از مطالعات مینرالوگرافی نشانگر دو فاز کانی سازی در این محل می باشد. کانی سازی در سنجده با تشکیل ارسنوپیریت و پیریت شروع می شود که مقدار ارسنوپیریت کم است. گاهی ارسنوپیریت اتومورف در داخل کالکوپیریت مشاهده می شود. پیریت (P_y1) درشت بلور و اتومورف پس از ارسنوپیریت و قبل از مگنتیت و کالکوپیریت تشکیل شده است زیرا این پیریتها به وسیله مگنتیت، کالکوپیریت و بورنیت در برگرفته می شوند. (عکس 6-15 و 6-16) مگنتیت پس از ارسنوپیریت و پیریت در فاز دوم تشکیل شده است. مگنتیت اتومورف در داخل گالن و کالکوپیریت مشاهده می شود. (عکس 6-17) همچنین رگچه های گالن و کالکوپیریت، مگنتیت را قطع کرده است. همچنین رگچه های پیریت، مگنتیت را قطع کرده است که نشانگر تقدم تبلور مگنتیت بر پیریت (P_y2) است. (عکس 6-18) کالکوپیریت و بورنیت پس از تبلور پیریت (P_y1) و مگنتیت کریستالیزه شده اند. مقدار این دو کانی در مقاطع صیقلی شده بیشتر از معدن خلف و شاه علی بیگلو است. پیریت ریز بلور (P_y2) درجه حرارت پایین پس از تشکیل کالکوپیریت بوجود آمده و آن را قطع کرده است (عکس 6-9) ارتباط این فاز پیریت با گالن مشخص نیست. تشکیل اسفالریت، گالن و تتراندريت در آخرین مرحله کانی سازی بوده بطوری که مگنتیت، کالکوپیریت و پیریت به وسیله گالن کاملاً در بر گرفته شده است (عکس 6-20) خمش زیاد ایجاد شده در بلورهای گالن نشانگر تحمل فشارهای تکتونیکی منطقه پس از کانی سازی است (عکس 6-21) کانیهای ثانویه تشکیل شده در این محل شامل هماتیت، گوتیت، کولین، کالکوزین، دیژنیت، ملاکیت و آزوریت است. در بیشتر موارد مشاهده می شود که کولین و کالکوزین در حاشیه گالن تجمع یافته است (عکس 6-22) این

مسأله به دلیل میل ترکیبی بیشتر مس نسبت به سرب با گوگرد و جایگزینی اتمهای مس با سرب در شبکه گالن می باشد. در نمودار (3-6) سیر تسلسل کانی سازی در معدن سنجده نشان داده شده است.



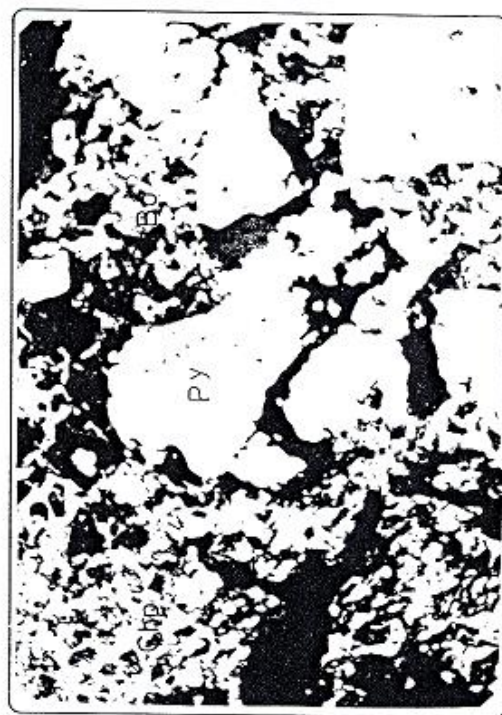
عکس 6-16 مگنتیت و پیریت به وسیله کالکوپیریت و گالن در بر گرفته شده (بزرگ نمایی $100\times$)



عکس 6-15 پیریت اتومورف در داخل کالکوپیریت و بورنیت (بزرگ نمایی $100\times$)



عکس 18-6 رگچه های پیریت در داخل مگنتیت
(بزرگ نمایی × 200)



عکس 17-6 مگنتیت اتومورف به وسیله گالن احاطه شه است
(بزرگ نمایی × 100)



عکس 20-6 تشکیل کالکوپیریت و تتراندریت در داخل گالن
(بزرگ نمایی × 200)



عکس 19-6 رگه ای از ذرات ریز پیریت (Py2) که کالکوپیریت
را قطع کرده (بزرگ نمایی × 200)



عکس 6-20 تشکیل کالکوپیریت و تتراآندریت در داخل گالن (بزرگ نمایی $\times 200$)



عکس 6-21 ایجاد خمش در کانی گالن به علت فشارهای تکتونیکی (بزرگ نمایی $\times 100$)

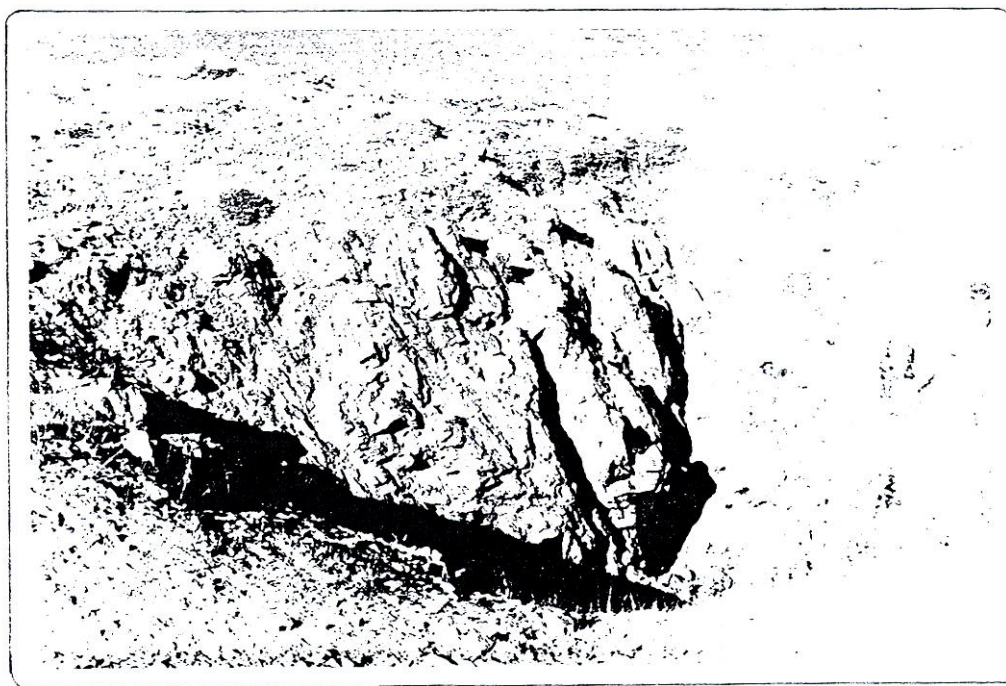
کانیها	اولیه		ثانویه
	فاز اول	فاز دوم	
ارسنوپیریت	-----		
پیریت (1)	-----		
مگنتیت		-----	
کالکوپیریت		-----	
بورنیت		-----	
پیرت (2)		-----	
اسفالریت		-----	
تتراآندریت		-----	
گالن هماتیت		-----	
لیمونیت			-----
کولین			-----
کالکوزین			-----
مالاکیت			-----

نمودار 7-3- سیر تسلسل کانی سازی در معدن سنجد

4-1-6- کانی سازی آغجه قلعه (قهرمان جن):

معدن متروکه آغجه قلعه در 3 کیلومتری شمال غرب روستای آغجه قلعه و در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه قرار دارد. کانی سازی به صورت رگه ای است و حالت برشی در رگه سیلیسی مشاهده می گردد. (عکس شماره 6-23) در کنار سیلیس، فلئورین بنفش نیز به مقدار زیاد مشاهده می شود که فاز پس از سیلیس بوده است. فاصله کانی سازی تا توده کوارتز مونزونیتی اصلی منطقه، حدود 300 متر است.

7 عدد مقطع صیقلی از این کانی سازی تهیه و مورد مطالعه مینرالوگرافی قرار گرفت. کانیهای اولیه شناخته شده از این محل شامل مگنتیت، هماتیت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن و تتراندریت است.



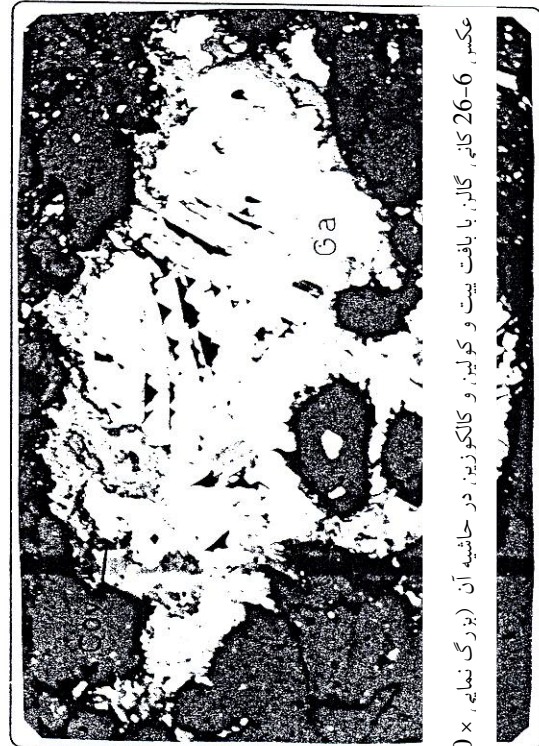
عکس 6-23 گودال حفر شده برای استخراج گالن در معدن آغجه قلعه. دید به طرف شمال می باشد.

کانی سازی ابتدا با تشکیل مقدار خیلی کم مگنتیت شروع شده است. به دنبال آن کانی سازی هماتیت اولیه با بافت اسپیکولار (سوزنی و پولکی) مشاهده می شود (عکس شماره 6-24) مقدار هماتیت بیشتر از مگنتیت است. کانی سازی ضعیف پیریت در این محل مشاهده می شود که پس از مگنتیت صورت گرفته است. مقدار خیلی کمی

کالکوپیریت در این محل کانی سازی نموده که اغلب به کولین و کالکوزین تبدیل شده است (عکس شماره 6-25) کانی سازی اسفالریت پس از کالکوپیریت می باشد. مقدار اسفالریت نیز در این محل کم می باشد. کانی سازی اصلی در این نقطه گالن می باشد که پس از کالکوپیریت می باشد. مقدار اسفالریت نیز در این محل کم می باشد. کانی سازی اصلی در این نقطه گالن می باشد که پس از اسفالریت تشکیل شده است. در داخل گالن گاهی تتراندريت مشاهده می شود ولی مقادیر تتراندريت بسیار کمتر از کانی سازیهای قبلی است. (عکس شماره 6-26) حالت کینک باند (Kinkbanding) که نشانه تحمل فشارهای تکنونیکي توسط کانی می باشد در برخی از گالنها مشاهده می شود. مثل کانی سازیهای قبلی کولین و کالکوزین در حاشیه گالنها تجمع پیدا کرده اند. (عکس شماره 6-26) کانیهای ثانویه مشاهده شده در این محل شامل هماتیت با بافت کلوئیدی و پرکننده فضای خالی است. (عکس شماره 6-27) که از آلتراسیون مگنتیت بدست آمده است. لیمونیت نیز از هوا زدگی مگنتیت و پیریت حاصل شده است. از دگرسانی کالکوپیریت، کانیهای کولین، کالکوزین، دیژنیت و مالاکیت تشکیل شده است. در نمودار (7-4) سیر تسلسل کانی سازی در معدن آغجه قلعه نشان داده شده است.



عکس 24-6 هماتیت اولیه به صورت سوزن، از معدن آغچه قلعه (بزرگ نمای، 200 ×



عکس 26-6 کانی، با بافت بیت و کولین، و کالکوزین، در حاشیه آن (بزرگ نمای، 100 ×



عکس 25-6 کالکوپیریت با تبدیل، شدید، به کالکوزین، و کولین، (بزرگ نمای، 1000 ×



عکس 27-6 هماتیت ثانویه با بافت کلرینیدی و رسوب، (بزرگ نمای، 100 ×

کانیها	اولیه	ثانویه
--------	-------	--------

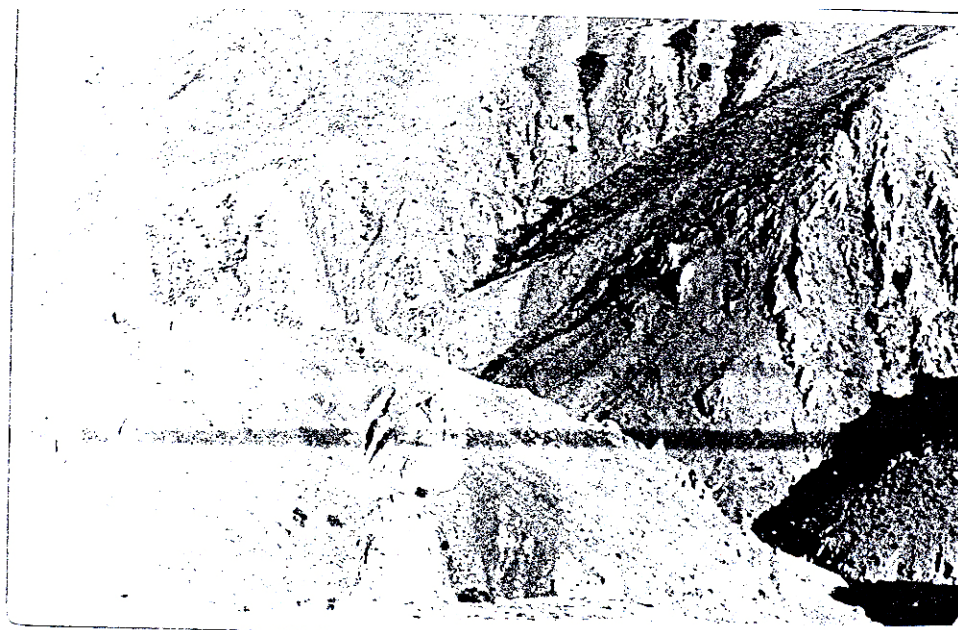
	فاز اول	فاز دوم	
مگنتیت	-----		
هماتیت (1)	-----		
پیریت	-----		
کالکوپیریت	-----		
اسفالریت	-----		
تتراندیریت	-----		
گالن		-----	
هماتیت (2)			-----
لیمونیت			-----
کالکوزین			-----
کولین			-----
دیژنیت			-----
مالاکیت			-----

نمودار (4-7) سیر تسلسل کانی سازی در معدن آغجه قلعه (قهرمان جن)

6-1-5- کانی سازی رشت آباد:

معدن مس رشت آباد (رشید آباد) در 45 کیلومتری شمال - شمال غرب زنجان و 1500 متری جنوب - جنوب غرب روستای رشت آباد قرار گرفته است (نقشه زمین شناسی 1:50/000) کانی سازی به صورت رگه ای در امتداد رگه سیلیسی با راستای N90E (شرقی - غربی) صورت گرفته است. حداقل دو نسل از رگه های سیلیسی در این محل مشاهده می شود که کانی سازی مس بیشتر در ارتباط با رگه ها و رگچه های نس دوم می باشد. غیر از گانگ کوارتز (آمتیست) گانگ کلسیت اتومورف نیز که متاخر از سیلیس می باشد در این معدن

مشاهده می شود. کانی سازی در داخل توفهای سبز، لیتیک توف و توفهای بنفش ائوسن صورت گرفته است (عکس 6-28) دایکهای موازی پروفیتری در این محل مشاهده می شود.



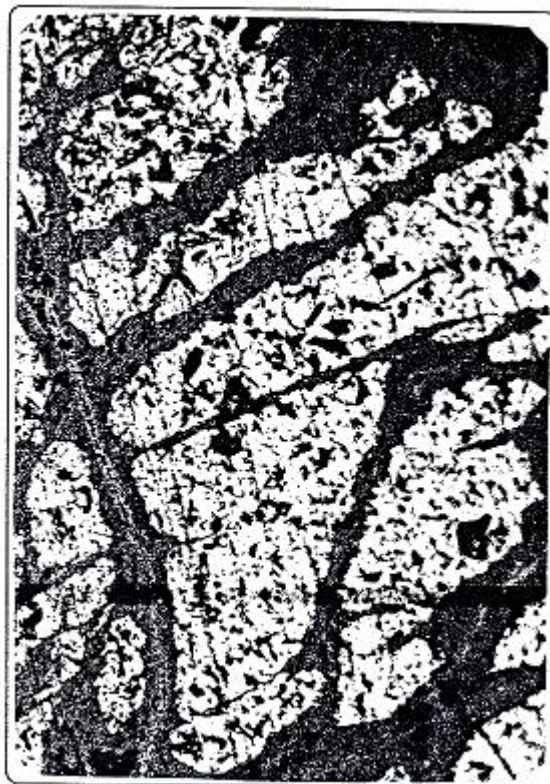
عکس 6-28 دایکهای پروفیتری تزریق شده در توفهای ائوسن در محل معدن رشت آباد (دید به

طرف شرق)

5 عدد مقطع صیقلی از این محل تهیه و مورد مطالعه مینرالوگرافی قرار گرفت. کانیهای اولیه شناسایی شده در این محل شامل هماتیت، پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، اسفالریت و گالن می باشد.

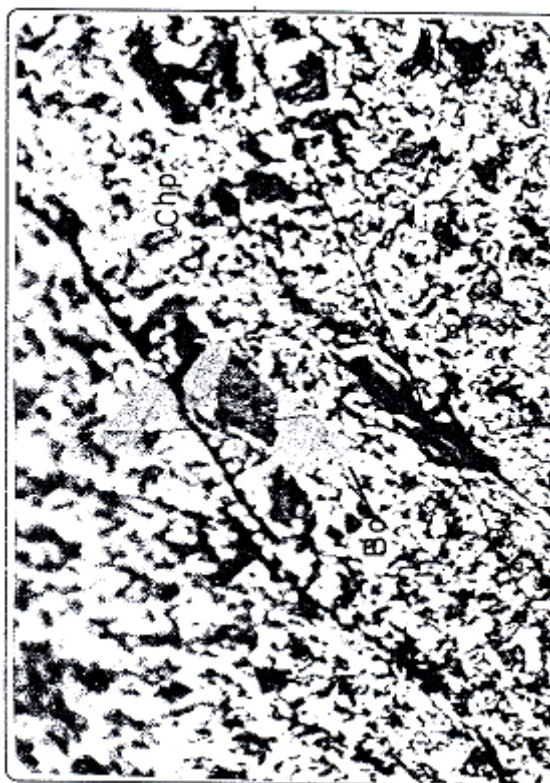
کانی سازی با تشکیل هماتیت سوزنی شروع شده است که مقدار آن کم می باشد. کانی سازی اصلی در معدن رشت آباد کالکوپیریت است (عکس شماره 6-29) کالکوپیریتها اغلب به کولین و کالکوزین آتره شده اند و بافت Box work از خود نشان می دهند. بورنیت در مقاطع صیقلی مشاهده می شود که به نظر می آید از کالکوپیریت حاصل شده است. بافت اکسولوشن (Exsolution) بین بورنیت - کالکوپیریت و اسفالریت - کالکوپیریت دیده می شود. (عکس شماره 6-30) این بافت به اعتقاد Sugaki & Norithoshi درجه حرارت تشکیل $300^{\circ}C$

را نشان می دهد. براساس شواهد ترمومتری درجه حرارت تشکیل فازهای مس در این محل بین 280 تا °C بوده است (فصل چهارم) پیریت به مقدار کم در برخی از نمونه ها دیده می شود. اسفالریت و گالن در حد بسیار پایین در محل مشاهده می شود.



عکس 6-29 کالکوپیریت با بافت Box work و تبدیل شدگی به کولین و کالکوزین (بزرگنمایی

200 ×)



عکس 30-6 بافت اکسولوشن (Exsolution) بین بورنیت و کالکوپیریت در معدن رشت آباد
(بزرگ نمایی $\times 200$)

کانیهای ثانویه شناخته شده از این منطقه شامل هماتیت، لیمونیت، لپیدوکروسیت، کالکوزین، کولین، مالاکیت و آزوریت است. نحوه آلتراسیون کالکوپیریتها بدینگونه است که در حاشیه آنها ابتدا کانی کولین مشاهده می شود و پس از آن کانی کالکوزین ظاهر می گردد (عکس شماره 6-29) به اعتقاد Levinson (1974) این حالت از تشکیل کانیهها، نشانگر اثر آلتراسیون هیدروترمالی می باشد. مالاکیت و آزوریت نیز در برخی از مقاطع صیقلی و نمونه های دستی مشاهده می شود. لیمونیت و لپیدوکروسیت (با انعکاس داخلی قرمز) در اثر تجزیه هماتیت اولیه و یا پیریت بوجود آمده است. در نمودار (6-5) سیر تسلسل کانی سازی در معدن مس رشت آباد نشان داده شده است.

کانیها	اولیه	ثانویه
--------	-------	--------

هماتیت (1)	_____	
کالکوپیریت	_____	
بورنیت	_____	
پیریت	_____	
اسفالریت	_____	
گالن	_____	
هماتیت (2)		_____
لیمونیت		_____
لیپدوکروسیت		_____
کولین		_____
کالکوزین		_____
مالاکیت		_____
آزوریت		_____

نمودار 5-6 سیر تسلسل و کانی سازی در معدن مس رشت آباد

6-1-6- کانی سازی مس بولاغی - ماری:

معدن متروکه مس بولاغی در 35 کیلومتری شمال شهر زنجان و 8 کیلومتری شمال شرقی بخش ارمغانخانه

قرار دارد. کانی سازی به صورت رگه ای است که در راستای N85E صورت گرفته است. پهنای رگه سیلیسی

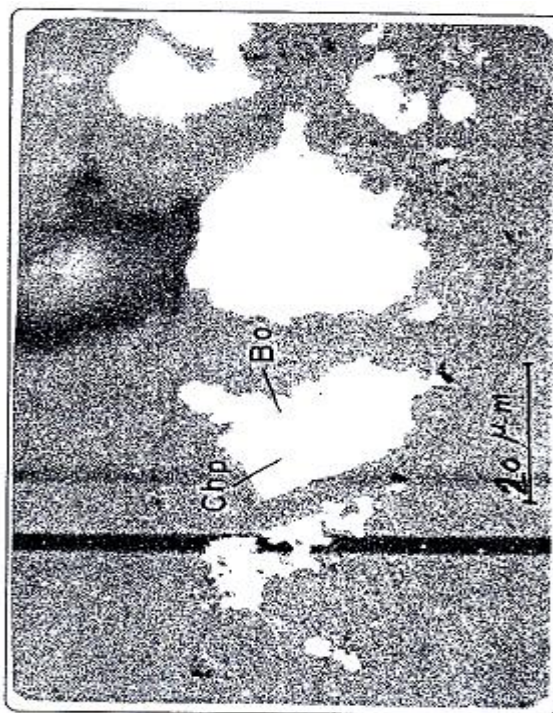
کانی سازی شده 4 متر و طول آن 60 متر است. (عکس شماره 6-31)



عکس شماره 6-31 رگه سیلیسی کانی سازی شده در معدن مس یولاغی - ماری (دید به طرف

شرق است)

5 عدد مقطع صیقلی از این محل، مورد مطالعه مینرالوگرافی قرار گرفت. کانیهای اولیه شناخته شده در شامل کالکوپیریت، بورنیت، مارکازیت، اسفالریت و گالن می باشد. کانی سازی اصلی به صورت کالکوپیریت می باشد که به کالکوزین و کولین تبدیل شده است. بافت اکسولوشن (Exsolution) بین کالکوپیریت و بورنیت در این کانی سازی نیز مشاهده می شود (عکس 6-32) این بافت در درجه حرارت حدود $300^{\circ}C$ بوجود می آید. براساس شواهد ترمومتری درجه حرارت تشکیل فاز مس در این محل بین $300^{\circ}C$ تا $330^{\circ}C$ بوده است (فصل چهارم) مقدار بورنیت در این کانی سازی بیشتر از کانی سازیهای قبلی است (عکس 6-33) مارکازیت پس از فاز مس تشکیل شده است ولی مقدار آن ناچیز است. به مقدار بسیار کم گالن و اسفالریت در این محل مشاهده می شود.



عکس 6-32 بافت اکسولوشن بین بورنیت و کالکوپیریت در معدن مس بولاغی (بزرگ نمایی ×

(1000



عکس 6-33 کانی بورنیت که از حاشیه به کولین و کالکوزین تبدیل شده است (بزرگ نمایی ×

(200

کانی های ثانویه تشکیل شده در محل شامل کالکوزین، کولین، ملاکیت، آزوریت، لیمونیت و لپیدوکروسیت است. کولین چسبیده به کالکوپیریت و بورنیت و کالکوزین در کنار آن مشاهده می شود (عکس 6-33) که این پدیده نشانگر اثر آلتراسیون هیدروترمالی است. لیمونیت و لپیدوکرسیت از تجزیه کانیهای آهن دار مثل مارکاسیت بوجود آمده است. بافت کلو فورم (Colloform) در لپیدوکرسیت مشاهده می شود. در نمودار (6-6) سیر تسلسل کانی سازی در معدن مس بولاغی نشان داده شده است.

کانیها	اولیه	ثانویه
کالکوپیریت	_____ --	
بورنیت	_____ --	
اسفالریت	_____ --	
گالن	_____ --	
مارکازیت	_____ --	
لیمونیت		_____ .
لپیدوکروسیت		_____ --
کولین		_____ --
کالکوزین		_____ --
ملاکیت		_____ --
آزوریت		_____ --

نمودار 6-6 سیر تبلور و کانی سازی در معدن بولاغی - ماری

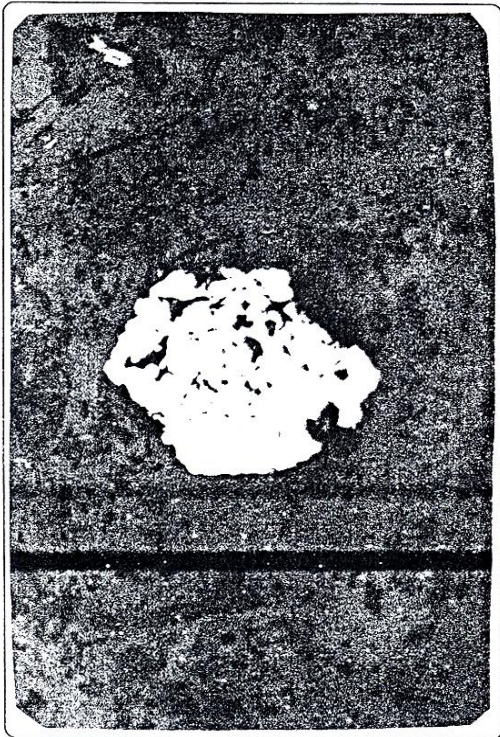
6-1-7- کانی سازیهای پراکنده داخل محدوده های آلتراسیونی :

غیر از کانی‌سازیه‌های رگه‌ای مهمی که به آنها اشاره گردید و اغلب مورد بهره‌برداری قرار گرفته است، کانی‌سازیهایی در حد اندیس معدنی نیز در منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود. از جمله این اندیس‌ها می‌توان به کانی‌سازی سرب و روی در حاشیه شمال غربی توده آلتراسیون جیزوان اشاره نمود. در این قسمت هدف بیشتر بررسی کانی‌سازیه‌های داخل مناطق آلتراسیون هیدروترمالی می‌باشد. این کانی‌سازیه‌ها به صورت کانی‌سازی پیریت با مقدار کمی از مگنتیت، هماتیت و کالکوپیریت می‌باشد که در زیر به آنها اشاره می‌گردد.

46 مقطع صیقلی از نمونه‌های کانه‌دار آلتراسیون‌های پنجگانه (کجل، مندجین، گاو - کمر، نیمه هیل و جیزوان) تهیه و مورد مطالعات پتروگرافی قرار گرفت. 95٪ کانیهای مشاهده در داخل این نمونه‌ها پیریت می‌باشد. پیریت به سه صورت در این نمونه‌ها مشاهده می‌شود. نوع اول به صورت پیریت‌های اتومورف و درشت بلور می‌باشد که تشکیل آن مقدم بر پیریت‌های نوع دوم و سوم بوده است (عکس 6-34) این پیریت‌ها اغلب به لیمونیت هوا زده شده‌اند. پیریت‌های نوع دوم به صورت نسبتاً ریز بلور بوده و در تمام متن سنگ پراکنده می‌باشند (بافت افشان) به نظر می‌رسد این پیریت‌ها پس از پیریت‌های نوع اول و قبل یا همزمان با پیریت‌های نوع سوم تشکیل شده‌اند. (عکس 6-35) نوع سوم پیریت‌ها که بیشترین پیریت‌های منطقه را تشکیل می‌دهند به صورت رگه‌ای و رگچه‌ای و پرکننده درزها و حفرات سنگهای مختلف می‌باشند (عکس 6-36 و 6-37 و 6-38) معمولاً ابعاد پیریت‌ها در این حالت بزرگ است. هیچگونه تغییر حالت و فاز نا آمیخته در پیریت‌های مطالعه شده مشاهده نگردید. و مطالعات میکروسوندی این پیریت‌ها در ادامه همین فصل خواهد آمد.

مگنتیت و هماتیت دومین و سومین کانی پس از پیریت در توده‌های آلتراسیونی است. تقریباً هیچ مگنتیت سالم در نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود و تمامی مگنتیت‌ها با حفظ قالب‌های اتومورف خود به گوتیت (عکس شماره 6-39) هماتیت (عکس شماره 6-40)، لیمونیت و لپیدوکروسیت تبدیل شده‌اند. هماتیت اولیه نیز اغلب با تجمع شعاعی و تجزیه شده در برخی از نمونه‌ها مشاهده می‌شود. (عکس شماره 6-41) کالکوپیریت به ندرت و به

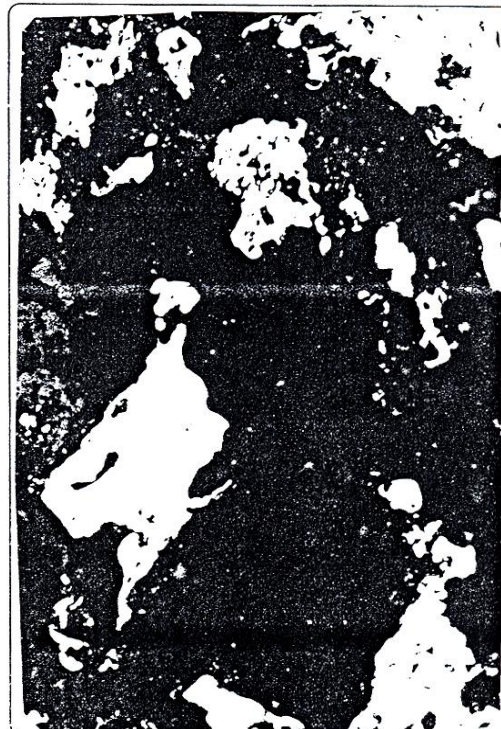
صورت ریز بلور در برخی از نمونه ها دیده می شود که اغلب به مالاکیت و آزوریت تبدیل شده و فقط آثاری از آن باقی است.

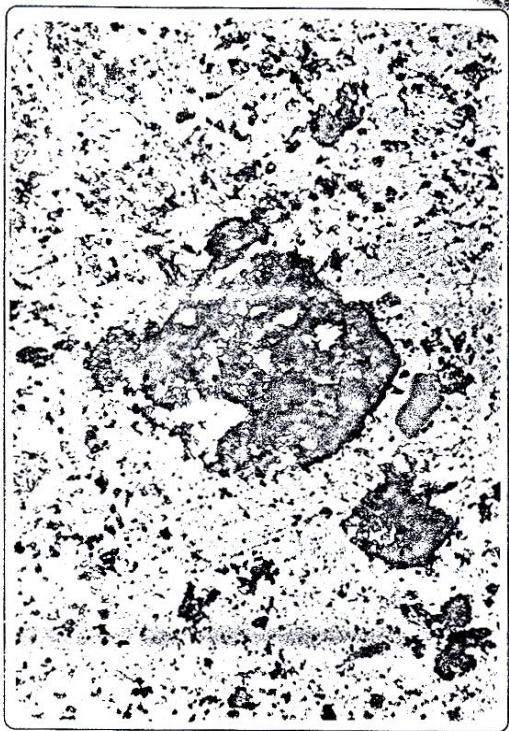
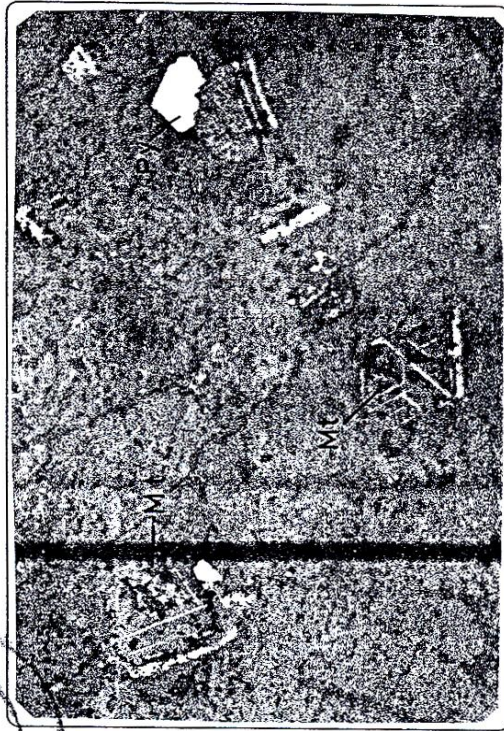
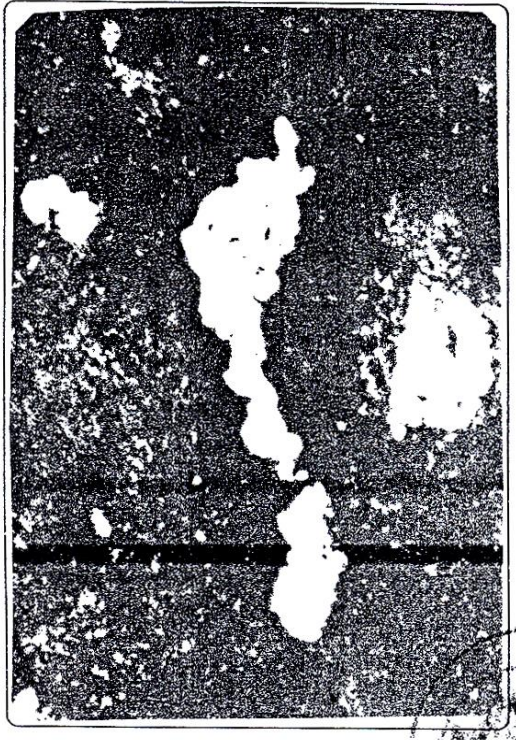


عکس ۳۴-۶. پیریت در میکرو کوارتز مونوزونیت منطقه مندجین (بزرگ نمایی X 200)



عکس ۳۵-۶. پیریت های ریز بلور در بازالت منطقه کجیل (بزرگ نمایی X 100)





2-6- مطالعه مقاطع صیقلی به وسیله میکروپروپ

در مطالعات مینرالوگرافی موارد متعددی وجود دارد که تشخیص آنها با میکروسکوپیهای انعکاسی امکان پذیر نیست از جمله این موارد می توان، بسیار ریز بودن برخی از کانیها، فازهای مختلف کانیها که ممکن است به وسیله میکروسکوپیهای معمولی قابل رؤیت نباشد، شناخت ترکیب نقطه ای کانیها و یا شناخت تغییر ترکیب در طول یک کانی است. در این گونه موارد می توان از دستگاه الکترون مایکروپروپیا میکروسوند استفاده نمود.

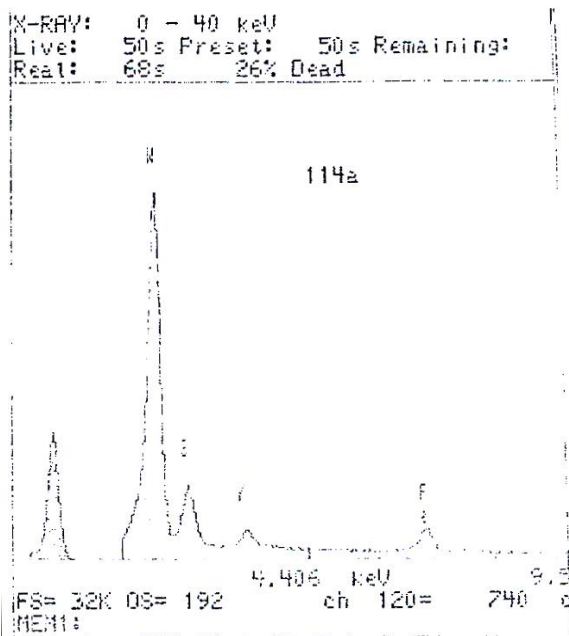
مطالعات میکروسوند در راستای اهداف پایان نامه در سه بخش مختلف صورت گرفته است. بخش اول به صورت مطالعه ترکیب کلریت، آمفیبول و بیوتیت در سنگهای آلتیره و غیر آلتیره منطقه است (جمعاً 12 نمونه نازک صیقلی) که قسمتی از آن در بخش چهارم آمده (ترمومتری کلریتها) و به قسمتهای دیگر آن در فصول آینده اشاره خواهد شد. بخش دوم از مطالعات میکروسوند مربوط به مطالعات مقاطع صیقلی از کانی سازیهای رگه ای منطقه است. 8 مقطع صیقلی در این مرحله از مطالعات به وسیله میکروسوند مورد بررسی قرار گرفت. بخش سوم از این مطالعات مربوط به مطالعه 5 نمونه از کانی سازیهای پیریت در درون مناطق آلتراسیونی است که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. تمامی این مطالعات در سازمان زمین شناسی کشور و به وسیله دستگاه الکترون مایکروپروپ Jeol مدل (733) صورت گرفته است.

1-2-6- مطالعات نمونه های مربوط به کانی سازی رگه ای:

از 8 نمونه مطالعه شده بوسیله میکروسوند سه نمونه مربوط به معدن شاه علی بیگلو (شماره 114) دو نمونه مربوط به معدن سنجد (شماره 127) یک نمونه مربوط به معدن آغچه قلعه (شماره 230)، یک نمونه از معدن رشت آباد (شماره 231) و یک نمونه نیز متعلق به معدن مس بولاغی می باشد. (شماره 241).

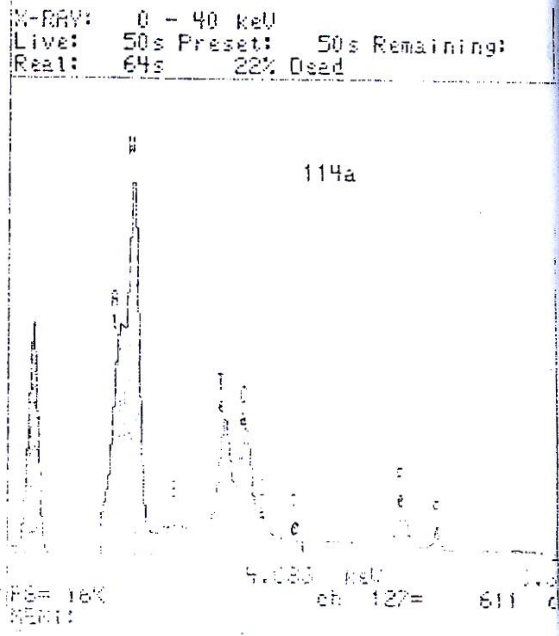
در مطالعات مینرالوگرافی معدن شاه علی بیگلو به ذرات ریزی برخورد گردید که مشکوک به طلا بود. در مطالعات میکروسوند به ذرات طلای ناتیو (Native) یا ترکیبات طلا برخورد نگردید ولی پاراژنهایی که شناسایی شده نشانگر کانی سازی احتمالی طلا در این مناطق است. ترکیبات تلوروری که یکی از ترکیبات اصلی طلاست در برخی از نمونه ها مشاهده شد (نمودار 6-7) طلا می تواند به شکل کالاوریت ($AuTe_2$)، سیلوانیت ($(Au, Ag)Te_2$) کرنیت ($AuTe_2$) و پتزیت ($(Ag, Au)Te_2$) وجود داشته باشد. از نکات بسیار جالب مطالعات میکروپروپ شناخت کانیهای قلع و به ویژه تنگستن دار در کانی سازی شاه علی بیگلو است. کانیهای تنگستن دار با درخشش زیاد در تصویر اشعه X (بخاطر عدد اتمی بالای تنگستن) به راحتی از بقیه کانیها متمایز می گردد. کانیهای شناسایی شده تنگستن دار، هم از نوع ولفرامیت ($Fe, Mn(WO_4)$) و هم از نوع شلیت ($Ga \quad WO_4$) می باشد (نمودار 6-7، 6-8 و 6-9) کانی ولفرامیت معمولاً در پگماتیتها و رگه های کوارتز دمای بالای همراه با کاستریت، شلیت، بیسموت، کوارتز، پیریت، گالن، اسفالریت و آرسنوپیریت دیده می شود. شلیت نیز در کانسارهای گرانیت پگماتی و هیدروترمال حرارت بالا همراه با کاستریت، توپاز، فلوئورین، آپاتیت، مولیبدنیت، ولفرامیت و طلا مشاهده می شود. مقدار این کانیها نسبتاً زیاد بوده و در تمام متن نمونه (114) پخش شده اند. همراه با کانی سازی کالکوپیریت، آغشتگی به قلع نیز در نمونه ها بوجود آمده است (نمودار 6-10) کالکوپیریت قلع دار می تواند کانی استانیت (Stannite) باشد که دارای ترکیب Cu_2Fesns_4 است. این کانی به همراه اسفالریت، تتراندیریت، کالکوپیریت، ولفرامیت، شلیت و بیسموت در کانسارهای پگماتی و یا رگه های هیدروترمال حرارت بالا مشاهده می شود. برخی از کالکوپیریت آنالیز شده از این معدن نیز هیچگونه آرایش به عناصر دیگر نشان نمی دهند و به صورت کالکوپیریت ایده آلی هستند (نمودار 6-11) از دیگر کانیهای شناخته شده بوسیله این مطالعات کانی انارژیت (Cu_3AsS_4) می باشد (نمودار 6-12) این کانی که از خانواده سولفوسالتها می باشد در کانسارهای رگه ای حرارت متوسط همراه با اسفالریت، پیریت، بورنیت، گالن و

تتراندريت تشكيل مي شود. ساختمان انارژيت شبیه ساختمان اسفالريت مي باشد و در نمودار (6-12) نیز هم يافتی انارژيت و اسفالريت مشخص مي باشد. در معدن شاه علي بيگلو آثاری از ارسنوپيريت نیز مشاهده مي شود (مطالعات مينرالوگرافي نیز اين نکته تاييد شده است). ارسنوپيريت ($Fe As S$) در کانسارهای هيدروترمالي دمای بالا همراه با قلع، تنگستن، طلا، کالكوپيريت، گالن اسفالريت، و پيريت دیده مي شود (نمودار 6-13) وجود ارسنوپيريت و انارژيت نشانه مقادير نسبتاً بالای ارسنيک در کانی سازيهای منطقه است. آثاری از کانی تيتان دار نیز در اين منطقه مشاهده مي شود که احتمالاً کانی روتيل يا لوکوکسن خواهد بود (نمودار 6-14) در نمونه (96) که از توده های منطقه آلتراسيون شاه علي بيگلو و مندجين مورد مطالعه ميکروسوند قرار گرفت نیز لوکوکسن و روتيل مشاهده گرديد.



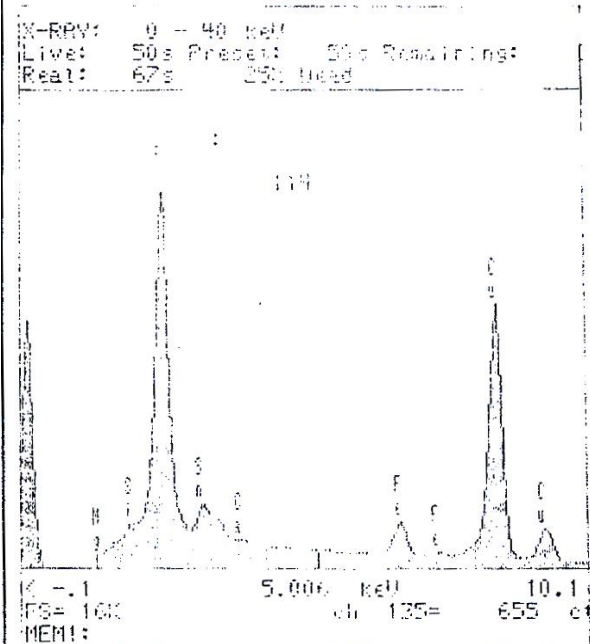
نمودار ۸.۶ کانی ولفرامیت در معدن شاه‌علی بیگلو

در گراف پرتو X به کمک E.D.S



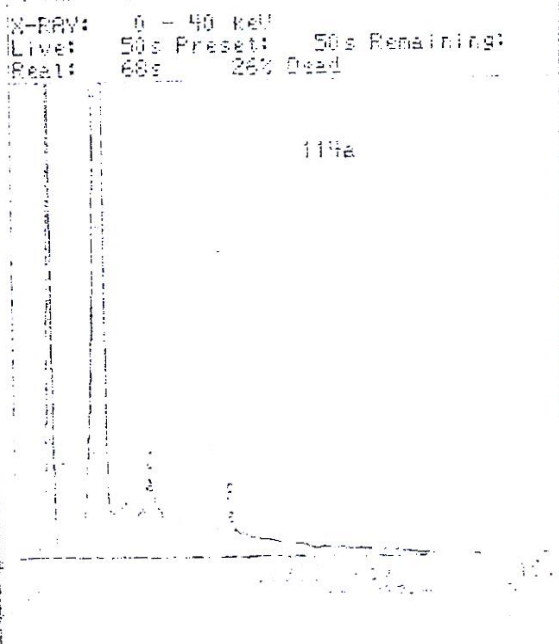
نمودار ۷.۶ وجود ترکیبات تلورور و تنگستن در معدن سرب، روی

و مس شاه‌علی بیگلو در گراف پرتو X به کمک E.D.S (۱)



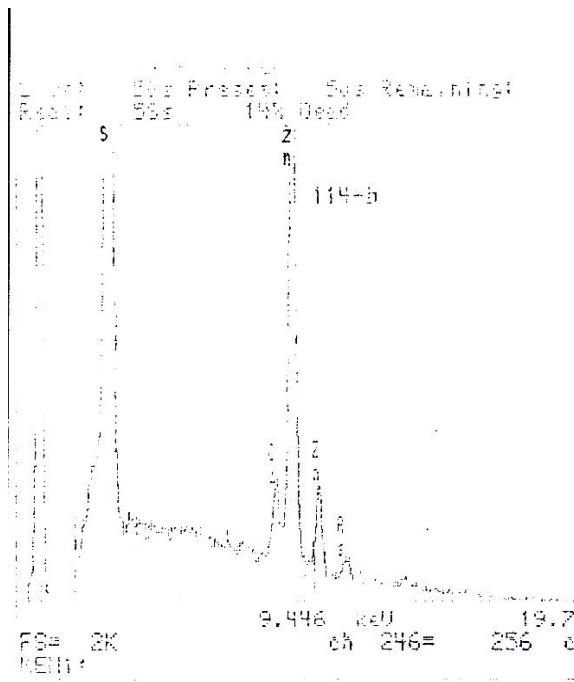
نمودار 10-6 کانی استانتیت (Stannite) یا کالکوپیریت قلع

دار در معدن شاه علی بیگلو در گراف پرتو X به کمک E.D.S



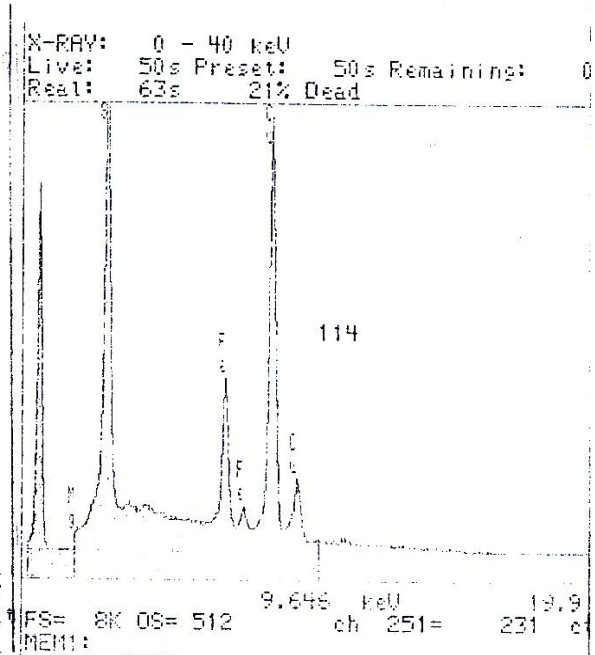
نمودار 9-6 کانی شلیت در معدن شاه علی بیگلو

در گراف پرتو X به کمک E.D.S



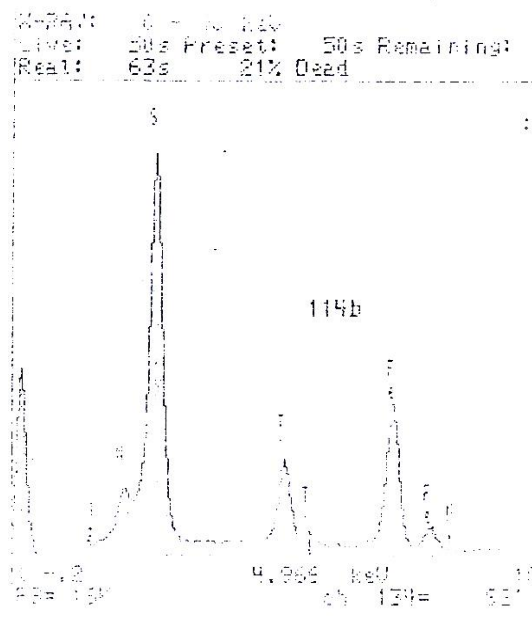
نمودار ۱۲-۶. انارژیت و اسفالریت در معدن شاه‌علی بیگلو

در گراف پرتو X به کمک E.S.D



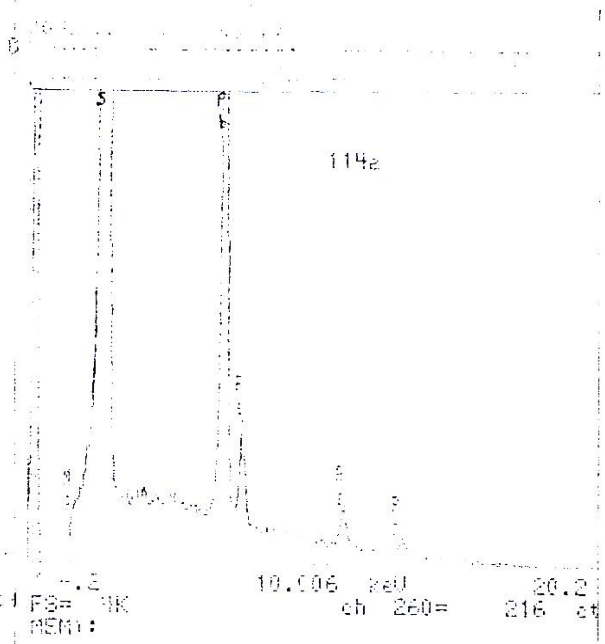
نمودار ۱۱-۶ کالکوپیریت ایده‌الی و بدون عناصر ثانوی در

معدن شاه‌علی بیگلو در گراف پرتو X به کمک E.S.D



نمودار ۱۴-۶ کانی روتیل یا لوکوکسن در کنار کالکوپیریت و

ولفرامیت در معدن شاه علی بیگلو در گراف پرتو X به کمک E.S.D



نمودار ۱۳-۶ ارسنوپیریت در داخل کانی گالن از معدن

شاه علی بیگلو در گراف پرتو X به کمک E.S.D

این نمونه از یک فاز خیلی درخشان داخل پیریت آنالیز گرفته شده است و لذا پیریت نیز خود را در نمودار

نشان داده است. آغستگی به تنگستن در این نمونه نیز مشاهده می شود. در یک نمونه از گالنه‌ای معدن شاه علی

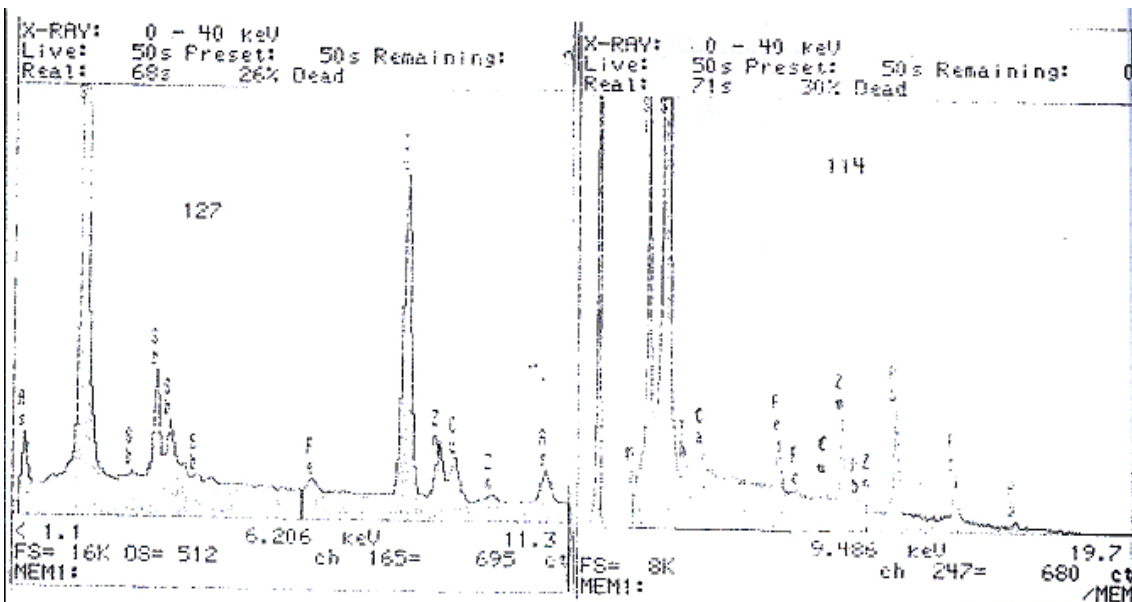
بیگلو، ضمن آغشتگی گالن به کانیهای اسفالریت، کالکوپیریت، عضو توریوم نیز در نمودار آنالیز این نمونه ظاهر می شود (نمودار 6-15) در نمونه های دارای سرب، وجود توریوم غیر عادی نیست و تنها ایزوتوپ عنصر توریوم (Th^{232}) می تواند در اثر واپاشی به سرب (Pb^{208}) تبدیل شود. در نمونه معدن آغجه قلعه نیز همین مساله مشاهده گردید. در معدن رشت آباد نیز اورانیوم مشخص گردید.

در نمونه های معدن سنجد کانی خیلی مشکوکی مشاهده نمی شد. برای حصول اطمینان از وجود کانی تتراندريت آنالیزی بر روی یکی از کانیهای اسفالریت که دارای فاز احتمالاً تتراندريت بود انجام گرفت. نتایج حاصل در نمودار (6-16) نشان دهنده فاز تتراندريت ($Cu_{12}Sb_4S_{13}$) و تنانتیت ($Cu_{12}As_4S_{13}$) در این منطقه می باشد. این دو کانی یک سری کامل محلول جامد ایجاد می کنند. این کانیها معمولاً در رگه های هیدروترمالی حرارت متوسط همراه با کانیهای مس، نقره، سرب و روی دیده می شوند. وجود آهن در این آنالیز هم می تواند نشانگر جایگزینی مقداری آهن به جای روی در شبکه اسفالریت باشد (اسفالریت حرارت بالا) و هم می تواند به وجود کانی ارسنوپیریت نسبت داده شود.

در نمونه ای که از معدن آغجه قلعه مورد مطالعات میکروسوند قرار گرفت، مساله غیر عادی مشاهده نگردید. چند نمونه از گالنه های این معدن و معادن شاه علی بیگلو و سنجد از نظر وجود نقره بررسی گردید که جواب منفی بود. در نمودار (6-17) آنالیز یک نمونه از گالنه های معدن آغجه قلعه نشان داده شده است. طبق نمودار وجود عنصر توریوم (Th) در کنار سرب در این نقطه نیز محرز می باشد. ممکن است حتی بخشی از سرب موجود در این کانی سازیها (سرب رادیوژنیک) از واپاشی توریوم (T^{232}) حاصل شده باشد.

یک نمونه نیز از معدن مس رشت آباد مورد بررسیهای میکروسوندی قرار گرفت. در نمونه های کالکوپیریتی که از این محل مورد آنالیز قرار گرفت، اثرات کانی سازی بیسموت نیز ملاحظه گردید. (نمودار 6-18) عنصر بیسموت می تواند در قالب کانی بیسموتینیت (Bi_2S_3) و یا به صورت کانی ایکینیت (Aikinite) وجود داشته

باشد. ترکیب شیمیایی این کانی به صورت $Pb Cu Bi S_3$ می باشد. با توجه به وجود عنصر سرب با دو نقطه اوج مشخص در آنالیز این نمونه به نظر می رسد که احتمال وجود کانی ایکینیت خیلی بیشتر از کانی بیسموتینیت است. کانی ایکینیت در پگماتیتهای و رگه های دمای بالا همراه با کانیهای پیریت، پروتیت، ارسنوپیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، استانیت، کاسیتريت، ولفرامیت و مولیدنیت دیده می شود. در این نمونه آغستگی به اورانیوم نیز ملاحظه می شود که با پارازنز کانیهای پگماتیتهای همابنگی دارد.

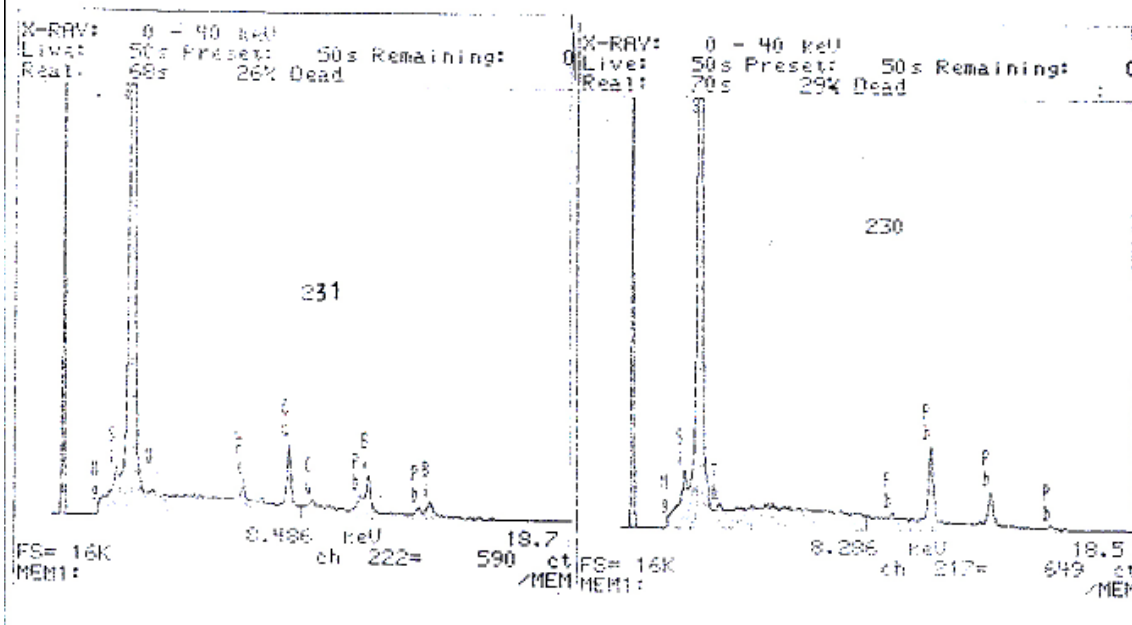


نمودار ۱۶۶-کانیهای تتراندريت و تنائيت در معدن

نمودار ۱۵۶-آناليز سطحی یک گالن با آغشتگی به روی و مس همراه

سنجده در گراف پرتو X به کمک E.S.D

با توريووم در معدن شاهعلي بيگلو در گراف پرتو X به کمک E.S.D



نمودار ۱۸-۶ کانی ايکينيت (Aikinite) همراه با آغشتگی به

نمودار ۱۷-۶ آناليز یک گالن از معدن سرب آغچه قلعه

اورانيوم در معدن رشت آباد در گراف پرتو X به کمک E.S.D

با آغشتگی به توريووم در گراف پرتو X به کمک E.S.D

2-2-6- مطالعه نمونه های پیریت دار بوسیله میکروسوند:

5 مقطع صیقلی پیریت دار به شماره های 142 , 262 , 96 , 267 , 180b به ترتیب از منطقه آلتراسیونی کجل، گاو - کمر، مندجین و جیزوان بوسیله دستگاه الکترون مایکروپروپ بررسی شد. دو هدف اصلی از این کار مورد نظر بود. اول آنکه مشخص شود در متن این سنگها و یا داخل پیریت طلا به صورت آزاد وجود دارد یا خیر. لازم به ذکر است که حد تشخیص (Detection) میکروسوند Jeol مدل 733 برای طلا 700 PPM می باشد که مقدار بسیار بالایی است و این مقدار موقعی حاصل خواهد شد که ذره طلایی به صورت مستقل در متن سنگ یا درون یک کانی دیگر وجود داشته باشد. هدف دوم از این مطالعات شناخت تغییر ترکیب احتمالی پیریتها یا فازهای دیگر درون آنهاست.

13 مورد آنالیز بر روی پیریتهای منطقه صورت گرفت که نتایج حاصل در جدول (6-1) آورده شده است. در این بررسیها هیچگونه فاز ثانوی در داخل پیریتهای منطقه شناسایی نشد (نمودار - 6-19). تنها نکته جالب از نظر کانی شناسی پیریت، وجود زوناسیون خاص به ویژه در حواشی پیریتهای نمونه (262) (منطقه گاو - کمر) بود. این زوناسیون به صورت مناطق روشن تر در حواشی پیریت و مناطق تیره تر در درون آنهاست. آنالیزهای نقطه ای صورت گرفته بر روی مناطق تیره و روشن نشان می دهد که مقدار نسبی آهن در مناطق روشن تر (حدود 51/5٪) بیشتر از مناطق تیره تر (حدود 46/7٪) و برعکس مقدار نسبی گوگرد در مناطق روشن تر (حدود 48/3٪) کمتر از مناطق تیره تر (حدود 54٪) است. تغییرات گوگرد و افزایش آن در بخشهای داخلی پیریتها به دلیل فوگاسیته (fS_2) بالای گوگرد در ابتدای مراحل تشکیل آنها و کاهش تدریجی آن همزمان با پیشرفت عمل کانی سازی است.

آثاری از ذرات طلا در متن سنگ یا داخل پیریتها در 5 نمونه مطالعه شده مشاهده نگردید ولی این نکته را نیز

نباید از نظر دور داشت که امکان بررسی تمام سطوح 5 نمونه صیقلی در وقت محدود دستگاه میکروسوند فراهم

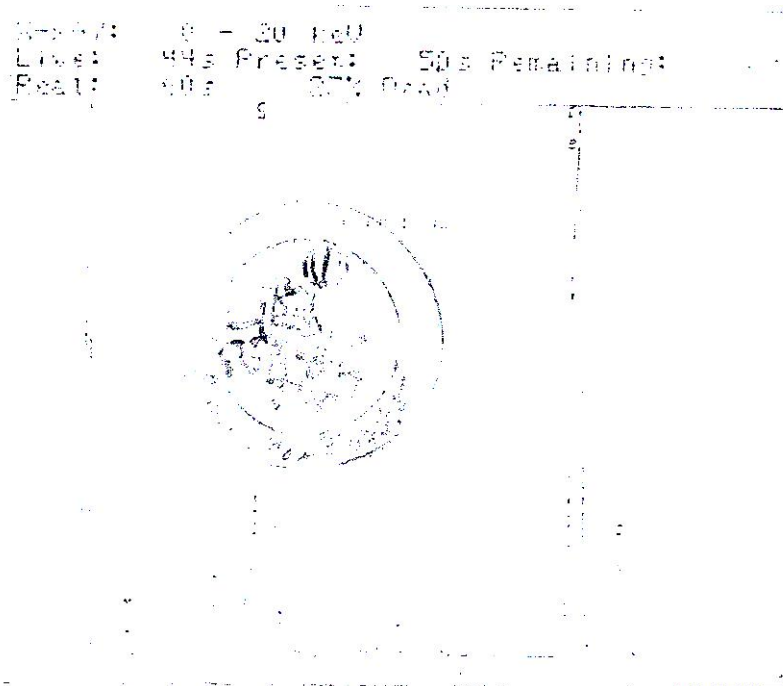
نبوده است و ممکن است ذرات بسیار ریزی از طلا وجود داشته که در این بررسیها پنهان مانده باشد.

Sum.	% Mn	% Cu	% Co	% Ni	% S	% F	درصد عناصر شماره نمونه
100.69	< 0.126	< 0.181	< 0.248	< 0.164	50.338	49.634	262
100.53	< 0.124	< 0.176	< 0.246	< 0.160	50.487	49.634	262
100.47	< 0.124	< 0.181	< 0.247	< 0.159	51.122	48.640	262
100.64	< 0.129	< 0.183	< 0.251	< 0.168	52.145	47.769	262
100.61	< 0.127	< 0.181	< 0.250	< 0.168	52.064	47.819	262
100.58	< 0.128	< 0.181	< 0.249	< 0.163	51.945	47.912	262
100.54	< 0.129	< 0.181	< 0.251	< 0.168	51.969	47.844	262
100.58	< 0.127	< 0.181	< 0.247	< 0.168	53.096	46.758	262
100.70	< 0.124	< 0.179	< 0.247	< 0.157	48.430	57.569	262
100.61	< 0.126	< 0.181	< 0.245	< 0.167	52.012	47.879	267

99.98	< 0.117	< 0.166	< 0.184	< 0.150	40.817	58.488	142
100.38	< 0.111	< 0.165	< 0.219	< 0.144	51.805	47.935	96
100.47	< 0.128	< 0.183	< 0.251	< 0.164	51.588	48.158	180b

جدول 1-6 نتایج حاصل از آنالیز 13 نمونه پیریت از محدوده های مختلف آلتراسیون

هیدروترمالی بوسیله دستگاه الکترون مایکروپروپ بر حسب درصد عناصر (ELMT %)



نمودار 3-6-19 آنالیز پیریت از منطقه آلتراسیون جیزوان در گراف پرتو X بوسیله E.S.D

3-6- جمع بندی و نتیجه گیری

با انجام مطالعات مینرالوگرافی و مطالعات میکروسوند بر روی مجموعاً 80 پلاک صیقلی نتایج زیر حاصل گردید.

1- 5 کانی سازی رگه ای شامل خلف، شاه علی بیگلو، سنجده، آغجه قلعه، مس بولاغی و رشت آباد به همراه کانی سازیهای پراکنده داخل مناطق آلتراسیونی مورد بررسی دقیق قرار گرفت.

2- بیشترین کانیهای شناخته شده اولیه در این کانی سازیها شامل کالکوپیریت، پیریت، بورنیت، ارسنوپیریت، مگنتیت، اسفالریت، گالن و تتراندیریت می باشد.

3- مهم ترین کانیهای شناخته شده اولیه در این کانی سازیها شامل کالکوسین، همتایت، کولین، لیمونیت، گوتیت، لپیدوکروسیت، دیژنیت، مالاکیت و آزوریت است.

4- ساختمان منطقه ای (Zonning) مشخص در برخی از مناطق مثل مندجین و خلف در کانی سازیها ملاحظه می شود بطوریکه با دور شدن از مرکز آلتراسیونها به ترتیب شاهد کاهش نسبت مس به روی و روی به سرب هستیم.

5- وجود خمش در کانیهای نرمی مثل گالن در این منطقه نشانگر فشارهای تکتونیکی وارده بر منطقه پس از صورت گرفتن کانی سازیهاست.

6- وجود بافتیهای مثل بافت اکسولوشن (Exsolution) بین کالکوپیریت - بورنیت و اسفالریت - کالکوپیریت نشانه تشکیل آنها در حرارتهای بالا (حدود $300^{\circ}C$) است.

7- از شمال غرب به طرف جنوب غرب از کانی سازی سرب و روی کاسته شده و به کانی سازی مس افزوده می شود.

8- مهم ترین کانی سازیهای داخل مناطق آلتراسیونی، پیریت و به مقدار جزئی مگنتیت و کالکوپیریت است.

- 9- مطالعات میکروسوند انجام شده بر روی پیریت‌های کانی سازی شده در داخل آلتراسیون‌ها هیچگونه تغییری در آنها نشان نداد. تنها تغییر مربوط به افزایش مقدار گوگرد از حاشیه به طرف داخل پیریت‌ها در منطقه گاو - کمر می باشد.
- 10- آثاری از طلای ناتیبو یا ترکیبات آن در مطالعات میکروسوند مشاهده نگردید ولی وجود ترکیبات تلورور را در منطقه ثابت شد.
- 11- در کانی سازیهای شاه علی بیگلو، کانیهای حرارت بالای ولفرامیت، شلیت و استائیت (کالکوپیریت قلع دار) ثابت گردید.
- 12- آثاری از توریوم و اورانیوم در کانی سازیهای سنجد، آغجه قلعه و رشت آباد مشاهده می شود.
- 13- از ترکیبات بیسموت دار کانی ایکینیت ($Pb Cu Bi S_3$) در کانی سازی رشت آباد شناسایی گردید.
- 14- مشاهدات و نتایج مینرالوگرافی و میکروسوند دارای شواهدی از کانی سازی حرارت بالای هیدروترمالی و کانی سازی پگماتیتهی در این منطقه می باشد.

منابع فارسی

- 1- احمدیان، جمشید (1370) بررسی ژئوشیمیایی زونهای آلتراسیون هیدروترمالی با نگرشی بر کانی‌سازیه‌های انجام شده در منطقه ذاکر (جنوب غربی طارم) ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، 168 ص
- 2- حاجی علیلو، بهزاد (1375) گزارش پی جویی و آثاریابی مواد معدنی در منطقه شرق شهرستان میانه (بخش کاغذکنان)، اداره کل معادن و فلزات آذربایجان شرقی، 128 ص.
- 3- حاجی علیلو، بهزاد (1368) بررسی پتانسیلهای معدنی منطقه قمصر کاشان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، 191 ص.
- 4- سورل، چارلز (1360) راهنمای تشخیص کانیهای جهان ، ترجمه محمود بهزاد، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، 312 ص.
- 5- فار، گونتر (1370) اصول زمین شناسی ایزوتوپی، ترجمه بیژن اعتمادی، انتشارات دانشگاه شیراز، 750 ص.
- 6- لطفی، محمد و خوبی، ناصر (1366) بازنگری بر گزارش: نگاهی بر متالورژی ناحیه زنجان، چهارگوش تهم، اولین تجربه مطالعاتی به کمک دستگاه میکروسوند، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش داخلی، 9 ص.
- 7- محمدی، مهین (1372) کانی شناسی غیر سیلیکاتها، انتشارات دانشگاه پیام نور، 385 ص.

References

- 1- Bates, RL & Jackson, JA (1980) Glossary of geology, American institute, 751 P
- 2- Bazin, D.& Hubner, H. (1969) Copper deposits in Iran , G.S.I., Rep No.13, 232 P.
- 3- Craig J.R & Vaughan , D.J (1981) Ore microscopy, Ore petrology, John Wiley & Sons pub. Co., 406 P.
- 4- Deer, W.A, R.H.Howei and J. Zussman (1992) An introduction to the rock forming minerals , Longman scientific and technical , PP:22-520
- 5- Klein, C. & Hurlbut , C.S, (1985) Manual of mineralogy, John Wiley & Sons, 596 P.
- 6- Mason, B.& Moore, C.B. (1982) Principle of geochemistry, John Wiley & Sons, 344 P.
- 7- Rumdhor, P. (1982) The ore mineral and their intergrowth, Springer pub. Co.
- 8- Yazdi, M. (1997) Gold mineralization in the granitoid rocks of the Voltus area, Rozmita Block, Czech Republic, 166p.

فصل هفتم

متالوژنی منطقه مورد

مطالعه

در این بخش سعی شده است تمام اطلاعات بدست آمده از مطالعات صحرایی، کانی شناسی، ژئوشیمی،

مینرالوگرافی، ترمومتری و آنالیزهای شیمیایی نمونه ها در ارتباط با یکدیگر بررسی و تحلیلی در مورد نوع و شکل

کانی سازیهای عناصر مختلف فلزی در منطقه مورد مطالعه ارائه گردد، لذا در این قسمت به بررسی کانی سازیهای مهم منطقه برحسب نوع فلز کانی سازی شده پرداخته می شود.

1-7- کانی سازی طلا

براساس آنالیزهای شیمیایی، شواهد کانی شناسی، پاراژنهای مطالعه شده بوسیله میکروسوند و نیز مشاهدات ترمومتری، آثار و مناطق امید بخش از کانی سازی طلا در منطقه دیده می شود. در زیر به بررسی این آثار و شواهد و تحلیل آنها پرداخته می شود.

1-7-1- تشکیل کمپلسها، حمل و نهشت ترکیبات طلا:

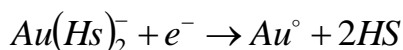
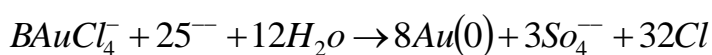
برای نحوه تشکیل کمپلسهای طلا نحوه حمل و نهشت آنها افراد مختلفی کار کرده اند و گاهی نظرات مختلفی هم ارائه نموده اند. به دلیل شناخت چگونگی تشکیل طلا در منطقه مورد مطالعه لازم است ابتدا اطلاعاتی در این مورد داشته باشیم.

طلا در زیر گروه IB جدول تناوبی قرار دارد. شعاعی اتمی آن 0/144 نانومتر و ظرفیت آن I و II است تنها یک ایزوتوپ پایدار طلا (Au^{197}) در طبیعت شناخته شده است. فقط طلای Au^{195} است که نیمه عمر 183 روز دارد. طلا در محلول به صورت ظرفیت I و II می باشد ولی ظرفیت III آن در وضعیت هیدروترمالی غیر عادی است. طلا می تواند به صورت کمپلس بی سولفید، کلروره و هیدروسولفید حمل شود. کمپلسهای بی سولفیدی طلا می تواند به صورت $HAu(Hs)_2$ ، $AuS(HS)_2$ ، $Au_2(SH)_2^{-2}$ ، $Au S (HS)_2$ و $Au(HS)^\circ$ باشد (Ohmoto, Seward, 1994) کمپلسهای خنثی از کمپلسهای باردار برای حمل طلا در حرارتهای بالاتر مناسب تر هستند. کمپلس $Au(HS)^\circ$ در شرایط اسیدی و بقیه کمپلسها در شرایط خنثی و کمی بازی دارای

بیشترین حلالیت است. بهترین شرایط برای حمل کمپلسهای بی سولفیدی طلا، PH خنثی، فوگاسیته اکسیژن (f_{O_2}) کم یا شرایط احیایی، اکتیویته بالای SH_2 ، شوری کم تا ضعیف و حرارت بالاست (Riddley at le 1996) این کمپلسها در شرایط PH بازی، محیط اکسیدان، کمبود SH_2 ، افزایش هیدروژن (H) محیط و حرارت کم به صورت ترکیبات تلوروری، ارسینیدی یا طلائی خالص نهشته می شوند. این شرایط می تواند در اثر جوش سیالات، واکنش با سنگهای دیواره، آمیختگی با سیالات درگیر، واکنش با سنگهای شیلی گرافیت دار و خروج SH_2 در اثر تشکیل پیریت در سنگها درونگیر بوجود آید. خروج CO_2 از محلول نیز باعث افزایش PH و نهشت طلا و فلزات پایه می شود. در PH خنثی رابطه حلالیت و فشار، معکوس است ولی در PH اسیدی و بالای $150^\circ C$ افزایش فشار باعث حلالیت کمپلسهای بی سولفیدی طلا می شود. (Benning & Seward).

طلا می تواند در درجه حرارتهای بالاتر (300 تا $500^\circ C$) به صورت کمپلس کلروره $AuCl_2$ حمل شود. کمپلسهای کلروره در PH اسیدی تا خنثی، محلول فقیر از SH_2 ، شرایط اکسیدان، حرارت بالا و غنی بودن سیال از HCl و $KCl NaCl$ بسیار محلول هستند. جهت نهشت کمپلسهای کلروره کاهش حرارت، افزایش PH، شرایط احیایی، کاهش مقدار F و افزایش SH_2 لازم می باشد (S. Romberger, 1985).

جذب سطحی کانیهای سولفیدی به ویژه در حرارت پایین و هنگامیکه عیار طلا در محلول کم است نقش مهمی در نهشته شدن طلائی I و II دارد. این مسأله پیدایش طلائی منفرد در داخل کانیهایی مثل پیریت، کالکوپیریت، گالن و اسفالریت را توجیه می کند. بهترین محل برای تمرکز طلا درزها و محل تماس دو ذره سولفیدی است (Jean 1985) جذب سطحی طلا توسط سولفیدها به صورت واکنشهای زیر صورت می گیرد.



7-1-2- شواهد، اثرات و چگونگی کانی سازی طلا در منطقه مورد مطالعه:

هر چند که در طی بررسیهای صحرایی و آزمایشگاهی فقط به یک مورد کانی طلا مستقیماً برخورد شد ولی شواهد بسیاری در دست است که نشانگر کانی سازی طلا در این منطقه و این زون (زون طارم - اهرم) می باشد. در زیر به شواهد بدست آمده از منطقه مورد مطالعه اشاره می شود.

I - حدود 80 نمونه از سنگهای آتزه شده و غیر آتزه منطقه در سازمان زمین شناسی کشور، شرکت توسعه علوم زمین، شرکت زرکا و مجتمع صنایع مس اهر و سازمان انرژی اتمی اصفهان مورد آنالیز طلا قرار گرفت که نتایج حاصل در جدولهای ضمیمه شماره 4، 5 و 6 آورده شده است. براساس نمونه های تکرار شده، متأسفانه آنالیزهای شرکت توسعه علوم زمین از دقت کافی برخوردار نبوده است. حداکثر مقدار طلای گزارش شده در این نمونه ها از منطقه گاو - کمر، مندجین و نیمه هیل به ترتیب 1000 PPb ، 444 PPb و 323 PPb می باشد. براساس این آنالیزها مقدار متوسط طلا در نمونه های سالم و آتزه نشده منطقه (توده نفوذی، توفها و بازالتها) به ترتیب حدود 39 PPb ، 32 PPb و 27 PPb می باشد. مقدار متوسط طلای گزارش شده در محدوده آلتراسیونی کجل 55 PPb ، منطقه منجین 157 PPb ، گاو - کمر 73 PPb ، نیمه هیل 105 PPb و جیزوان 35 PPb می باشد. با توجه به مقدار متوسط طلا در سنگهای آذرین که حدود $4/5 \text{ PPb}$ می باشد، هم در زمینه سنگها و به ویژه در مناطق آلتراسیون هیدروترمالی، افزایش چشمگیری در مقدار کلارک طلای سنگها مشاهده می شود. این افزایش در منطقه مندجین حدود 40 برابر مقدار کلارک است.

II - ارتباط نزدیکی بین توده های پتاسیک مثل مونزونیت با کانی سازی مزوترمال و اپی ترمال طلا از نقاط مختلف دنیا گزارش شده است. S. Ekesler (1973) نشان داد که مقدار F و Cl در این سنگها دارای ارتباط مستقیمی با کانی سازی طلا است. از طرفی به اعتقاد Groser و Muller (1993) مقادیر هالوژن میکای گروههای آذرین و پرپتاسیم می تواند به عنوان معیاری در کانی سازی بالقوه طلا - مس در قوسهای اقیانوسی بعد از تصادم و قاره ای بکار رود. سنگهای آذرین پتاسیکی که مقدار Cl آنها بیش از 0/04٪ وزنی و مقدار F بیش

از 0/5٪ وزنی باشد را می توان به عنوان سنگهای بسیار متعدد برای کانی سازی طلا در نظر گرفت. با توجه به ترکیب غنی از پتاسیک High Potassic توده های نفوذی منطقه ($K_2O > 2\%$) و نیز مقادیر خوب فلوئور و تا حدی کلر در توده های نفوذی (نمونه های شماره 200, 163, 160b, 155a, 154, 57, 55 جدول ضمیمه شماره 2) که نقش مهمی در تشکیل کمپلسهای کلروره برای حمل طلا در درجه حرارت های بالا دارد می توان اظهار داشت که این سنگها توان بالقوه بالایی برای کانی سازی طلا دارند. بیشترین تمرکز طلا در این سیستمها در زون آلتراسیونی پتاسیک می باشد.

III - همانگونه که در بالا اشاره شد فوگاسیته بالای گوگرد و SH_2 نقش مهمی در تشکیل کمپلسهای بی سولفیدی طلا دارد. از طرف دیگر نهشته شدن گوگرد به صورت پیریت در اثر واکنش سیالهای گرمایی با سنگ دیواره عامل مؤثری در نهشت کمپلسهای طلا دار می باشد. با توجه به فوگاسیته بالای گوگرد، نقش کمپلسهای بی سولفیدی در محل طلا در این منطقه بسیار مهم بوده است. وجود پیریت فراوان در سنگهای آلتره شده مناطق پنجگانه آلتراسیونی که گاهی مقدار آنها به 4/5٪ وزنی سنگ نیز می رسد. نشانگر فوگاسیته زیاد گوگرد در محلولهای کانی ساز می باشد. در کانسارهای طلای پورفیری، پیریت تنها کانی مهم سولفیدی است (R.P. Foster - 1991) ولی در کانسارهای طلا - مس، طلا در بخش ضعیف از پیریت و غنی از کالکوپیریت و بورنیت است. مطالعات میکروسوندی بر روی پیریت های منطقه نشان داد که طلا در منطقه همراه با پیریت نمی باشد و احتمالاً به صورت طلای تلوروری یا طلای خالص (Native Gold) است.

IV - کانی سازیهای پورفیری مس - طلا و طلای پورفیری دارای منطقه بندی خاصی از نظر آلتراسیون هیدروترمالی هستند (Lowel & Guilbert, 1970) کانی سازی اصلی طلا و مس نیز در زون پتاسیک مناطق آلتراسیونی مشاهده می شود. نقشه های تهیه شده از آلتراسیون سطحی مناطق پنجگانه دارای شباهت زیادی با سیستمهای پورفیری مس - طلا و پورفیری طلا می باشد ولی در این منطقه هرگز زون آلتراسیون پتاسیک در سطح

زمین مشاهده نشد. با توجه به شواهد بدست آمده، انتظار می رود در صورت حفاری، زون آلتراسیون پتاسیک در اعماق مشخص گردد.

V - طلا می تواند همراه با کانی سازیهای قلع، تنگستن و بیسموت کانی ساز نماید. طلا در کانی سازیهای قلع همراه با ارسنوپیریت، لولنژیت، کالکوپیریت و استانیت و سولفوسالتهای نقره، سرب و آنتیموان نهشته می شود (Nekrasov, 1996) در کانسارهای قلع مقدار طلا به ندرت از 0/5 Ppm تجاوز می کند. طلا با کانیهای حرارت بالا مثل ولفرامیت و شلیت در پگماتیتهای دیده می شود. کانسارهای دارای بیسموتین - ارسنوپیریت به وسیله مقادیر بالای طلا مشخص می شود. پیریت، کالکوپیریت و برخی از سولفاسالتهای همراه با این کانی سازی هستند ولی طلا فقط همراه با بیسموتینیت، ارسنوپیریت و بیسموت خالص است. این کانسارها همراه با گرانیتوئیدها مشاهده می شوند (Nekrasov 1996) وجود کانیهای مثل ولفرامیت، شلیت، استانیت و ایکینیت در مناطق شاه علی بیگلو، سنجد و رشت آباد که به وسیله مطالعات میکروپروپ تأیید شده است (نمودار های 6-8 ، 6-9 ، 6-10 ، 6-18) می تواند گواهی بر کانی سازی طلا به صورت پگماتیتهای در این مناطق باشد. از طرف دیگر وجود زونهای آلتراسیون گریزانی، تشکیل تورمالین و آپاتیت، بافت پگماتیتهای در کوارتز مونزونیت و کانیهای اشاره شده در بالا که از شاخصهای پگماتیتهای هستند، احتمال وجود کانی سازی پگماتیتهای یا شبه پگماتیتهای طلا دار در منطقه را تقویت می کند.

VI - شواهد ترمومتری سیالات درگیر در تمام کانی سازیهای رگه ای و مناطق آلتراسیونی نشانگر یک فاز گرم کانی سازی در محدوده 400 تا 440 °C در این منطقه است. کانی سازی کانیهای مثل ولفرامیت، شلیت، استانیت و ایکینیت همراه با احتمالاً طلا و مگنتیت در این فاز حرارتی صورت گرفته است. همانگونه که در بند قبلی متذکر شدیم هم یافتی طلا حتی در مقادیر اندک با کانیهای یاد شده بسیار محتمل است.

VII - وجود ترکیبات آرسنیک و تلورور می تواند نشانه ای از کانی سازی طلا در منطقه باشد. تلوریدها مهم ترین تمرکز دهنده طلا در کانه های بسیاری از کانسارها مخصوصاً در مناطق با ولکانیسم شدید هستند (Nekrasov, 1996) کانیهای آرسنوپیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، تتراندیریت و پیروتیت در این تیپ دیده می شود. بیش از 7 کانی تلوروری طلا شناخته شده که از جمله می توان به کالاوریت، پتزیت، سیلوانیت و کاستاویت اشاره نمود. ممکن است در برخی موارد مقدار طلا در آرسنوپیریت به 100 تا 200 PPM برسد (Cathelineau & Borion, 1989) وجود عنصر تلورور و آرسنیک به عنوان ردیابهای مهم طلا به وسیله مطالعات میکروسوند (نمودار 6-7) و مطالعات مینرالوگرافی تأیید شده است.

VIII - وجود کانی سازی مگنتیت و یا هماتیت اولیه در تمام کانی سازیهای رگه ای و به ویژه محدوده های آلتراسیونی ثابت شده است. کانی سازی مگنتیت و یا هماتیت نشانگر شرایط اکسیدان حاکم بر محلولهای هیدروترمالی است کانسارهای طلای پورفیری اغلب با توده های مگنتیت دار تیپ I دیده می شوند. (R. P. Foster, 1991) از طرفی جهت نهشته شدن کمپلکسهای بی سولفیدی طلا نیاز به Eh بالا یا شرایط اکسیدان است، لذا شرایط حاکم بر محلولهای هیدروترمالی از نظر Eh برای نهشت کمپلکسهای بی سولفیدی طلا مناسب بوده است.

IX - ارتباط نزدیکی بین آنتیموان به صورت کانیهای تتراندیریت - تنانتیت با کانسارهای تیپ تلوریدی طلا وجود دارد (Nekrasov, 1996) وجود مقادیر زیاد تتراندیریت - تنانتیت در معادن شاه علی بیگلو و سنجد که بوسیله مطالعات مینرالوگرافی و میکروسوند تأیید شده است می تواند نشانه دیگری از کانی سازی طلا در این منطقه باشد.

X - کانی سازیهای پورفیری طلا (فقط در چند نقطه جهان از جمله شیلی، آلاسکا، استرالیا، کانادا و جمهوری چک شناسایی شده است) دارای مقادیر بسیار کم یا فاقد مولیبدن و مس می باشند. نسبت Ag/Au در این

کانسارها بسیار کم و مقدار طلا در حد 1 تا 1/5 PPM می باشد (Sillitoe, 1991). وجود مقادیر بسیار کم از مولیبدن 4/2 PPM، مس 14 PPM و نقره 1/3 PPM در سنگهای آتزه شده (جداول ضمیمه شماره 1 و 10) نشانگر شباهتهای نزدیک بین کانی سازی این منطقه با کانی سازی تیپ پورفیری طلا است، هر چند که برای اثبات این نظر مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

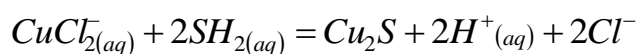
XI - وجود کانی سازیهایی از طلا در منطقه طارم که در جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه و متصل به آن بوده و دارای شرایط عمومی زمین شناسی مشابهی با منطقه مورد مطالعه می باشد ریال احتمال وجود کانی سازی طلا در این منطقه را تقویت می کند.

2-7- کانی سازی مس

در مورد کانی سازی های مس در مناطق مختلف منطقه در بخشهای قبلی بحث گردید و شکل کانسارها، کانی شناسی، درجه حرارت تشکیل و پاراژنز آنها مورد بررسی قرار گرفت. در این قسمت ضمن جمع بندی مطالب قبلی، در مورد نحوه تشکیل و منشاء مس و در واقع متالورژی آن در این منطقه صحبت خواهد شد.

مس در گروه IB جدول تناوبی قرار داشته و هم گروه طلا و نقره است. عدد اتمی آن 29 و وزن اتمی آن 63/5 است. نحوه حمل مس در محلولهای هیدروترمالی به صورت کمپلکس کلروره ($CuCl_2$) می باشد که در تمام محدوده های حرارتی و تمام PH ها قابل حمل می باشد، لذا وجود یون کلر کافی در محلول هیدروترمال برای تشکیل این کمپلکسها بسیار ضروری است. پس از کمپلکسهای کلروره مس، کمپلکسهای هیدرواکسید در حمل مس درون محلولهای هیدروترمال مهم می باشد. در $PH < 4$ کمپلکس هیدرواکسیدی مس به صورت $Cu(OH)^+$ در $PH = 7-10$ کمپلکس هیدرواکسیدی مس به صورت $Cu(OH)_2$ و $PH > 10$ کمپلکس هیدرواکسیدی به صورت $Cu(OH)_4^{2-}$ خواهد بود. در شرایط خنثی کمپلکس $Cu(OH)^\circ$ تسلط بیشتری نسبت به

کمپلکسهای دیگر دارد (Nekrasov , 1996) ، برعکس کمپلکسهای بی سولفیدی، کمپلکسهای کلرور مس در شرایط احیاء (Eh منفی) می تواند به صورت زیر نهشته شود.



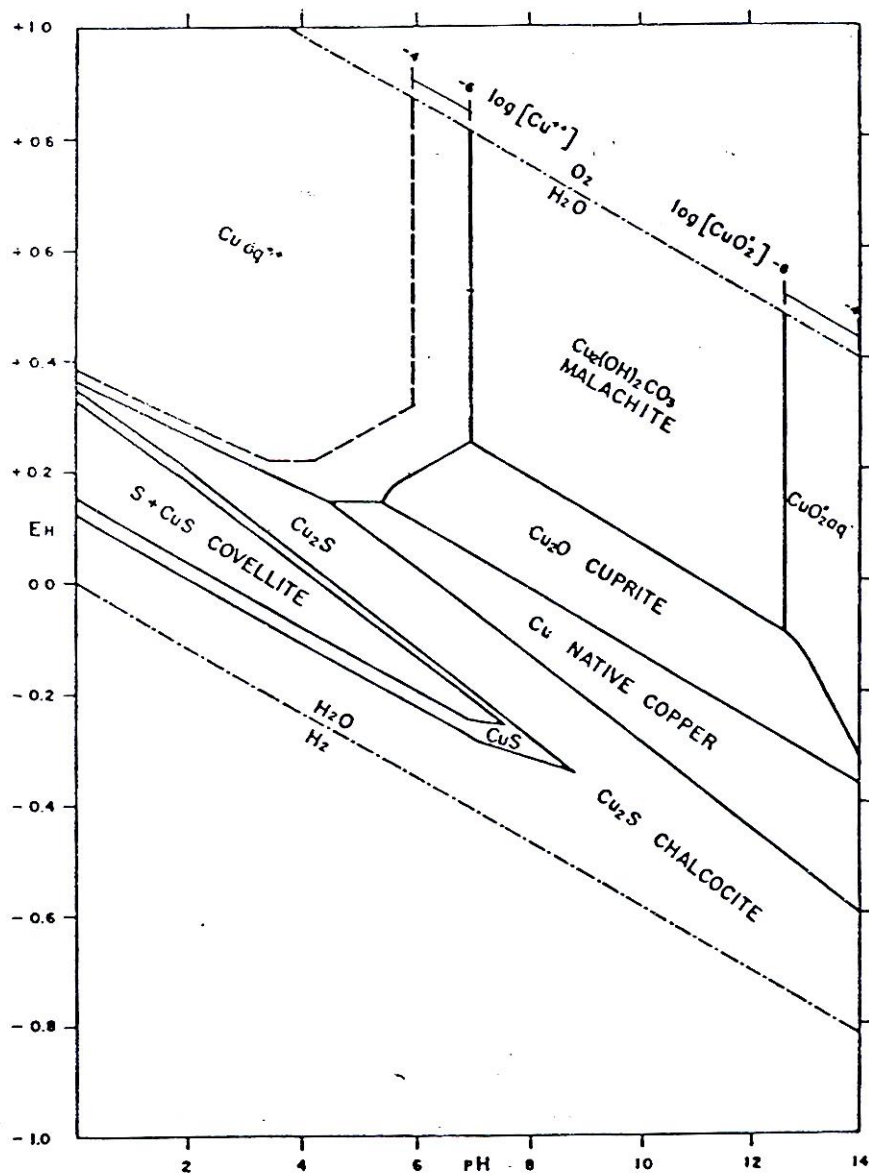
شکل کانی سازی مس در منطقه بیشتر به صورت رگه ای (رشت آباد، مس بولاغی، سنجده) و به ندرت به صورت پراکنده در متن آلتراسیونهاست. در آزمایشات ترمومتری سیالات درگیر مشخص شد که در حالت کلی درجه حرارت تشکیل فاز مس در کانسارهای رگه ای بین 280 تا 310 °C می باشد. از طرف دیگر کانی سازی بسیار مختصری که در مناطق آلتره شده دیده می شود در زون سربستیکیک واقع است. شواهد ترمومتری نشانگر تشکیل این زون در حرارت حدود 340 تا 365 °C می باشد. براساس آنالیز 120 نمونه آلتره شده توسط روش XRF مقدار متوسط مس در نمونه ها 14 PPm (جدول ضمیمه شماره 1) و براساس آنالیز 90 نمونه غیر آلتره شده توسط روش XRF مقدار متوسط مس در نمونه ها 7/6 PPm بوده است (جدول ضمیمه شماره 2) همچنین مقدار مس در نمونه های آلتره شده به روش جذب اتمی در سازمان زمین شناسی کشور (جدول ضمیمه شماره 10) برابر 31 PPm و در نمونه های غیر آلتره شده برابر 26 PPm بوده است (جدول ضمیمه شماره 10). مقدار متوسط مس نی در سنگهای آذرین پوسته (کلارک) بین 35 تا 55 PPm می باشد. با مقایسه اطلاعات بدست آمده در فوق مشخص است که افزایش ضعیفی در مقدار مس موجود در نمونه های آلتره شده نسبت به نمونه های غیر آلتره شده دیده می شود (در هر دو روش آنالیزی) این نکته می توان نشانگر اثرات کانی سازی بسیار ضعیف مس توسط محلولهای هیدروترمال در زمان آلتراسیون در داخل سنگها باشد. از طرف دیگر ممکن است این سؤال مطرح شود که اگر منشاء کانی سازی مس، محلولهای هیدروترمالی ناشی از تفریق و تبلور توده نفوذی است پس چرا در کنار کانی سازی ضعیف مس در مناطق آلتره شده، کانی سازی با عیار بالای مس ولی در حجم محدود مشاهده می شود. در جواب باید متذکر شد که یکی از پارامترهای مهم برای نهشت کمپلکسهای کلروره مس به

صورت کانیهای سولفیدی، افت حرارت محلولهاست. در هنگام تشکیل زون سریسیتیک درج حرارت محلولها حدود 360°C بوده است و لذا فرصتی برای نهشت کمپلکسها وجود نداشته است ولی با افت حرارت و در محدوده حرارتی 280 تا 310°C که محدوده حرارتی تشکیل زون آرژیلیک ضعیف و مخصوصاً پروپلتیک است. کمپلکسهای کلروره مس، امکان لازم برای نهشته شدن به صورت کانیهای سولفیدی را داشته اند و لذا مس به صورت رگه ای و یکجا (با عیار بالا) نهشته شده است.

در مورد مقادیر ضعیف مس در کل منطقه به ویژه در مناطق آثره شده می توان سه احتمال را در نظر داشت (مقدار مس در محدوده های آلتراسیونی در حد کلارک و در سنگهای غیر آثره کمتر از مقدار کلارک است). احتمال اول آن است که توده های نفوذی منطقه دارای توان ضعیفی از نظر کانی سازی مس بوده اند. با توجه به گسترش کانی سازیهای مس در منطقه زون طارم که همراه با همین نوع توده های نفوذی و سنگهای درونگیر می باشد و نیز وجود کانی سازی های رگه ای با عیار خوب در منطقه مورد مطالعه، این احتمال را بسیار ضعیف می سازد. احتمال دوم اینکه توده های نفوذی دارای توان مس بوده ولی به دلیل مقدار پایین کلر، امکان تشکیل کمپلکسهای کلروره برای حمل مقادیر کافی مس فراهم نبوده است. مقدار متوسط کلر در سنگهای آثره شده منطقه برابر 112 PPM و در سنگهای غیر آثره شده برابر 180 PPM می باشد. شواهد ترمومتری سیالات درگیر نیز نشان می دهد که شوری سیالهای کانه دار در حد 5 تا 14٪ وزنی معادل نمک طعام بوده است که شوری پایینی محسوب می شود. به اعتقاد Kesler (1975) و Edga (1994) مقدار کلر در سنگهای نفوذی پتاسیک باید 240 PPM باشد و مقادیر بدست آمده از آنالیز توده کوارتز مونزونیتی (13 نمونه آنالیز شده) برابر 203 PPM می باشد. با توجه به نهشته شدن سنگهای آذر آواری در محیطهای کم عمق دریایی حتی مقدار کلر این سنگها کمتر از مقدار معمولی آنهاست (180 PPM). کمبود کلر برای تشکیل کمپلکسهای کلروره مس می تواند مشکل اساسی در حمل مس توسط محلولهای هیدروترمالی و کانی سازی مس بوجود آورد. احتمال سوم و قوی تر آن است که

کانی سازی مس نه به آن مقداری است که در سطح مشاهده می شود و یا بوسیله مقدار مس نمونه های آنالیز شده از سطح بدست می آید. با توجه به نمودار (1-7) که شرایط پایداری ترکیبات مختلف مس را نشان میدهد، به راحتی متوجه می شویم که در شرایط $PH < 4$ حتی کربنات هیدرواکسیدهای مس مثل مالاکیت که از ردیابهای مهم مس می باشد به صورت ناپایدار بوده و توسط محلولهای اسیدی شسته و در شرایط $PH > 7$ نهشته خواهد شد. با توجه به گسترش بسیار زیاد پیریت در متن سنگهای آتزه شده و گوگرد فراوان موجود در این سنگها، همانگونه که انتظار می رفت، این محیط و آبهای جاری و یا فرورو این منطقه کاملاً اسیدی هستند. اندازه گیریهای متعدد که از آبهای سطحی زونهای آلتراسیون، به ویژه در زون سربیسیتیک به عمل آمد، PH این آبها را بین 2/5 تا 3 مشخص نمود. مسلم است در اینگونه محیطهای شدیداً اسیدی امکان پایداری هیچ یک از ترکیبات مس فراهم نیست و لذا در نمونه های برداشت شده از سطح مقدار مس حتی کمتر از مقدار کلارک آن می باشد.

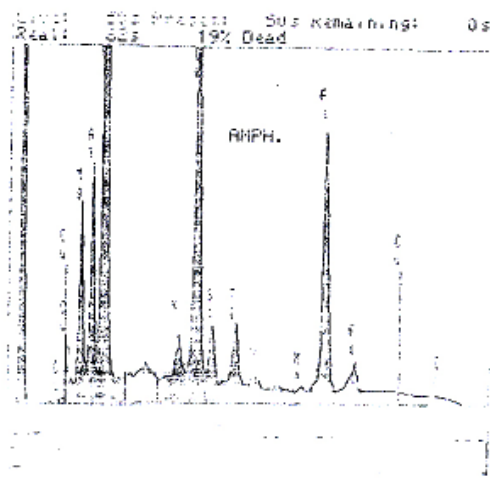
جهت شناخت منشاء مس که در این منطقه به صورت رگه ای کانی سازی کرده و اثراتی از کانی سازی پراکنده نیز مشاهده می شود، اقدام به آنالیز نقطه ای آمفیبول و بیوتیت در داخل توفها، بازالتهای آندزیتی و توده های نفوذی گردید این دو کانی بهترین محل برای جایگیری مس می باشند. مس می تواند از دو منبع مختلف منشاء گرفته باشد. یا از لیچینگ سنگهای درون گیر مثل آندزی بازالتها و توفها توسط محلولهای هیدروترمال بدست آمده باشد و یا توسط محلولهای هیدروترمال مستقیماً از ماگما آورده شده باشد. به اعتقاد Sillitoe (1976) منشاء مس به ویژه در کانسارهای مس پورفیری از ذوب بخش لیتوسفر فرورانده شده به زیر پوسته قاره ای در طی عمل فرورانش (Subduction) می باشد.



نمودار 7-1- پایداری ترکیبات مختلف مس در دیاگرام Eh - PH در شرایط کاملاً اسیدی هیچ ترکیب مس پایدار نیست.

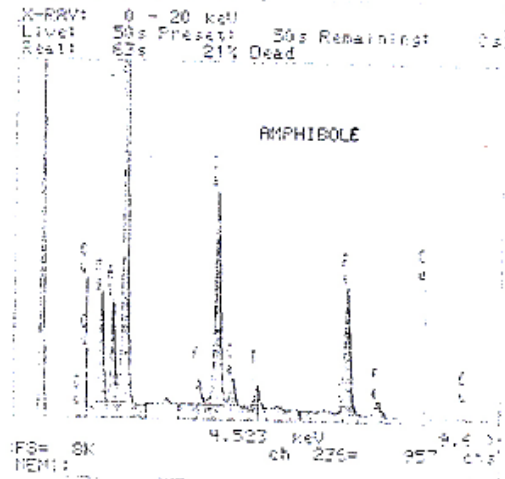
در نمودار (7-2) 4 آنالیز نقطه ای از آمفیبولهای سنگهای مختلف منطقه نشان داده شده است. همانگونه که در نمودار چهارگانه دیده می شود، هیچگونه افزایشی از مس در آمفیبولهای منطقه مشاهده نمی شود، در نمودار (7-3) نیز 3 آنالیز نقطه ای مربوط به بیوتیتهای سنگهای مختلف منطقه نشان داده شده است این نمودار نیز هیچگونه افزایشی از مس در کانی های بیوتیت نشان نمی دهند لذا می توان استنباط نمود که مس در اثر شستشوی سنگهای

آتشفشانی و آذرآواری منطقه توسط محلولهای هیدروترمال بدست نیامده بلکه به مقدار جزئی توسط محلولهای هیدروترمال از ماگما تأمین شده است.



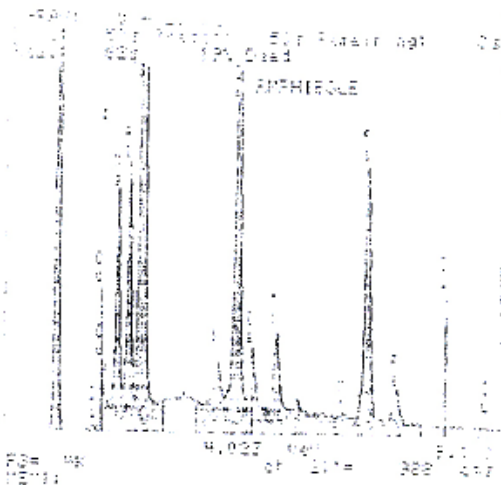
نمودار 2-7-ب- آنالیز نقطه ای آمفیبول از آندزی بازالت

منطقه کجل برای تعیین مقدار مس در آن



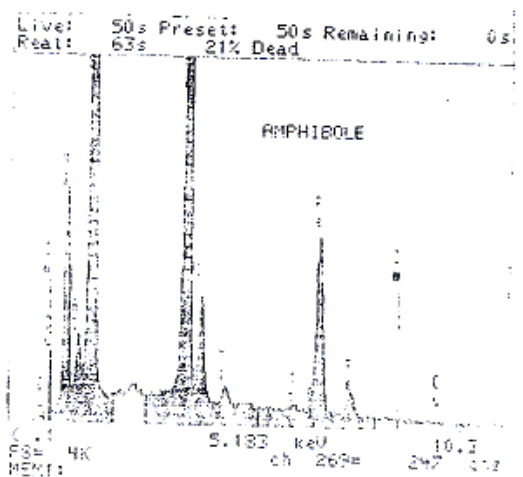
نمودار 2-7-الف- آنالیز نقطه ای آمفیبول از پیروکسن آندزی

بازالت منطقه کندیرق چای برای تعیین مقدار مس در آن



نمودار 2-7-د- آنالیز نقطه ای آمفیبول از دایک پورفیری

منطقه رشت آباد برای تعیین مقدار مس در آن

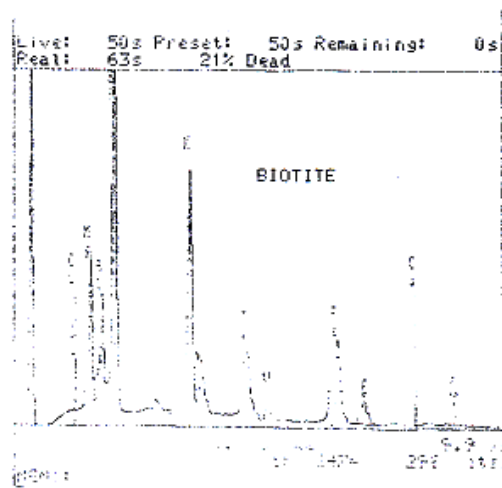
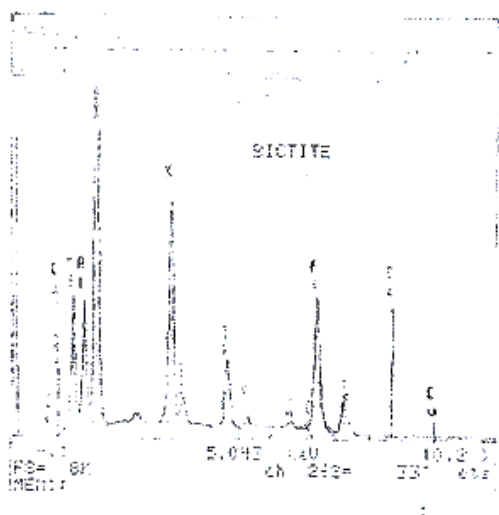


نمودار 2-7-ج- آنالیز نقطه ای آمفیبول از کوارتز مونزونیت

منطقه ورمزیار برای تعیین مقدار مس در آن

در خاتمه این بخش مقایسه ای نیز بین کانسارهای پورفیری و کانی سازی مس در منطقه مورد مطالعه انجام می گیرد از ویژگی های خاص کانسارهای پورفیری شوری بالای سیالهای کانی ساز گسترش برشهای خرد شده در بخش مرکزی کانسار، توده های گرانودیوریتی - کوارتز مونزونیتی و دیوریتی، زوناسیون خاص مناطق آلتراسیونی، درجه حرارت بالای تشکیل کانسارها و ... است. (Titely, 1972)

با توجه به مطالعات سیالات درگیر، شوری سیالات کانی ساز در این منطقه بسیار پایین تر از شوری سیالهای کانسارهای مس پورفیری است. درجه حرارت هموزنیزاسیون سیالهای درگیر نیز قابل مقایسه با کانسارهای مس پورفیری نیست. هر چند شواهدی مبنی بر جوشش سیالات در منطقه مورد مطالعه بدست آمد ولی این نمونه ها خیلی محدود بوده و عمومیت ندارد. وجود توده های کوارتز مونزونیتی و مخصوصاً منطقه بندی خاص زونهای آلتراسیونی که مشابه با کانسارهای مس پورفیری می باشد، احتمال کانی سازی مس پورفیری در این منطقه را بالا می برد. با در نظر گرفتن تمام شواهد مثبت و منفی کانی سازی مس پورفیری می توان گفت که احتمال کانی سازی مس به صورت پورفیری در این منطقه بعید ولی احتمال آن صفر نیست. چنانچه کانی سازی پورفیری مس وجود داشته باشد احتمال در اعماق زیاد خواهد بود که این امر توسط مطالعات ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی مشخص می گردد.

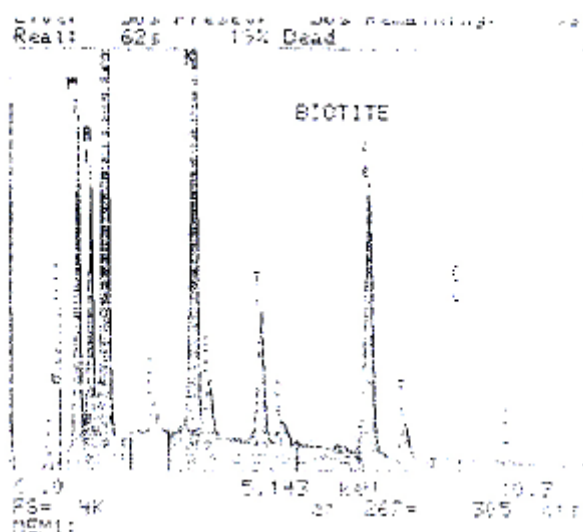


نمودار 3-7-ب- آنالیز نقطه ای بیوتیت از تراکیب الیگوسن

نمودار 3-7-الف- آنالیز نقطه ای بیوتیت از کوارتز مونزونیت

منطقه کمر برای تعیین مقدار مس در آن

منطقه حاجی سیران برای تعیین مقدار مس در آن

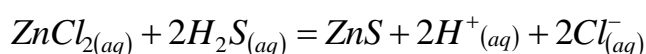
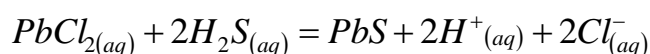


نمودار 3-7-ج - آنالیز نقطه ای بیوتیت از گرانودیوریت منطقه گلچین برای تعیین مقدار مس در آن

7-3- کانی سازی سرب و روی

در بخش‌های میانی و شمالی منطقه، شاهد کانی‌سازیه‌های رگه‌ای سرب و روی هستیم. برخی از این کانی‌سازیه‌ها عمدتاً به صورت گالن و کمی مگنتیت (آغچه قلعه و خلف) و برخی دیگر به صورت پلی‌متال مس، سرب و روی می‌باشند. (سنجده و شاه علی بیگلو)

سرب و روی می‌تواند به صورت کمپلکس‌های کلروره در محلول‌های هیدروترمالی حمل شده و در شرایط مساعد به صورت ترکیبات سولفیدی (PbS, ZnS) به شکل رگه‌ای - رگچه‌ای یا توده‌ای و لایه‌ای نهشته شود. برای ناپایداری کمپلکس‌های سرب و روی، خروج گازهای SH_2 و CO_2 از محلول هیدروترمال، افزایش PH محلول هیدروترمال، افت درجه حرارت، واکنش با سنگ‌های دیواره و مخلوط شدن با محلول‌های دیگر لازم است. در صورت خارج شدن گازهای SH_2 و CO_2 در اثر جوشش سیال همراه با کاهش سریع حرارت، PH محلول نیز بالا رفته و کمپلکس‌های کلروره سرب و روی می‌توانند به صورت زیر نهشته شوند.



نکات جالبی در مورد کانی‌سازیه‌های سرب و روی این منطقه دیده می‌شود که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

I - در کانی‌سازیه‌های رگه‌ای هیدروترمال، معمولاً درجه حرارت تشکیل کانی‌های گالن و اسفالریت و یا فاز سرب و روی بین 150 تا $200^\circ C$ محاسبه می‌شود. براساس مطالعات دقیق سیالات درگیر از تمام کانی‌سازیه‌های رگه‌ای منطقه، درجه حرارت متوسط فاز سرب و روی در این منطقه بین 215 تا $240^\circ C$ می‌باشد که نسبت به دیگر کانی‌سازیه‌های مشابه، محدوده حرارتی بالاتری را نشان می‌دهد (خلف $180 - 200^\circ C$ ، شاه علی بیگلو $240 - 270^\circ C$ ، سنجده $230 - 260^\circ C$ و آغچه قلعه $220 - 240^\circ C$) مخصوصاً در کانسارهای شاه علی بیگلو و سنجده محدوده حرارتی فاز سرب و روی بالاتر از مناطق دیگر است. این امر به دلیل نزدیکی این دو محل به منبع حرارتی سیال‌های هیدروترمال (توده‌های کوارتز مونزونیتی) است. چنانکه از نظر ارتفاعی نیز این کانسار در پایین‌ترین تراز ارتفاعی نسبت به بقیه کانسارها قرار دارند. به علت دور بودن کانسار خلف و آغچه قلعه

از منبع حرارتی و محدوده های آلتراسیونی، درجه حرارت تشکیل فاز سرب و روی در این مناطق پایین تر می باشد.

II - در بیشتر کانی سازیهای سرب و روی منطقه و به ویژه در سه کانسار سنجد، شاه علی بیگلو و خلف شاهد تشکیل کانیهای سولفوسالتی به صورت تتراندريت - تنانتیت و گاهی انارزیت در داخل گالن و اسفالریت هستیم. این مسأله فراوانی ارسنیک و آنتیموان را در محلولهای هیدروترمال سازنده کانسارها نشان می دهد. در نمونه هایی که از معدن سنجد و شاه علی بیگلو برای عضو آنتیموان مورد آنالیز قرار گرفت، مقدار این عنصر به ترتیب 3230 Ppm و 5720 Ppm گزارش گردید (جدول ضمیمه شماره 8) مطالعات میکروسوند نیز وجود این کانیها را تأیید نموده است. همانگونه که در بخش کانی سازی مس و به ویژه طلا نیز اشاره گردید، ارسنیک و آنتیموان می توانند نشان دهنده کانی سازی طلا در منطقه نیز باشند.

III - ساختمان منطقه ای مشخصی در کانی سازیهای سرب و روی این منطقه به ویژه در بخش شمالی محدوده مورد مطالعه دیده می شود. همانگونه که در بخش I اشاره گردید، وقتی از طرف کانی سازی سنجد به طرف کانی سازی خلف حرکت می شود، افت حرارتی مشخصی با دور شدن از مرکز آلتراسیونها به طرف حاشیه مشاهده می شود. این مسأله در کانی شناسی و مقدار مس و سرب و روی این کانسار مس، سرب و روی این کانسارها نیز کاملاً مشهود است. کانی سازی پلی متال سنجد را می توان یک کانسار مس، سرب و روی این کانسارها نیز کاملاً مشهود است. کانی سازی پلی متال سنجد را می توان یک کانسار مس، سرب و روی نامید چرا که مقدار مس در این کانی سازی بیشتر از شاه علی بیگلو و خلف است. کانی سازی شاه علی بیگلو به صورت یک کانسار روی، سرب و مس است، بطوریکه در مقایسه با سنجد مقدار مس در این محل به شدت کاهش یافته و مقدار روی بیشتر می شود. در کانی سازی خلف تقریباً مسی مشاهده نمی شود یا بسیار کم است و بیشترین حجم کانی سازی به صورت گالن با اندکی اسفالریت و مگنتیت است. جالب است که مقدار نقره در این کانسار

نیز نسبت به دو محل قبلی بیشتر است. این مسائل نشان دهنده یک ساختمان منطقه ای (Zonning) در کانی سازیهای سرب، روی و مس این منطقه نسبت به منبع حرارتی کانی سازیهاست.

IV - از پدیده هایی که در تمام کانی سازیهای این منطقه، مناطق آلتراسیونی و به ویژه کانی سازیهای سرب و روی مشاهده می شود، وجود کانی سازی اندک مگنتیت همراه آنهاست. تشکیل مگنتیت نشانگر محیط اکسیدان حاکم بر محلولهای هیدروترمالی سازند این کانی سازیهاست.

V - در تمام زون البرز غربی و طارم شاهد تشکیل کانی سازیهای رگه ای سرب و روی هستیم از جمله این مناطق می توان به کانسارهای زه آباد، باریک آب و کانی سازیهای منطقه مورد مطالعه اشاره نمود. آخرین کانی سازی سرب و روی در زون طارم و طالش کانسار خلف است. پس از این کانسار تا منطقه شمال و غرب اهر هیچگونه کانی سازی سرب و روی گزارش نشده است. علت این مسأله به صورت مفصل تری در بخش نهم این رساله بحث خواهد شد. همچنین امتداد کانی سازیهای سرب و روی سنجد و شاه علی بیگلو متأثر از گسل شمال غربی - جنوب شرقی شاه علی بیگلو - مندجین و کانی سازی خلف متأثر از گسل شمال شرقی - جنوب غربی خلف - دیز است. در این مورد در بخش هشتم بیشتر بحث خواهد شد.

4-7- کانی سازی کانیهای پگماتی

پگماتیتهای سنگهای درشت دانه آذرین یا دگرگونی می باشند که عموماً ترکیب گرانیتی - گرانودیوریتی دارند. همانگونه که در فصلهای قبلی (فصل 4 و 6) اشاره گردید در منطقه مورد مطالعه آثار و شواهدی از فاز پگماتی همراه با اثرات کانی سازی آن مشاهده می شود. از مجموع شواهد، اینگونه استنباط می شود که فاز پگماتی مورد بحث کی فاز کامل با تمام ویژگی های پگماتیتهای نیست بلکه برخی از شواهد پگماتیتهای در این فاز مشاهده می شود

و شاید بتوان آن را یک فاز شبه پگماتیته نارس نام نهاد. در این قسمت به صورت خلاصه به شواهد سنگ شناسی، کانی شناسی و مینرالوگرافی پگماتیته‌ها در منطقه اشاره می‌گردد.

I - وجود تورمالین خورشیدی با چند رنگی منفی شدید که به صورت پرکننده حفره های توفها و بازالتها در مناطق گاو - کمر، گلچین، جیزوان و مندجین می باشد. می تواند از اثرات فاز پگماتیته و آلتراسیون گرایزنی باشد.

II - تشکیل مقدار زیاد آپاتیت در کنار تورمالین در اغلب مناطق یاد شده و مخصوصاً در منطقه گاو - کمر، گلچین و مندجین مربوط به فاز پگماتیته پلوتونیسیم ناحیه است.

III - وجود کانیهای بسیار درشت بلور ارتوز (با طول حداکثر 10 سانتیمتر)، مسکویت، کوارتز و فلدسپات سدیک نسبتاً بزرگ (تا حد 1 سانتیمتر) در توده کوارتز مونزونیتی و مونزوگرانودیریتی منطقه شهرآباد، از شواهد بافتی فاز پگماتیته در این منطقه می باشد.

IV - هر چند که در مطالعات پتروگرافی، کانی فلئورین تشخیص داده نشد ولی مقادیر بسیار بالای فلئور و اکسید کلسیم در نمونه های مناطق آلتراسیونی گرایزن و برخی از نمونه های توده های نفوذی (9142 PPM ، 3256 PPM و 1527 PPM در کوارتز مونزونیت حاجی سیران، 3934 PPM در جیزوان 1220 PPM در گلچین، 1308 PPM در مندجین و 2059 PPM در نیمه هیل) می تواند نشانگر فلئورین در این سنگها باشد. پاراژنزفلئورین، آپاتیت و تورمالین از پاراژنهای مهم پگماتیته محسوب می شود.

V - کانی سازی کانیهای تنگستن دار از قبیل ولفرامیت و شلیت که در توده های پگماتیته مشاهده می شود از شواهد کانی سازی پگماتیته یا شبه پگماتیته این منطقه است (نمودار 6-8 و 6-9) در برخی از نمونه های غیر کانی سازی شده مناطق آلتراسیونی مقدار تنگستن به 560 و 475 PPM می رسد. این کانی سازیها بیشتر در منطقه مندجین - شاه علی بیگلو و گاو - کمر مشاهده می شود که شواهد ترمومتری بیشتری در این مناطق مشاهده می شود.

سازی مس و سرب و روی را نیز در این نقطه نشان می دهد. از طرف دیگر گسترش بیشتر زون آلتراسیون نسبت به محدوده های دیگر و حداکثر مقدار طلای بدست آمده از آنالیزها، همگی نشانگر نزدیکی توده نفوذی نسبت به سطح در منطقه مندجین و در نتیجه حرارت بالای کانی سازی در این نقطه است.

VI - وجود کانی سازه های ضعیف قلع و بیسموت به صورت کانیهای استانتیت $Su_2 Fe Sn S_4$ و ایکینیت $PbCuBi S_3$ در مناطق شاه علی بیگلو و رشت آباد (مجاور منطقه گلچین) از شواهد کانی سازی شبه پگماتیستی در منطقه مورد مطالعه می باشد. (نمودار 6-10 و 6-18)

VII - وجود بافت های پگماتیستی در توده های نفوذی منطقه طارم (گفته شفاهی م. حسینی، م. مؤید) که در مجاورت منطقه مورد مطالعه قرار دارد، احتمال تشکیل کانی سازی پگماتیستی ضعیف یا نارس را در هر دو منطقه تقویت می کند.

5-7- جمع بندی و نتیجه گیری

1- آثار و شواهد زیادی در منطقه بدست آمد که می تواند نشانگر کانی سازی طلا در این ناحیه باشد از جمله این شواهد می توان به موارد زیر اشاره کرد. وجود مقادیر تا حد 0/5 Ppm طلا در نمونه های آنالیز شده محدوده های آلتراسیونی، نزدیکی نوع توده های نفوذی منطقه با کانی سازه های مزوترمال طلا که در سایر نقاط دنیا گزارش شده، زوناسیون خاص آلتراسیونها و مشابهت آن با کانی سازه های طلای پورفیری، پیریت زایی بسیار شدید که نشانگر فوگاسیته زیاد گوگرد در محلولهای هیدروترمالی است، گسترش زونهای آلونیتی و سیلیسی که راهنمایی برای پی جویی طلا است، وجود مقدار کم قلع، تنگستن و بیسموت در منطقه، وجود یک فاز گرم کانی سازی براساس شواهد ترمومتری سیالات درگیر، وجود ترکیبات تلورور، آرسنیک، و آنتیموان دار به عنوان ردیابهایی برای کانی سازی طلا و وجود مقادیر بسیار کم نقره و مولیبدن.

2- کانی سازی مس عمدتاً به صورت رگه ای و رگچه ای صورت گرفته است. شواهد کافی مبنی بر کانی سازی مس پورفیری در منطقه بدست نیامد. درجه حرارت متوسط فاز کانی سازی مس رگه ای بین 280 تا $310^{\circ}C$ می باشد. وجود مقادیر خیل کم مس در مناطق آلتراسیون (در حد کلارک) می تواند به دلیل شستشوی بسیار شدید ترکیبات مس در PH خیلی اسیدی مناطق آلتراسیون باشد $PH = 2.5 - 3$ منشاء مس کانی سازی شده در این منطقه از توده های کوارتز مونزونیتی و فاز هیدروترمالی آن می باشد و پدیده لیچینگ سنگهای بازالت آندزیتی و توفهای ائوسن نقشی در تأمین مس کانی سازی شده نداشته است.

3- کانی سازی سرب و روی فقط به صورت رگه ای و رگچه ای در منطقه صورت گرفته است. درجه حرارت متوسط تشکیل کانی سازی سرب و روی منطقه بین 215 تا $240^{\circ}C$ بوده است. از ویژگیهای این کانی سازیها وجود مقادیر زیاد کانیهای سولفوسالتی مثل تتراندريت و تنانتیت و اغلب مگنتیت با آنهاست. ساختمان منطقه ای در کانی سازی های سرب، روی و مس منطقه مشاهده می شود و کانی سازی سرب خلف آخرین تظاهر کانی سازی سرب در حد فاصل این منطقه تا منطقه اهر - ارسباران می باشد.

4- یک فاز کانی سازی شبه پگماتیته یا پگماتیته نارس در منطقه مشاهده می شود. از اثرات این فاز می توان به کانی سازی قلع، تنگستن و بیسموت اشاره نمود.

منابع فارسی

1- اسمیر نوف، و. ای. (1367) زمین شناسی ذخایر معدنی، ترجمه کرامت ا... علی پور، مرکز نشر

دانشگاهی.

- 2- اوانز، آ. ام (1373) مقدمه ای بر زمین شناسی کانسنگها، ترجمه فریدمر و سید جواد مقدسی، انتشارات دانشگاه شیراز، 522 ص.
- 3- حاجی علیلو، بهزاد (1375) گزارش پی جویی و آثار یابی مواد معدنی در منطقه شرق شهرستان میانه (بخش کاغذ کنان)، اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان شرقی، 128 ص.
- 4- سورل، چ. (1360) راهنمای تشخیص کانی های جهان، ترجمه محمود بهزاد، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، 312 ص.
- 5- فار، گوئتر (1370) اصول زمین شناسی ایزوتوپی، ترجمه بیژن اعتمادی، انتشارات دانشگاه شیراز 750 ص.
- 6- فرهنگی، عباس، بقوزیان، صیاد، پاشایی، محمود و میناسیان، ژرژ. (1368) طلا، انتشارات نخست وزیری 343 ص.
- 7- کریم پور، محمد حسن (1368) زمین شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید مشهد، 403 ص.
- 8- پور محمدی، مهین (1372) کانی شناسی غیر سیلیکاتها، انتشارات دانشگاه پیام نور، 385 ص.
- 9- مؤید، محسن (1370) بررسیهای پتروگرافی و پتروشیمی سنگهای نوار ولکانو پلوتونیک منطقه طارم در ارتباط با ژنزمس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، 213 ص.
- 10- یعقوب پور، عبدالمجید (1366) مبانی زمین شناسی اقتصادی مرکز نشر دانشگاهی 265 ص.

References

- 1- Barnes, H.L. (1979) Geochemistry of hydrothermal ore deposits, 2nd Edition, wiley,

- 2- Benning, L.G. & Sward, T.M. (1996) Hydrosulphide complexing of Au (I) in hydrothermal solution from 150-400 °C and 200-1500 bar, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 60, No. 11, pp: 1849-1971
- 3- Benning, L.G. & Seward, T.M. (1996) Hydrosulphide complexing of gold (I) at high pressures and temperatures : equilibrium and problems, Gold Schmidt conference, Edinburgh
- 4- Boiron, M.C. & Cathelineau, M. & Trescases, J.J. (1989) Conditions of gold – bearing arsenopyrite crystallization in the Villeranges basin, March-Combrailles shear zone, France, *Economic geol.*, Vol. 84, pp: 1340-1362.
- 5- Cathelineau, M. (1986) The hydrothermal alkali metasomatism effect on granitic rocks, Quartz dissolution and related subsolidus changes, *J. Petrol.*, Vol. 24, pp: 945-956
- 6- Cathelineau, M. (1986) The hydrothermal alkali metasomatism effect on granitic rocks, Quartz dissolution and related subsolidus changes, Vol. 24, pp: 945-956
- 7- Foster, R.D. (1991) *Gold Metallogeny and exploration*, Blackie & son LTD
- 8- Gammons, C.H. & Williams-Jones, A.E. (1995) The solubility of Au-Ag alloy + AgCl|NaCl Solution at 300 °C: New data on the stability of Au (I) chloride complexes in hydrothermal fluids, *Geochimica et cosmochimica Acta*, Vol. 95, pp: 3453-3468
- 9- Gammons, C.H. & Williams-Jones, A.E. (1994) New data on the stability of gold (I) chloride complexes at 300 °C, Conference, Edinburgh
- 10- Hayashi, K.I. & Ohmoto, H. (1991) Solubility of gold in NaCl- and $H_2^{S-bearing}$ solutions at 250-350 °C, *Geochimica et cosmochimica Acta* Vol. 55, pp: 2111-2126
- 11- Haynes, D.W., Cross, L.C., Bills, R.T. & Reed, M.H. (1995) Olympic Dam ore Genesis : A Fluid – Mixing Model, *Economic Geol.*, Vol. 90, pp: 281-30

- 12-Karimpour, M.H. (1982) Petrology, geochemistry and genesis of the A.O. Prophyry copper complex in Jackson countries, North western Colorado. Hh.D. thesis, univ. Colorado, U.S.A 250 p
- 13-Knipe. S.W., Foster , R.P. & C.Y.(1992) Role of sulphid surfaces in sorption of precious metals from hydrothermal fluids.
- 14-Matthai, S.K., Henley , R.W & Heinrich , C.A. (1995) Gold precipitation by fluid mixing in bedding – parallel fractures near carbonaceous slate at the cosmopolitan Howley gold deposit, northern Australia, Econ, geol., Vol.90 . No. 8,pp:2123-2138
- 15-Mc Guay, T.C & Kerrich, R. (1998) Ore geology review 12, pp:381-453.
- 16-Mikuchi, E.J. (1998)hydrothermal transport and depositional process in Archean lode-gold system: A review, Ore Geology Reviews No. 13,pp:307-321.
- 17-Muller, D. & Gross, D.A. (1996) High potassium rocks with gold copper mineralization
- 18-Nekrasov, I.Y. (1996) Geochemistry, Mineralogy and genesis of gold depositite.
- 19-Ridley .J. et al (1996) Ore Geology reviews 10. pp:279-293.
- 20-Romberger, S.B. (1988) Transport and deposition of precious metals in epithermal deposits. Econ. Geology, Vol. pp:219-231
- 21- Shchegloe, A. D. (1979) Fundamentals of Metallogenetic Analysis, Mir Publishers,
- 22- Solovov, A.P. (1987)Geochemical Prospecting, Mir Pub. Moscow, 287 p.
- 23- Yazdi, M. (1997) Gold Mineralization in the granitoid rocks of the Voltus area, Rosmital Block, Czech Republic. 166 p.
- 24- Zoto, A.V.,Kudrin, A.V., Levin, K.A. Shikina, N.D. &Varyash, L.N. (1992) Experimental studies of the solubility and complexing of selected ore elements (Au, Ag, Mo, As,Sb,Hg) in aqueous solution.

فصل هشتم

تکتونیک و مطالعات

سنجش از دور

با توجه به ارتباط تنگاتنگ متالورژی هر منطقه با ساختهای تکتونیکی از قبیل چینها و گسل ها به عنوان کنترل کننده های ثانویه در کانی سازی، و به جهت مشخص شدن روند اکتشافات معدنی آینده در هر ناحیه، لازم است رابطه این پدیده ها با فلز زایی به درستی مطالعه و مشخص گردد. در همین ارتباط از مطالعات سطحی چین خوردگیها، گسلها، درزها به همراه مطالعات سنجش از دور بر روی عکس های ماهواره ای استفاده شده و نکات جالبی در این راستا مشخص گردید که پس از مقدمه ای کوتاه بر آنها پرداخته می شود.

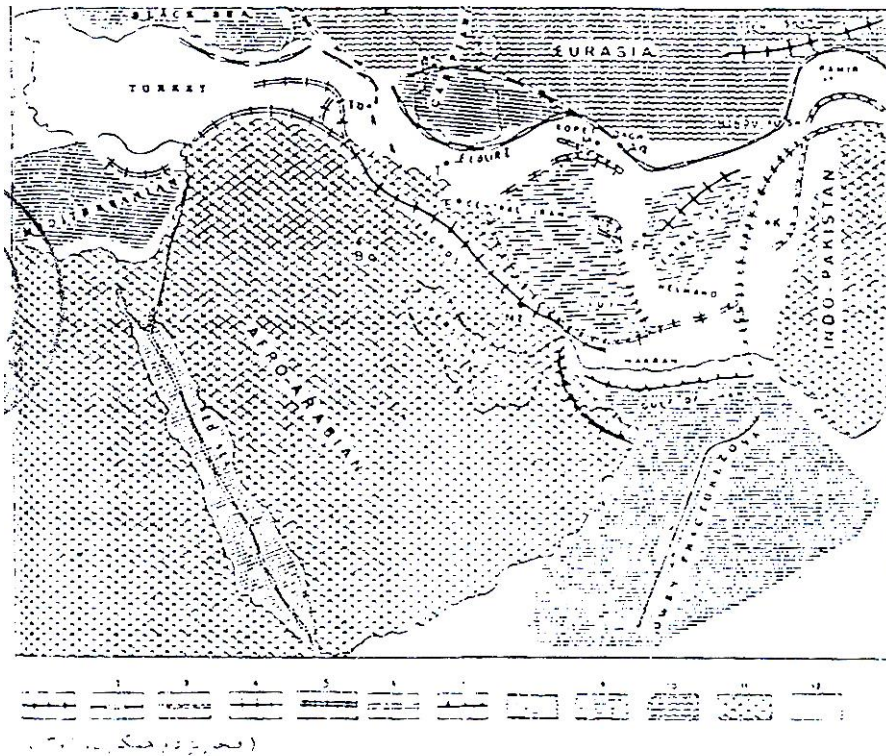
1-8- شکل گیری پوسته قاره ای ایران و البرز غربی - آذربایجان

ایران در 1/4 میلیارد سال قبل قسمتی از تنها قاره آن زمان یعنی قاره مگاژا بوده که فعالیتهای ماگمایی و دگرگونی در آن اهمیت زیادی داشته است. در 1/4 تا 0/8 میلیارد سال قبل تقسیم شدن قاره مگاژا آغاز شد که حاصل آن دو ابر قاره بنام گندوانا و اورازیا و اقیانوس پالئوتتیس در بین آنها بوده است. بر اثر کوه زایی کاتانگایی (700 تا 850 میلیون سال قبل) سنگهای آذرین فراوانی پدید آمد و به این ترتیب پی سنگ پرکامبرین ایران، پاکستان و بخشی از افغانستان، ترکیه و عربستان به صورت پلاتفرم نسبتاً پدیدار درآمد.

پالئوتتیس اقیانوس بزرگی بوده که از اقیانوس کبیر به طرف غرب گسترش پیدا کرده و در حدفاصل دو ابر قاره گندوانا (جنوبی) و اورازی (شمالی) قرار می گرفته است. طبق عقیده اشتامفلی (1978) پالئوتتیس که از کامبرین - اردوویسین شروع به گسترش نموده در کربنیفر فوقانی (هر سی نین) بسته شده است. این محققین آثار

بسته شدن پالتوتیس را کمربند چین خورد هر سی نین و وجود یک نوار افیولیتی به سن کربنیفر - پرمین در صفحه توران و قفقاز می دانند. تا زمان کربنیفر بالایی - پرمین، ایران بخشی از ابرقاره گندوانا بوده و پس از آن در اثر بازشدگی اقیانوس نئوتتیس در محل فعلی زمین درز زاگرس، از گندوانا جدا شده و به طرف اورازی حرکت می کند. (اوبون و همکاران 1980)

به اعتقاد اشتوکلین (1977)، بربریان (1980) و مجیدی (1981) افیولیت‌های مشهد و اسالم - شاندرمن مرز تصادم دو صفحه توران (اورازی) با گندوانا است که در نتیجه کوه زایی هر سی نین اتفاق افتاده ولی از نظر افتخار نژاد و بهروزی (1991) این افیولیت‌ها متعلق به کافی است که در پرموکرینیفر در حاشیه شمال شرقی پلاتفورم افریقا - عربستان (گندوانا) ایجاد شده و باعث بوجود آمدن اقیانوس دیگری به نام پالتوتیس دوم یا تتیس ایندو زیند شده است. از نظر ایشان آثار بسته شدن پالتوتیس را بایستی در مناطق شمالی کپه داغ و بیرون از مرز ایران جستجو کرد. پالتوتیس دوم در تریاس بسته شد (شکل 8-1) به اعتقاد اشتوکلین پوسته اقیانوسی خزر جنوبی بخشی از پوسته اقیانوسی پالتوتیس بوده، ولی به نظر افتخارنژاد این پوسته بخشی از پوسته اقیانوس پالتوتیس دوم (با سن رادیومتری 296 تا 342 میلیون سال) می باشد.



شکل 8-1- موقعیت پالتوتیس، مزوتتیس از نظر افتخارنژاد و همکاران

از اواخر میوسن یک تحول جدید فراگیر در تکتونیک جهانی بوجود آمده و در حال توسعه است. این تحول عبارت است از ایجاد مناطق کششی و شکستگیهای بزرگ در بخشهای مختلفی از جهان مثل دریای سرخ که بی شباهت به تولد تیس در تریاس نیست. روند این تحول نسبت به سیستم آلپ مورب است، همچنانکه روند تحول و تکامل تیس نسبت به سیستم هر سی نین مورب بوده است (ابون و همکاران 1980) بلوک ایران مانند بلوک آناتولی تحت فشار اورازی و عربستان قرار گرفته و در نتیجه این فشار، بلوک آناتولی به طرف غرب و بلوک ایران به طرف شرق جابجا می شود. روراندهای فراوان در قفقاز و گسلهای کشویی راستگرد زاگرس و شمال آناتولی و نیز گسلهای چپ گرد و جنوب آناتولی نشان دهنده این حرکت هستند.

8-2- تکتونیک عمومی البرز غربی - آذربایجان:

تاریخچه زمین شناسی و تکتونیک البرز غربی و بویژه آذربایجان دارای نکات پیچیده تری نسبت به سایر مناطق زمین ساختی ایران می باشد. از کرتاسه و پس از آن این منطقه شاهد فازهای فشارشی و کششی فراوانی بوده که هر کدام از آنها ضمن ایجاد ولکانیسم و پلوتونیسم گسترده، ساختارهای تکتونیک قبل از خود را متأثر کرده و بر پیچیدگی تکتونیک منطقه افزوده است. در این قسمت به اثرات این فازها و تکوین ساختارهای مهم البرز غربی و آذربایجان اشاره می شود.

سلسله کوههای البرز با روند تقریباً شرقی - غربی بخشی از رشته جبال آلپ - هیمالیاست که در طی حرکات کوه زایی آلپ پایانی به صورت فعلی در آمده است. تصور می شود که امتداد شرقی - غربی البرز، قدیمی و به کامبرین تعلق دارد که چین خوردگیهای بعدی نیز تحت تأثیر آن قرار داشته است. کوه زایی کاتانگایی در پرکامبرین موجب محکم شدن پی دگرگونی البرز و بالا آمدن آن بدون چین خوردگی شده است. این پی در پالئوزوئیک به صورت یک فرا زمین از آب بیرون بوده و مواد حاصل از فرسایش آن حوضه های رسوبی پالئوزوئیک حوالی البرز و ایران مرکزی را تغذیه می کرده است (صالحی 1978، حقی پور 1981، رضوی 1372) آذربایجان نیز در پالئوزوئیک نقش یک پلاتفرم را بازی کرده که در مزوزوئیک و ترشیر بسیار فعال شده است. چین خوردگی کیمبرین پیشین (تریاس بالایی) در البرز شرایط تشکیل طبقات زغالدار را در لیاس فراهم کرده است. فاز کوه زایی کیمبرین پسین در ژوراسیک فوقانی اثر چندانی در البرز نداشته است. وجود رخساره های تخریبی در کرتاسه پایانی و پالئوسن در البرز - کنگلومرای فجن) نشانگر خروج البرز از آب در اثر فاز کوه زایی لارامین می باشد. فاز فشارشی لارامین باعث چین خوردگی سریهای قدیمی در آذربایجان شده است.

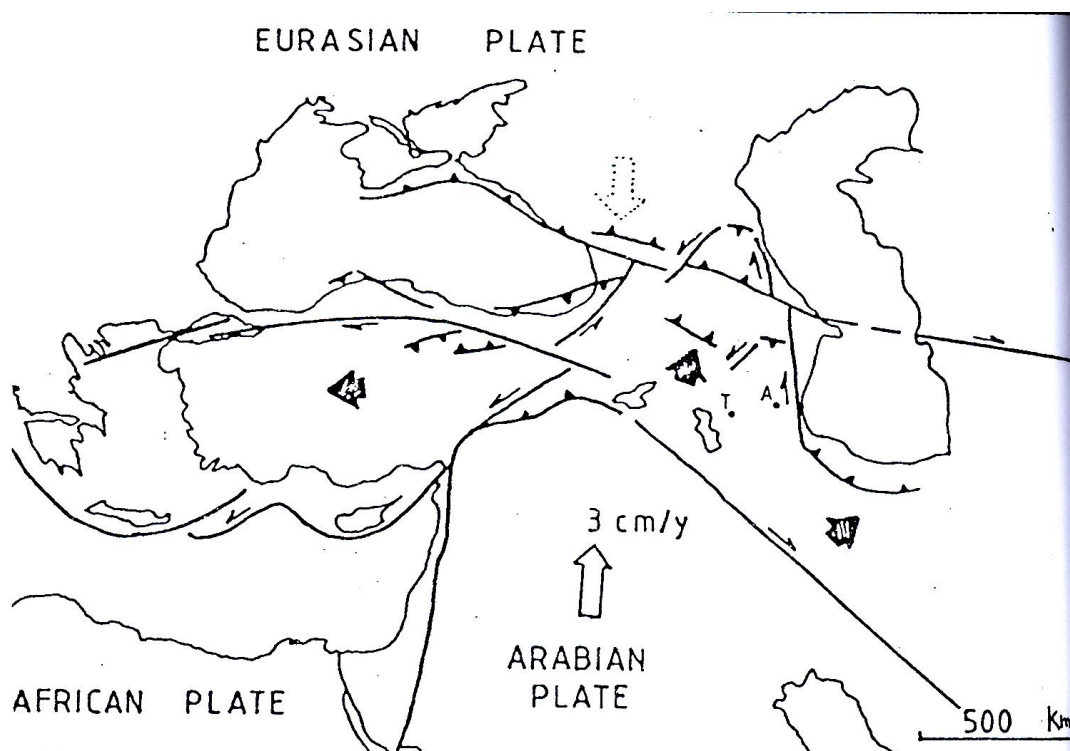
بیشترین تحولات در البرز غربی و آذربایجان از ائوسن شروع شده (فازکششی ائوسن و شروع ولکانیسم گسترده ائوسن) و در فازهای کوه زایی الیگوسن تحتانی (پیرینه)، میوپلیوسن و پلیوپلیوستسن (پاسادنین) ضمن جایگیری توده های نفوذی و خروج کامل البرز غربی و آذربایجان از آب، روندهای ساختاری فعلی البرز غربی -

آذربایجان شکل گرفته اند. به دلیل اهمیت این مقطع زمانی در شکل گیری ساختارهای تکتونیکی به صورت کامل تری به آن پرداخته می شود.

از ائوسن تا الیگوسن یک فاز کششی که نقطه اوج آن در ائوسن میانی و فوقانی است و منطبق بر کافت داخلی قاره ای این دوره بوده، البرز غربی و آذربایجان را متأثر ساخته است. فاز لوتتین (Lutetien) باعث پیشروی دریای کم عمق در آذربایجان و البرز غربی شده و تشکیل سری ولکانیکی قابل مقایسه با سازند کرج در این ناحیه شده است.

فاز کوه زایی پیرینه (الیگوسن تحتانی) همچون سایر مناطق ایران فاز متالوژنیک البرز غربی و آذربایجان نیز بوده است. در طی این فاز سریهای ائوسن در البرز غربی چین خوردگی حاصل نموده و گسلهای کششی به موازات محور چین خوردگیها ایجاد می شود. محور چین خوردگیهای منطقه و نیز مناطق گسلیده حاصل از این چین خوردگی بستر مناسبی برای جای گیری توده های نفوذی و ایجاد آلتراسیون گرمایی و کانی سازی گسترده در این ناحیه بوده است. در این زمان کافت ائوسن جوش خورده و با گرانیتهی شدن پوسته، صفحه آذری نیز حالت کراتونی به خود می گیرد. در این زمان توده های نفلین سینیت، گرانودیوریت و کوارتز مونزونیت در آذربایجان تزریق شده اند. به اعتقاد معین وزیری فاز پیرینه در البرز باعث فعالیت مجدد گسلها و چین خوردگی شده است. در آذربایجان شرقی و کوههای طارم، اثر این فاز به تشکیل چین هایی با امتداد شرقی - غربی در شمال زنجان محدود شده است. به طرف شمال شرق تأثیر فاز تکتونیکی الیگوسن تحتانی ضعیف بوده و توفهای ائوسن به حالت افقی باقی مانده اند. این فاز تکتونیکی در قافلان کوه و شرق پلاتوی میانه دارای حداکثر شدت بوده است. از نظر معین وزیری (1375) بالا آمدن زمینها در منطقه میانه و تکه تکه شدن پلاتفرم آذربایجان و تشکیل حوضه های سوبسیدانس در این زمان صورت گرفته ولی برخی دیگر، این پدیده ها را به فاز بین الیگوسن فوقانی و میوسن نسبت می دهند که در ادامه به آن پرداخته می شود.

به نظر زونن شاین ولویشون (1986) ، دیدون و ژرمن (1976) و Rebaii و همکاران (1992) در حد فاصل الیگوسن و میوسن گسلهای تبدیلی طالش و ابوالسمر تحت فشار حاشیه شمالی عربستان با راستایی به طرف شمال و سرعت 3 سانتی متر در سال باعث تغییر مکان آذربایجان و موجب شکسته شدن البرز در ناحیه طالش و انحنای آن به طرف شمال غرب شده است (شکل 2-8 و 3-8) این فاز فشاری مقدمه چین خوردگی قفقاز بوده است.

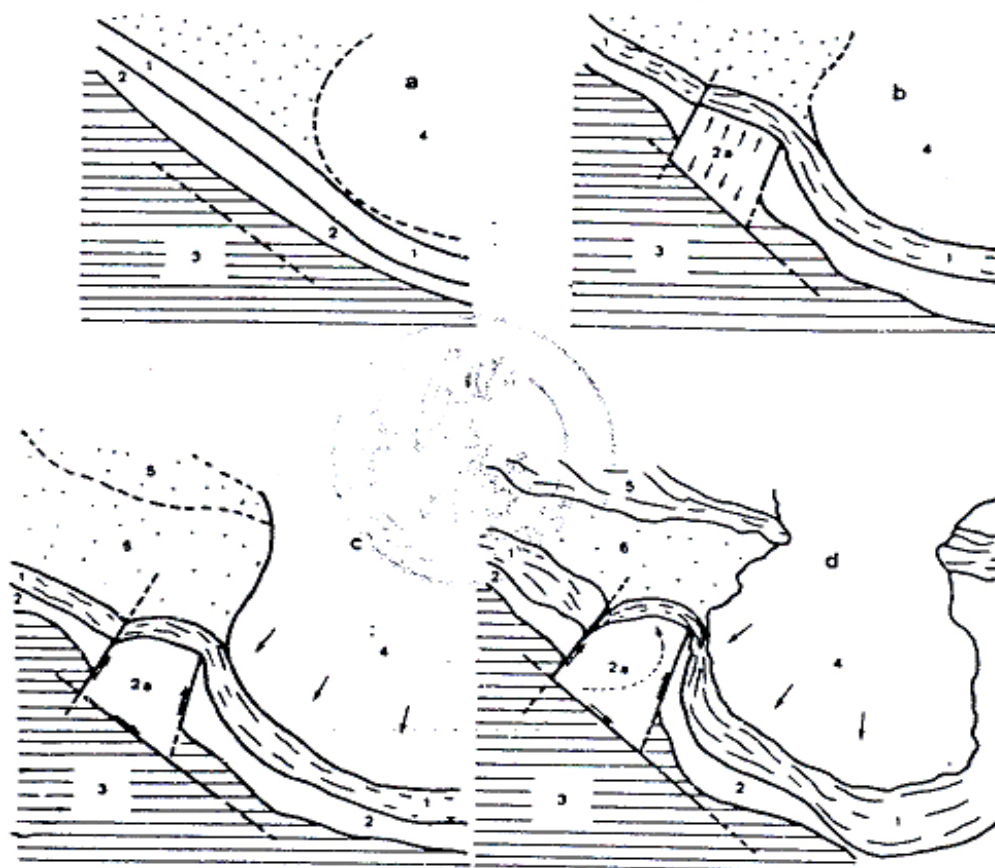


شکل 2-8 الگوی زمین ساختی برای تشکیل روندهای ساختاری آذربایجان و کوههای قفقاز (از

Rebail و همکاران)

شکرزاده (1376) از حرکت راستگرد گسل تبدیلی میانه - اردبیل منطبق بر محور رودخانه گرمی چای (مرز میکروپلیت) در جهت NNE و حرکت چپگرد گسل آراکس یا ارس (نوگل سادات 1373) در حرکت مینی کراتون آذربایجان و تغییر روند ساختاری در البرز غربی نام می برد. حرکت صفحه آذری باعث انتقال و به عقب رانده شدن منتهی الیه رشته چین خورده البرز می شود و این عمل باعث می شود رشته چین خوردگی البرز در این

ناحیه به صورت گاز انبری درآید. چین خوردگی البرز در شرق صفحه آذری بر روی پوسته سخت اقیانوسی خزر جنوبی قرار گرفته و در شمال صفحه بر روی آن قالب بندی می شود. به نظر نوگل سادات (1373) حرکات عمومی چپگرد پهنه گسستگی پی سنگی میانه با راستای N45E که از محل برخورد راستاهای بزقوش (شرقی - غربی) و طالش (شمالی - جنوبی) عبور می کند نقش اصلی را در پیچش روند اصلی ساختارهای البرز غربی (N130) به حالت تقریباً شمالی - جنوبی داشته است.



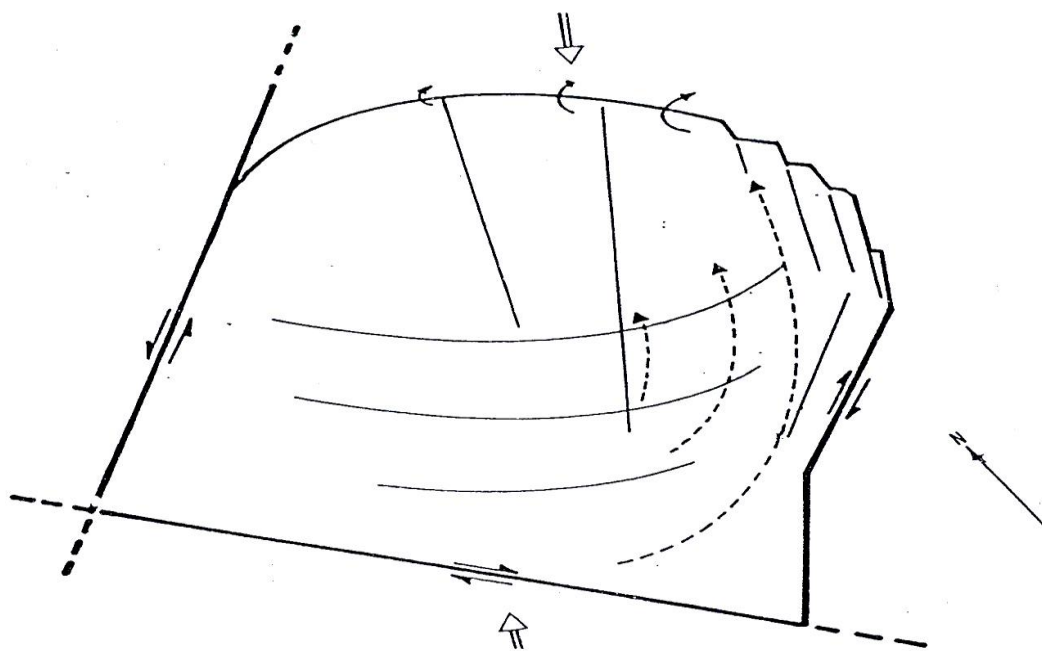
(a) دوره کرناسه؛ (b) انوسن (بازشدگی و اتساع)؛ (c) اولیگو - میوسن؛ (d) پلیوکواترنر.
 (1) مجموعه البرز - آراکس میانی؛ (2) نوار آتشفشانی؛ (2a) فلات آذربایجان؛
 (3) فلات غرب ایران؛ (4) زون خرا؛ (5) قفقاز؛ (6) کورا.

شکل 3-8 طرح فرضی از مراحل تکامل فلات آذربایجان در ارتباط با ساختارهای زمین شناسی

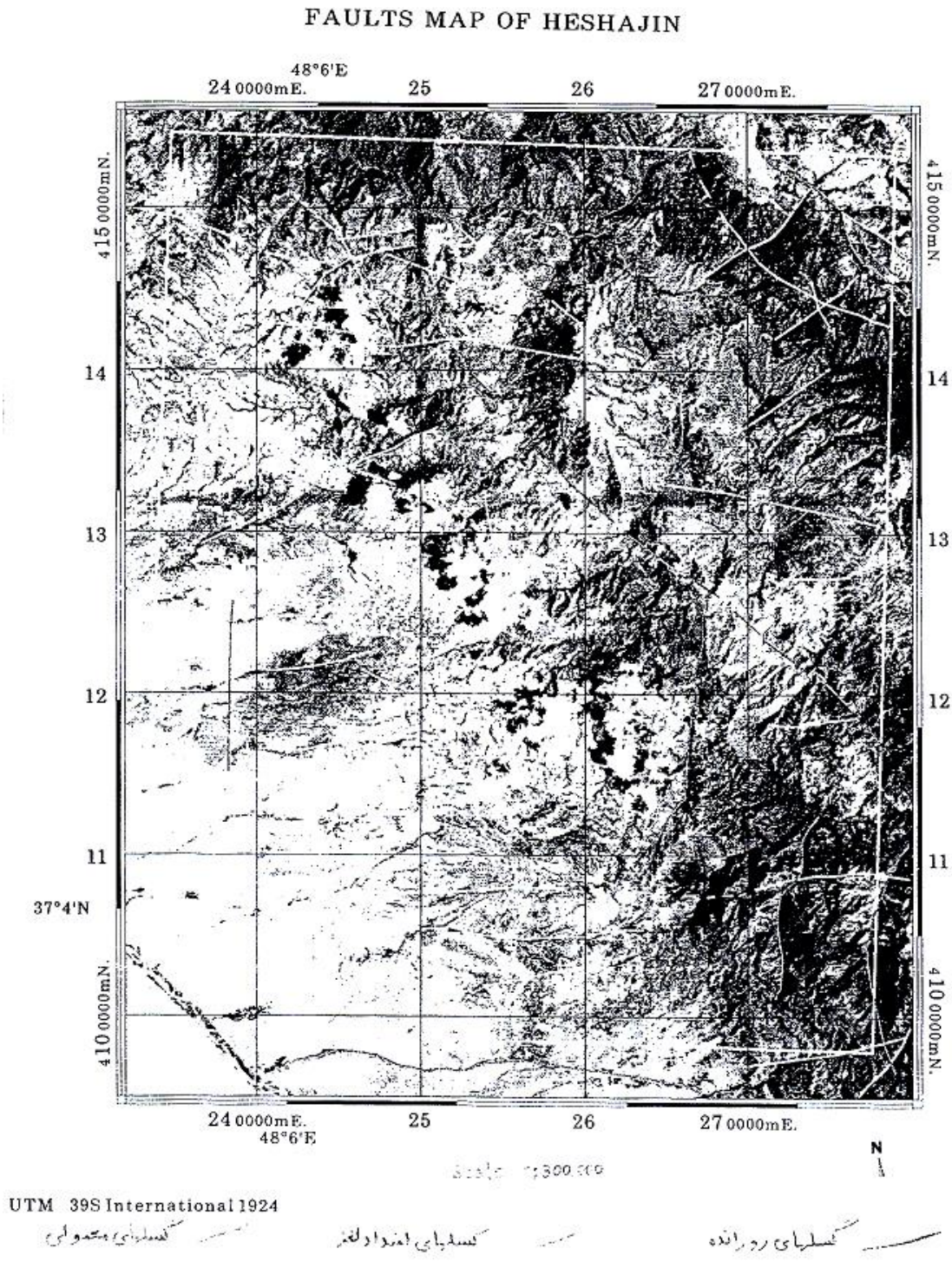
مجاور (دیدون و ژرمن، 1976)

در اثر برخورد مینی کراتون آذری به رشته چین خورده البرز غربی، هورستها و حوضه های رسوبی بین آنها ایجاد می شود (الیگوسن فوقانی و میوسن). این هورستها شامل مناطق سبلان، بزقوش و قافلان کوه است که دارای روند شرقی - غربی هستند. هر چقدر از محل برخورد دور می شویم از اهمیت برجستگیها به صورت مشخصی کاسته می شود. حوضه های رسوبی میانه، سراب و اردبیل نیز حاصل این حرکات می باشد.

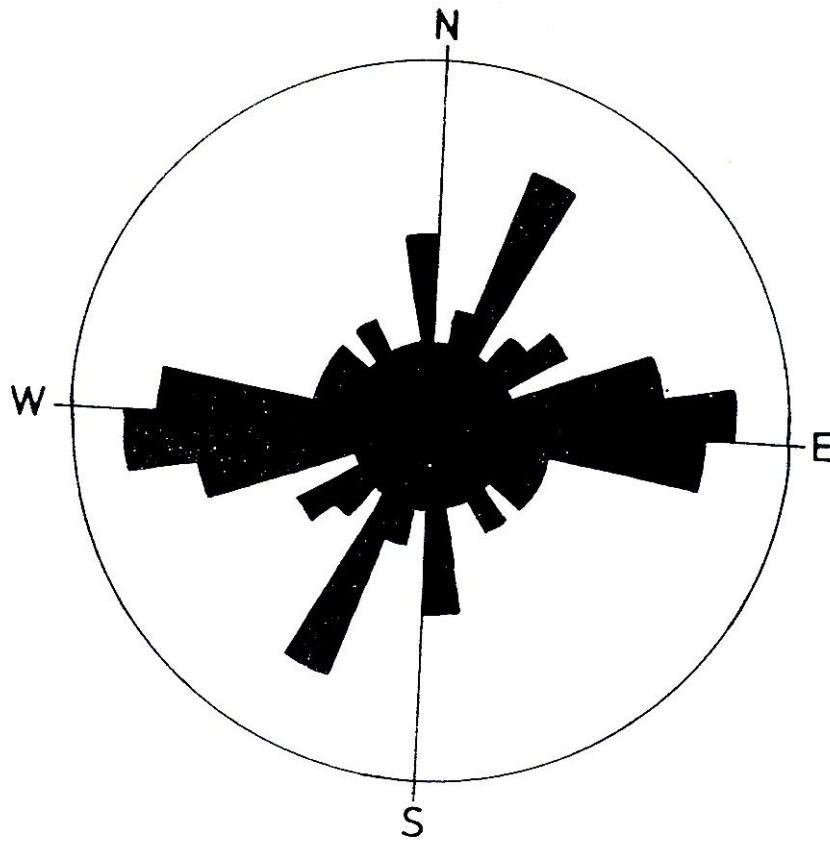
در میوسن رخدادهای شمالی - جنوبی به علت فاز فشارشی $NNE - SSW$ فعال شده و یک خط آتشفشانی به طول 200 کیلومتر بین میانه - اردبیل بوجود می آید. در طی میوسن - پلیوسن حرکت رو به شمال صفحه آذری همزمان با بسته شدن اقیانوس آلپی ادامه یافته و باعث ایجاد راندگیهایی از طرف شمال شرق به جنوب غرب می گردد. حرکت راستگرد گسل تبریز - سلطانیه (این گسل در دونین بوجود آمده است) که مرز جنوبی صفحه آذری را تشکیل می داده مستلزم چرخش در پیشروی و حرکت خود به سمت NNE می باشد این چرخش علت برگشت ساختارها را به طرف شمال در تمام مناطق شرقی صفحه توصیه می کند. به علت حرکت سریع، قسمتهای بیرونی از قسمتهای درونی کشیده می شود و حرکت کشویی گسلها باعث جدایی بلوکها در آذربایجان می شود. (شکل 4-8)



شکل 4-8 ساختارهایی که امکان حرکت مینی کراتون آذری را در جهت NNE و چرخش آن را فراهم می آورد.



شکل 5-8 نقشه تکتونیکی منطقه مورد مطالعه براساس مطالعات صحرائی و سنجش از دور



شکل 6-8 نمودار گلسرخی مربوط به 260 درز برداشت شده از محدوده جنوبی منطقه مورد مطالعه

- جنوب شرقی در هم آمیخته و یک منطقه عبوری (Tranzitional Zone) ایجاد شده که محل بارز آن

آلتراسیون گاو - کمر می باشد. با حرکت به مناطق شمالی و شمال شرقی، روند غالب ساختارهای منطقه به

صورت شمال غربی - جنوب شرقی در می آید (گسلهای نیمه هیل، سنجد، مندجین و راندگی ترازوج) در این

منطقه گسلهایی مثل خلف و مندجین نیز مشاهده می شود که روند آنها شمال شرقی - جنوب غربی است (علت

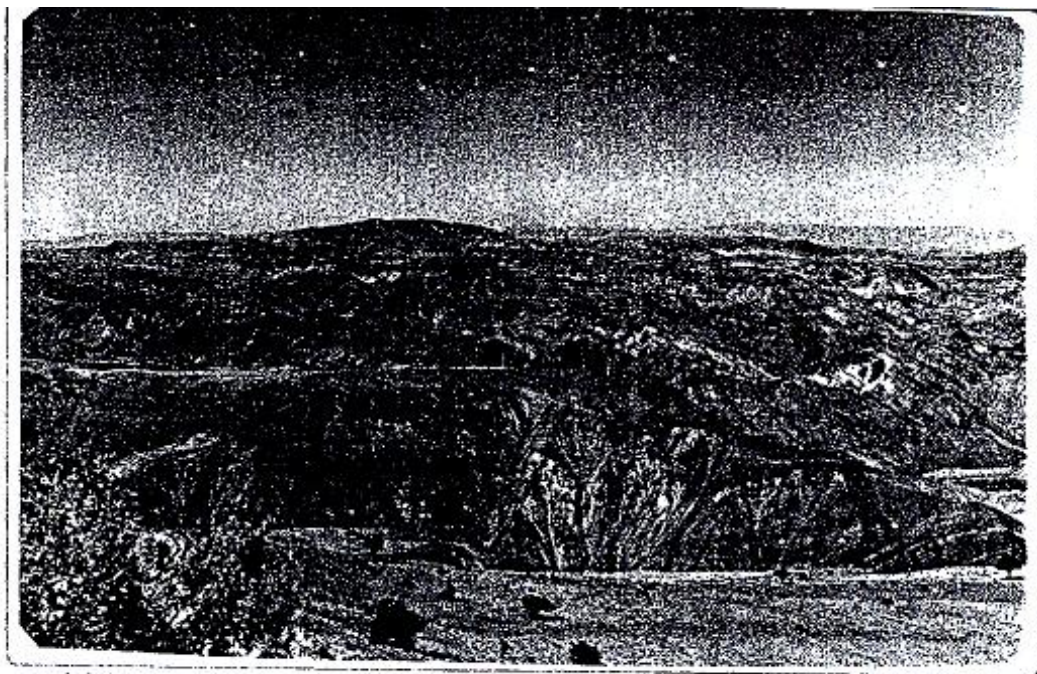
این مسأله در ادامه خواهد آمد) چین خوردگی های اصلی منطقه در این ناحیه نیز به صورت شمال غربی - جنوب

شرقی است که از آن جمله می توان به تاقدیس بزرگ سنجد که محور آن تقریباً منطبق بر محور رود خانه قزل

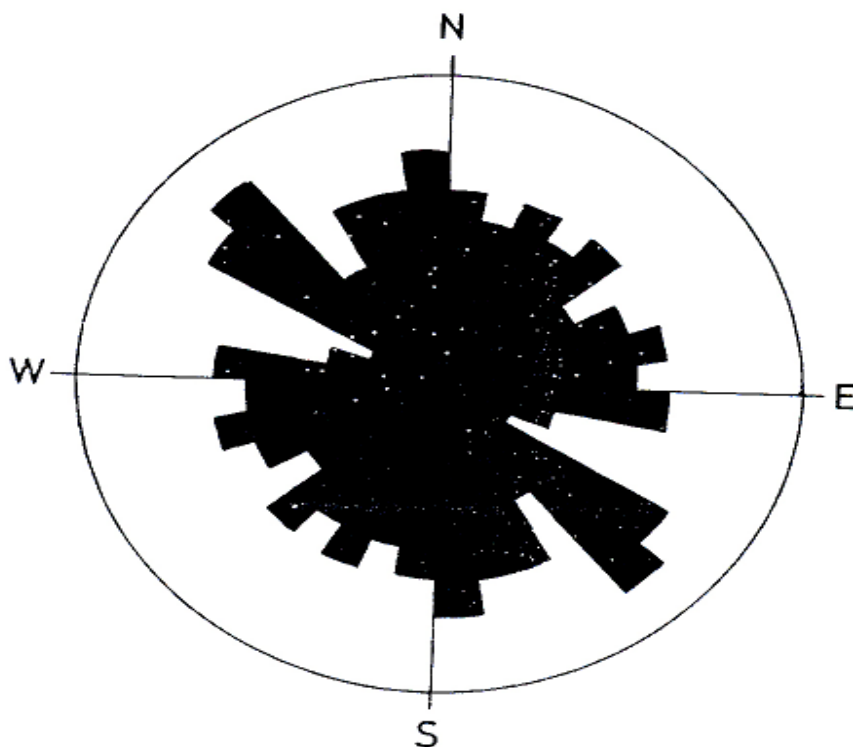
اوزن است (عکس شماره 1-8) و تاقدیس شمال شرق جیزوان اشاره کرد. روند ساختاری شمال غربی - جنوب

شرقی در ادامه حرکت خود به طرف شمال، با تبعیت از تغییر روند کلی ساختارهای البرز غربی در منطقه طالش به

حالت شمالی - جنوبی قرار می گیرند. این مسأله در بخشهای شمالی گسل نیمه هیل و سنجد تا حدودی مشخص است (شکل 5-8). در شکل (9-6) نمودار گلسرخي حاصل از برداشت تقریباً 400 درز در مناطق مرکزی و شمالی محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.



عکس شماره ۱۸- تاقدیس میل دار سنجد با راستای شمال غربی - جنوب شرقی در حاشیه رودخانه قزل اوزن



شکل 8-7- نمودار گلسرخی مربوط به حدود 400 درز برداشت شده از محدوده میانی و شمالی

منطقه مورد مطالعه

این نمودار نیز به صورت بسیار جالبی روند غالب ساختاری در بخش میانی و شمالی منطقه را نشان می دهد. غلب ترین روند ساختاری این ناحیه براساس این دیاگرام، روند شمال غربی - جنوب شرقی است (N40-60W) دومین روند غالب مشخص شده در این نمودار، روند تقریباً شمالی - جنوبی است. (N00-10W) به نظر می رسد این درزها نشانگر چرخش روندهای ساختاری شمال غربی - جنوب شرقی به شمالی - جنوبی در بخشهای شمالی منطقه هستند. در این نمودار روندهای نیمه غالبی در راستای تقریباً شرقی - غربی و شمال شرقی - جنوب غربی نیز ملاحظه می شود. این بخش از نمودار بیشتر متأثر از مناطق مرکزی محدوده مورد مطالعه است که ساختارهای شرقی - غربی همراه با ساختارهای شمال غربی - جنوب شرقی مشاهده می شود.

با توجه به بزرگی گسلهای نام برده شده در بالا، اغلب شناخت آنها در عکسهای هوایی معمولی مقدور نبوده است، هر چند که اثراتی از این گسلها به صورت برشهای گسلی در منطقه مشاهده می شود. برای شناسایی بهتر این گسلها از داده های رقومی مربوط به سنجد لندست T.M استفاده گردید. (شکل 8-7) در این تصویر که رنگها به صورت مجازی هستند، بسیاری از ساختارهای بزرگ منطقه به وضوح مشخص است که محل آنها با مقایسه این شکل با شکل (8-5) مشخص تر خواهد شد. محدوده مناطق آلتراسیون هیدروترمالی نیز به صورت بسیار واضح در این تصویر مشخص می باشد. این تصویر با مقیاس 1:100/00 توسط سازمان زمین شناسی کشور تهیه شده و سپس به مقیاس 1:200/00 تبدیل گردیده است. لکه های سفید منطبق بر ارتفاعات این منطقه با زیر سایه های سیاه مربوط به ابرها است.

در تحلیل روندهای ساختاری شرقی - غربی در جنوب و شمال غربی - جنوب شرقی در بخشهای شمالی منطقه اینگونه می توان گفت که در طی فاز فشاری الیگوسن تحتانی که در بخش قبل به آن پرداخته شده، این منطقه همراه با تمام البرز غربی دچار چین خوردگی هایی با راستای شمال غربی - جنوب شرقی می شود (تاقدیس سنجده) مطالعاتی که بر روی ساختهای ناشی از جریان و سرد شدن گدازه ها مثل Plumpse Structure در منطقه کهورین و مندجین صورت گرفت، راستای S_1 را در این ناحیه N10-20E نشان داد. برخی معتقدند که در اثر این فاز، چین خوردگیهای با راستای شرقی - غربی نیز در منطقه شمال زنجان ایجاد شده است. (معین وزیری 1375) در طی فاز الیگوسن - میوسن و میوپلیوسن و با ادامه حرکت رو به شمال عربستان، صفحه آذری با حرکتی در راستای NNE به این منطقه چین خورده فشار آورده و روندهای شمال غربی - جنوب شرقی این منطقه و زون طالش را به سمت شمال (راستای شمالی - جنوبی) منحرف کرده است.

همزمان با چین خوردگی منطقه، گسلهایی به موازات محور چین خوردگیها ایجاد می شود که از آن جمله می توان به گسل بزرگ سنجده و نیمه هیل اشاره نمود. همچنین گسلهای خلف و مندجین نیز می تواند به عنوان گسلهای کششی ناشی از چین خوردگی در نظر گرفته شود. پی آمد این چین خوردگی و گسلش، تزریق توده های نفوذی در محور تاقدیسها، ناودیسها و شکستگیهای گسلها است. در مورد روندهای شرقی - غربی ساختارهای جنوبی این ناحیه می توان گفت که احتمالاً روند اولیه این گسلها نیز شمال غربی - جنوب شرقی بوده ولی حرکات راستگرد گسلهای اصلی منطقه با راستای شمال غربی - جنوب شرقی، پس از الیگوسن باعث تغییر روند این ساختارها شده است. گسلهای شمالی - جنوبی کبریک و غرب جیزوان، گسلهایی قدیمی بوده، که با حرکت چپگرد گسل گلچین جابجا شده اند. گسل راندگی ترازوج در اثر فشارهای فشاری پس از میوسن ایجاد شده و باعث راندگی واحدهای قدیمی تر مثل واحدهای کرتاسه فوقانی و ائوسن زیرین بر روی ولکانیتهای ائوسن میانی

- بالایی شده است. گسل جوان سردهات نیز با حرکت چپ گرد خود باعث قطع طبقات نئوژن و جابجایی گسل گلچین شده است.

4-8- ارتباط تکتونیک و فلز زایی در منطقه مورد مطالعه

همانگونه که در بخشهای قبلی نیز اشاره گردید رابطه بین کانی سازی و تکتونیک در این ناحیه بسیار مشخص و آشکار است. فاز هیدروترمالی توده های کوارتز مونزونیتی به عنوان عامل اصلی کانی سازی در این منطقه شناخته شد. چین خوردگی های با راستای شمال غربی - جنوب شرقی در این منطقه و محدوده شمال زنجان بهترین بستر برای تزریق توده های نفوذی به داخل طبقات ائوسن بوده است. گسلهای ایجاد شده به موازات محور چینها مثل گسل نیمه هیل و سنجد و عمود بر محور چینها (گسلهای کششی خلف و مندجین) عامل بسیار مهم و تسهیل کننده ای در جای گیری توده های نفوذی بوده است. راستای توده های نفوذی در منطقه شمال زنجان و راستای گسترش آلتراسیونها در این ناحیه مؤید همین نکته است. درزهای ناشی از این گسلها و چین خوردگیها محیط بسیار مناسبی را برای حمل سیالات گرمابی حاوی مواد فلزی فراهم کرده است. حتی به نظر می رسد جایی که تراکم گسلها و به پیروی از آن، سیستمهای درز بیشتر است (منطقه مندجین و کجل) گسترش مناطق آلتراسیون بیشتر بوده است.

کانی سازیهای رگه ای اطراف محدوده آلتراسیونی به صورت کامل از روند ساختارهای اطراف خود تبعیت می کنند. راستای کانی سازی خلف که به صورت N25E می باشد متأثر از گسل شمال شرقی - جنوب غربی خلف می باشد. راستای کانی سازی در شاه علی بیگلو، هم به صورت N65E و هم به صورت N30W می باشد که به ترتیب متأثر از گسل مندجین و سنجد می باشد (شکل 9-5) کانی سازی پلی متال سنجد با راستای N30W می تواند از دو گسل سنجد و نیمه هیل با راستای شمال غربی - جنوب شرقی متأثر شده باشد. راستای کانی سازی

رگه ای سرب و روی آغجه قلعه به صورت N50E می باشد که تحت تأثیر گسلهای شمالی جیزوان و گلچین بوده است. دو کانی سازی مس رشت آباد و مس بولاغی به صورت تقریباً شرقی - غربی هستند (N85E , N90E) کاملاً مشخص است که این کانی سازیها در امتداد زون برشی گلچین - رشت آباد با راستای شرقی - غربی صورت گرفته است. بنابراین جهت پی جویهای بعدی اکتشافی برای کانی سازیهای رگه ای یا گسترش مناطق آلتراسیونی در مناطق جنوبی (نیمه هیل، جیزوان) بایستی در راستاهای شرقی - غربی و در مناطق شمالی (کجل) بر راستاهای شمالی غربی - جنوب شرقی و در مناطق مرکزی (مندجین ، گاو - کمر) بر هر دو این راستاها تأکید گردد.



Prepared By: Remote Sensing Group Of G.S.I.

شکل ۸۸ تصویر ماهواره‌ای توسطه سنجنده Landsat TM از منطقه مورد مطالعه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰





8-5- جمع بندی و نتیجه گیری

از مجموع مطالعات تکتونیکی که شامل برداشت سطحی گسلها، چین ها، درزها، لایه بندی و ... بوه و نیز مطالعات تکتونیکی سنجش از دور نتایج جالب توجهی در ارتباط با وضعیت ساختاری و زمین ساختی منطقه و نیز ارتباط تکتونیک با کانی سازی در این منطقه بدست آمد که در زیر به صورت خلاصه و جمع بندی شده به آنها اشاره می شود.

- 1- منطقه مورد مطالعه از نظر زمین ساختی در زون البرز غربی و در مرز شرقی صفحه آذری قرار دارد.
- 2- عمده ترین رخنمون سنگی منطقه به صورت توفیتهای سازند کرج متأثر از فاز کششی ائوسن میانی - بالایی است.
- 3- چین خوردگی های اصلی منطقه با راستای شمال غربی - جنوب شرقی و گسلهای همزمان با آنها در راستای شمال غربی - جنوب شرقی (موازی محور چینها) و شمال شرقی - جنوب غربی (گسلهای عمود بر محور چینها) در فاز فشارشی الیگوسن تحتانی بوجود آمده است.
- 4- در فاز فشاری الیگوسن تحتانی، در بستره های بسیار مناسب ایجاد شده (تاقدیسها و ناودیسها و شکستگی گسلها) توده های نفوذی ضمن جای گیری باعث ایجاد آلتراسیون و کانی سازی وسیع در منطقه شده است.
- 5- تغییر روند ساختارهای البرز غربی در منطقه طالش و نیز منطقه مورد مطالعه در اثر حرکات رو به شمال (NNE) صفحه آذری و فشار این صفحه به بخش چین خورده البرز غربی و طالش در زمان پس از الیگوسن بوده است.
- 6- نقش حرکات راستگرد گسل تبدیلی طالش (میانه - اردبیل)، حرکت چپگرد گسل تبدیلی ارس و ابوالسمر و حرکت راستگرد گسل تبریز - سلطانیه و چرخش صفحه آذری در ایجاد خمش در راستای شمال غربی - جنوب شرقی ساختارهای البرز غربی و تکه تکه شدن این صفحه بسیار مهم بوده است.

- 7- پوسته اقیانوسی خزر جنوبی به مانند سپری مقاوم در برابر فشار نواحی چین خورده البرز غربی عمل نموده و در تغییر روندهای ساختاری البرز غربی از شمال غربی - جنوب شرقی به شمالی - جنوبی نقش مهمی داشته است.
- 8- گسلهای راندگی ترازوج و شمال شرق ناحیه مورد مطالعه در اثر فازهای فشاری میوپلیوسن و پلیو- پلیوستسن تشکیل شده است.
- 9- گسل جوان سدهات با راستای شمال غربی - جنوب شرقی، متأثر از ساختارهای منطقه سلطانیه و گسل تبریز - سلطانیه می باشد.
- 10- احتمال روندهای شرقی - غربی موجود در جنوب منطقه در اثر حرکات راستگرد گسلهای اصلی منطقه که راستای شمال غربی - جنوب شرقی دارند صورت گرفته است.
- 11- نقش ساختهای تکنونیک اعم از تاقدیسها، ناودیسها، گسلشها و سیستمهای درز آنها در جایگیری توده های نفوذی، گسترش آلتراسیونهای هیدروترمالی و راستای کانی سازیها بسیار مهم بوده است.
- 12- براساس شواهد زمین شناسی ساختمانی انتظار می رود گسترش زیر سطحی آلتراسیونهای هیدروترمالی و کانی سازیهای احتمالی رگه یا منطقه کجل در جهت شمال غربی - جنوب شرقی، منطقه مندجین و گاو - کمر در راستاهای شمال غربی - جنوب شرقی - و شرقی - غربی منطقه، نیمه هیل در راستای شرقی - غربی و منطقه جیزوان در راستای شرقی - غربی و احتمالاً شمالی - جنوبی باشد.

منابع

- 1- افتخارنژاد، جمشید (1372) زمین شناسی ایران و کشورهای همجوار، جزوه درسی، 115 ص.
- 2- افتخار نژاد، جمشید (1359) تفکیک بخشهای مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی و ارتباط با حوضه های رسوبی، نشریه انجمن نفت، شماره 82.
- 3- حاجی علیلو، بهزاد (1375) گزارش پی جویی و آثار یابی مواد معدنی در منطقه شرق شهرستان میانه (بخش کاغذکنان)، اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان شرقی، 128 ص.
- 4- خسرو تهرانی، خسرو و درویش زاده، علی (1363) زمین شناسی ایران، انتشارات آموزش و پرورش، 243 ص.
- 5- درویش زاده، علی (1370) زمین شناسی ایران، چاپ مؤسسه انتشارات امیر کبیر، 901 ص.
- 6- سامانی، بهرام (1368) فلززایی و سازندهای درونی آذربایجان، مجموعه مقالات پژوهشی معدن - تحقیق - توسعه، وزارت معادن و فلزات، ص 268 - 275.
- 7- شکرزاده، نورآذر (1376) تکتونیک، سائزمو تکتونیک و زمین شناسی مهندسی سد گرمی چای، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران، 196 ص.

- 8- مدنی، حسن (1364) زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک، انتشارات جهاد دانشگاهی، 659 ص.
- 9- معین وزیری، حسین (1375) مقدمه ای بر ماگماتیسم ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، 440 ص.
- 10- نبوی، محمد حسین (1355) دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، 109 ص.
- 11- نوگل سادات، میرعلی اکبر (1373) عناصر ساختاری اصلی شمال باختری ایران (آذربایجان)، گردهمایی زمین شناسی شمال غرب ایران، تبریز.
- 12- هارپر، دروتی (1375) سنجش از دور، ترجمه مرتضی قادری، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، 258 ص.
- 13- نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:250/000 بندر انزلی (1977) سازمان زمین شناسی کشور.
- 14- نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:250/000 زنجان (1969) سازمان زمین شناسی کشور.

References

- 1- Azizbekov, A (1968) Tectonic structure of Azarbaijan and Caspian depression , Inter. Geol. Congr. Azarbaijan SSR, Acad. Scp. Of Earth sci, Baku, 130 P.
- 2- Berberian, M & Arshadi, S. (1977) The Shbili rift system (Sahand region Nw Iran), In contribution on the seismotectonic of tran (Part III) G.S.I., No. 40, PP:229-235
- 3- Berberian, M (1983) The southern Caspian: A Compressoinal depression floored by a trapped, modified oceanic Crust, Canadian journal of Earth science, Vol.20,No.2,PP:163-183.
- 4- Davis, R.E & et al, (1975) Explanatory text of the Bandar-e-Pahlavi (Anzaly) Quadrangle map 1:25000, G.S.I. 198 P.
- 5- Didon,J, & Gemain, Y.M. (1976) Le Sabalan, Volcan plio – quaternaire de la Azarbaijan oriental (Iran); etude geologique et petrographique de ledifice et de son environnement regional. Thesis de 3eme cycle, oniv. Geronoble, 304 P
- 6- Eftekhar – Nezhad, J. (1975) Brief history and structural development of Azarbaijan, G.S.I. Internal rep No. 8
- 7- Lescuyer, J.L. & Riou,R. (1976) Geologie de la region de Mianeh (Azarbaijan). Contribution a letude da volcanisme tertiaire de la Iran. Thesis de 3eme cycle. Gernoble
- 8- Sengor, A.M.C. (1990) A new model for the late Paleozoic – Mesozoic tectonic evolution of Iran and implication for Oman, Geological Society Special pub. No. 49,, pp: 797-831
- 9- Zonenshain, L.P. & LE Pichon, X. (1986) Deep basins of the Black sea and Cpian dea as remants of Mesozoic back – arc basin, Tectonophusics, 123.pp:181-211

فصل نهم

نتیجه گیری

و مقایسه متالوژنی منطقه مورد مطالعه با مناطق طارم و

آذربایجان

در هشت فصل قبلی رساله به صورت تفصیلی در مورد کانی سازی ، آلتراسیون، تکتونیک و ماگماتیسم منطقه

مورد مطالعه بحث گردید. در این فصل به صورت جمع بندی شده و مختصر به مطالب مذکور اشاره شده و در

بخش دوم و سوم این فصل نیز متالوژنی منطقه مورد مطالعه، ابتدا با منطقه طارم (البرز غربی) و سپس با منطقه

آذربایجان و به ویژه کانی سازیهای منطقه اهر مقایسه خواهد شد.

1-9- اشاره به کانی سازی و متالوژنی منطقه مورد مطالعه

در گسترده ای به وسعت تقریبی 1000 کیلومتر مربع در شمال غرب منطقه طارم و غرب کوههای تالش شاهد تزریق توده های نیمه عمیقی با ترکیب عمدتاً کوارتز مونزونیتی در داخل ولکانیکها و پیروکلاستیکهای ائوسن هستیم. هر چند ترکیب اصلی این توده های نفوذی، کوارتز مونزونیت است ولی ترکیبات گرانودیوریت، مونزودیوریت، گرانیت، کوارتز دیوریت، و دیوریت نیز در آنها به چشم می خورد.

این توده های نفوذی در عمقی بین 1400 تا 3000 متر جایگیری نموده، درجه حرارت تشکیل آنها 700 تا 880°C بوده و به خاطر داشتن مقدار زیاد آب و فوگاسیته بالای گوگرد توانسته اند آلتراسیونهای بسیار گسترده هیدروترمالی همراه با کانی سازی رگه ای، رگچه ای و پراکنده در توفیتها و سنگهای آتشفشانی ائوسن ایجاد نمایند. زمان تزریق این توده های نفوذی به فاز پیرنه یا الیگوسن آغازی نسبت داده می شود (قرار گیری آهکهای قم به دگر شیب بر روی آنها) شواهد پترولوژیکی، یک محیط حاشیه فعال قاره و رژیم کشش پشت قوس را در نواحی فرورانش برای این پلوتونیزم نشان می دهد. سری ماگمایی این توده های نفوذی شوشونیت و آلکالن با پتاسیم بالا و تیپ I است. توده های کم عمق تری به صورت پورفیریت ولی با ترکیب عمومی مونزونیت (پورفیری) در کنار توده های اصلی مشاهده می شود که نقش این توده ها نیز در کانی سازی و ایجاد آلتراسیونهای هیدروترمالی بسیار مهم بوده است. نقش پدیده های زمین شناسی ساختمانی از قبیل محور تاقدیسها و ناودیسها و گسلهای با راستای شرقی - غربی و شمالی غربی - جنوب شرقی در جایگیری توده های نفوذی و گسترش مناطق آلتراسیون هیدروترمالی بسیار مهم بوده است.

مطالعات ترمومتری انجام گرفته بر روی کانی سازیهای رگه ای حاشیه مناطق آلتراسیونی و رگه های سیلیسی داخل این مناطق همگی بیانگر درجه حرارت نسبتاً زیاد کانی سازیهای این منطقه است. همچنین همزمان با دور

شدن از توده های نفوذی و مرکز آلتراسیونها از درجه حرارت فازهای کانی سازی کاسته می شود. با استفاده از این مطالب، شواهد چندانی در مورد کانی سازی مس پرفیری در این منطقه بدست نیامد. شواهد بدست آمده از ترمومتری کلریتها نشانگر تشکیل زون آلتراسیون سربسیتیک در درجه حرارت 340 تا 365، آرژیلیک پیشرفته بین 320 تا 355°C، آرژیلیک متوسط بین 315 تا 325 و زون پروپلیتیک بین 290 تا 305°C است. کانی سازیهای رگه ای مس همزمان با تشکیل زون آرژیلیک متوسط و کانی سازی سرب و روی همزمان یا پس از تشکیل زون پروپلیتیک صورت گرفته است.

5 محدوده گسترده آلتراسیون هیدروترمالی در منطقه مورد مطالعه شناسایی و بطور دقیق مطالعه گردید. در این مناطق زونهای آلتراسیونی سربسیتیک، آرژیلیک پیشرفته، متوسط، و ضعیف، سیلیسی کلریتی، پروپلیتیک، زئولیتیک، گرایزن و آلونیتی شناسایی گردید. کلاهدک سیلیسی در بخشهای بالایی آلتراسیون آرژیلیک و در مناطق کجلا و گاو - کمر به صورت گسترده مشاهده می شود. آلتراسیون آلونیتی گستردگی چندانی در این مناطق ندارد ولی آلونیت ثانویه از نوع اپسومیت ($Mg(SO_4) \cdot 7H_2O$) در منطقه بسیار زیاد است. پیریت زایی بسیار شدیدی به ویژه در زونهای سربسیتیک به چشم می خورد. آثاری از کانی سازی پراکنده مس در مناطق آتره شده مشاهده نگردید که این مسأله می تواند به دلیل عدم وجود کانی سازی پراکنده مس در مناطق آتره شده مشاهده نگردید که این مسأله می تواند به دلیل عدم وجود کانی سازی مس یا شستشوی شدید ترکیبات مس در محیط بسیار اسیدی $PH = 3$ محیطهای آلتراسیون باشد. از ویژگیهای این آلتراسیونها تشکیل تورمالین ثانویه، آپاتیت و افزایش بسیار زیاد کلر در آنهاست که مشخصه آلتراسیون گرایزنی است. زونهای آلتراسیونی آرژیلیک در این مناطق به ویژه در منطقه جیزوان و کجلا از گسترش بیشتری نسبت به منطقه طارم برخوردار است.

براساس مطالعات مینرالوگرافی، کانه هایی که در کانی سازی رگه ای و پراکنده منطقه مشاهده شده شامل بورنیت، کالکوسیت، کولین، کالکوپیریت، ملاکیت، آزوریت، دیژنیت، پیریت، ارسنوپیریت، گالن، اسفالریت،

تتراندريت، فرايبريت، سروزيت، مگنتيت، ليمونيت، هماتيت وليپدوكرسيت است. كاني سازي مس بيشتر از نوع كالكوپيريت، كوليت و بورنيت و كمتر به صورت كالكوپيريت است. مطالعات ميكروپروپ نيز وجود ناچيز كانيهاي ولفراميت، شئليت، انارژيت، تنانتيت، بيسموتينيت و ايكينيت را ثابت نمود. اغلب كانيهاي اخير متعلق به فازهاي پگماتي و كاني سازيهاي حرارت بالا هستند.

در آناليزهاي صورت گرفته بر روي نمونه هاي مناطق آلتراسيوني، حداكثر تا مقدار 0/5 Ppm طلا در اين نمونه ها گزارش شده است. مقدار متوسط طلا در آلتراسيون كجل 55، مندجين 157، گاو - كمر 73، نيمه هيل 105 و جيزوان 35 PPb گزارش شده است. در مطالعات ميكروپروپ صورت گرفته بر روي پيريتهاي منطقه به اثرات كاني سازي طلا در درون آنها برخورد نگرديد.

وجود شواهدی از قبیل توده های نفوذی نیمه عمیق با کاراکتر شوشونیتی (غنی از پتاسیم)، فوگاسیته بسیار زیاد گوگرد در محلولهای هیدروترمالي، گسترش مناطق آلتراسيون سيليسي و آلونيتي وجود تركيبات تلوروري، ارسنيك و آنتيموان دار در منطقه و مقادير كم مس و نقره و موليدن مي تواند نشانگر كاني سازي احتمالي طلا از نوع مزوترمال و پورفيري در اين منطقه باشد.

2-9- مقایسه ویژگیهای متالورژیک منطقه مورد مطالعه با منطقه طارم

در قسمت قبل مختصری به خصوصیات متالورژیک منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. در این بخش ابتدا اشاره ای به موقعیت و کانی سازیهای منطقه طارم خواهد گردید و در ادامه ویژگیهای متالورژیک منطقه طارم با منطقه مورد مطالعه (آق کند - هسجین) مقایسه خواهد شد.

منطقه عمومی طارم به نواحی حد فاصل منطقه فرو افتاده منجیل تا ارتفاعات چله خانه در شمال و شمال غرب زنجان اطلاق می شود. این ارتفاعات با راستای شمال غربی - جنوب شرقی شامل کوههای ساری داش، کوه

قجر و قراول داغ می باشد. این منطقه از جنوب به دشت زنجان - ابهر و از شمال به کوههای طالش محدود می شود. همانگونه که در بخش اول این رساله آمده است، به دلیل وسعت کانسارهای رگه ای مس، سرب و روی در ناحیه طارم این منطقه از قدیم توجه زمین شناسان و معدنچیان را به خود جلب نموده و گزارشهای بسیاری در مورد آثار کانی سازی در این منطقه در دست است.

حجم اصلی کوههای طارم مربوط به سنگهای ولکانیکی و پیروکلاستیکهای ائوسن می باشد که متعلق به سازند کرج است. توده های نفوذی با کشیدگی شمال غربی - جنوب شرقی، اغلب در محور ناودیسها و تاقدیسهای ایجاد شده در سازند کرج جای گرفته و ضمن ایجاد برخی آلتراسیونهای هیدروترمالی، باعث کانی سازی در درون خود و یا سنگهای درونگیر شده اند. ترکیب عمومی این سنگها کوارتز مونزونیت، کوارتزدیوریت، گرانیت، گرانودیوریت و مونزونیت است.

به جهت آشنایی با کانی سازیها و مقایسه بهتر متالوژی منطقه طارم با محدوده مورد مطالعه و آذربایجان از نقشه کانسارهای ایران و نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:1000000 استفاده شده است. (نقشه شماره 9-1 و 9-2) در نقشه شماره (9-2) برای واضح تر شدن کانی سازیهای مس، سرب، روی و آلونیت و ارتباط آنها با سنگهای ولکانیکی و پلوتونیکی منطقه، این نقاط در نقشه زمین شناسی علامت زده شده و بقیه کانسارها حذف شده اند. در این بخش ابتدا به شرح مختصری در مورد کانی سازیهای مهم منطقه طارم پرداخته می شود و در ادامه تفاوتها و شباهتهای متالوژیکی این ناحیه با منطقه مورد مطالعه ذکر می گردد. از طرف جنوب شرق به طرف شمال غرب مهم ترین کانسارهای منطقه طارم به صورت زیر است:

1- هرزه پیل: به صورت کانی سازی رسوبی گالن در داخل آهکهای پرمین است. در کنار گالن و اسفالریت،

کوپریت و کالکوزین نیز مشاهده می شود.

2- زه آباد: بزرگترین کانی سازی سرب و روی در منطقه طارم است. گالن و اسفالریت همراه با رگه های کلسیت و کوارتز به صورت پرکننده شکافها و شکستگیهای موجود در آندزیتها و توفهای بخش 4 گروه آمند (Ea4) هستند. سنگهای درونگیر کائولینیزه شده اند. کمی کالکوپیریت، بورنیت و پیریت نیز مشاهده می شود.

3- باریک آب: دومین کانسار بزرگ سرب و روی طارم است که در داخل آندزیتهای ریولیتی واحد Ea4 تشکیل شده است. گالن و اسفالریت با کمی کالکوپیریت و پیریت در کنار رگه های کوارتز مشاهده می شود.

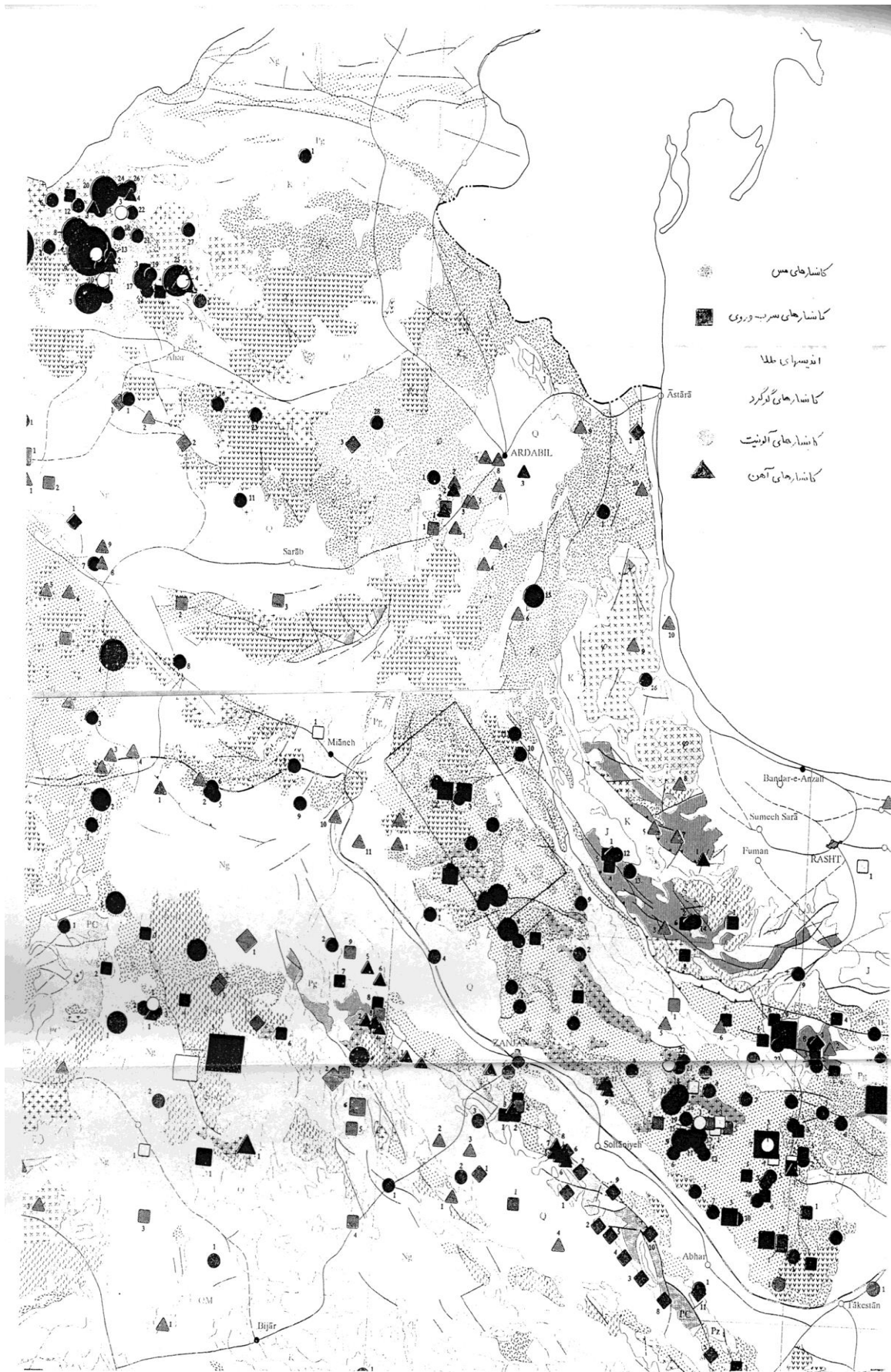
4- پس در: به صورت کانی سازی رگه ای سرب و روی در داخل سنگهای ائوسن در شمال رودخانه قزل اوزن است.

5- الوند: کانی سازی مس در داخل گرانودیوریت و کوارتز مونزونیت می باشد. کانی سازی شامل کالکوپیریت، پیریت، بورنیت، کولین، منیتیت و هماتیت با گانگ کوارتز، باریت و کلسیت است.

6- خلیفه لو: کانی سازی مس در داخل گدازه های آندزیتی و ریولیتی واحد Ea4 صورت گرفته است.

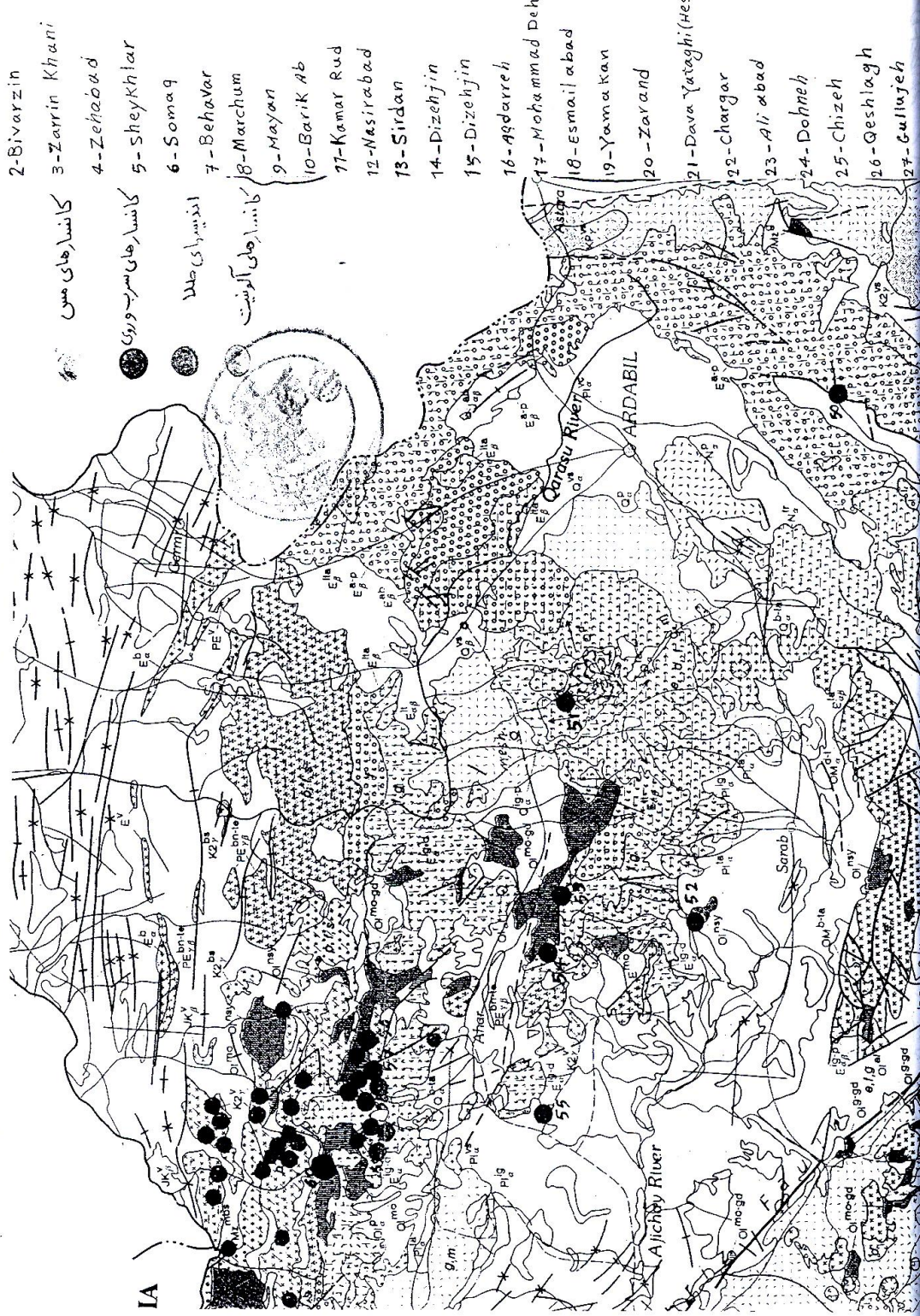
7- چارگر: سنگ درونگیر شامل توفو گدازه های آندزیتی است. کانی سازی به صورت کالکوپیریت در مرز توفها و گدازه هاست. گانگ شامل کوارتز با 2 گرم در تن طلاست.

8- آق دره: سنگ درونگیر شامل توفهای آندزیتی شدیداً آتره شده است. کانی سازی به صورت پرکننده شکافها و شکستگیها و شامل کانیهای کالکوسیت و ملاکیت است.

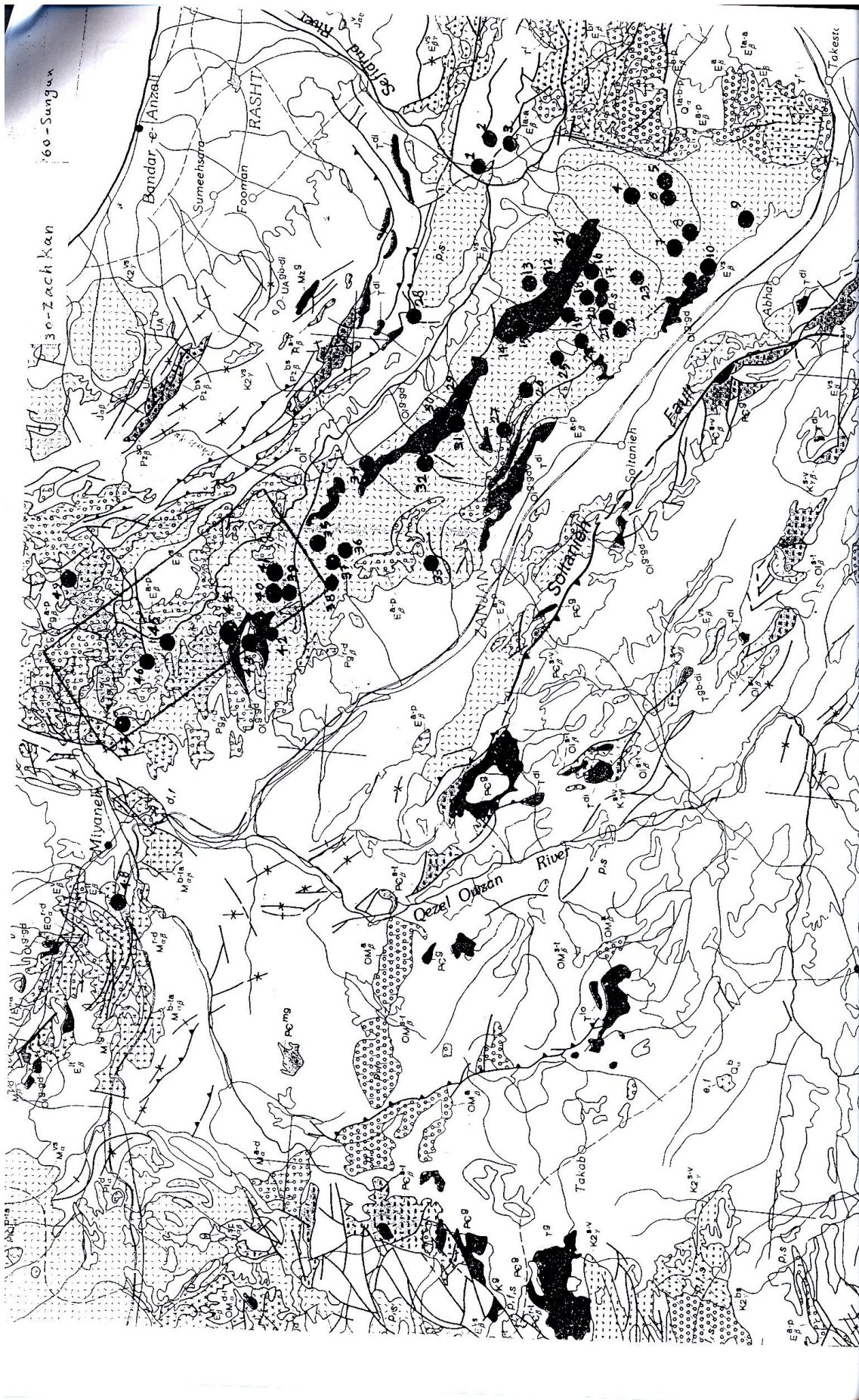


نقشه شماره (۹-۱) گسترش کاشانه‌های مختلف نقره و غیرنقره در منطقه طارم تا آن زمان. همچنین در آذربایجان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

نقشه شماره ۲۰۹ گسترش کانسارهای مس، سرب و روی در ارتباط با واحدهای مختلف در منطقه طارم، آقکند - هنجین و آذربایجان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰



- 1- Hatzabil
- 2- Bivarzin
- 3- Zarrin Khani
- 4- Zehabad
- 5- sheykhiar
- 6- Somaq
- 7- Behavar
- 8- Marchum
- 9- Mayan
- 10- Barik Ab
- 11- Kamar Rud
- 12- Nasirabad
- 13- Sirdan
- 14- Dizahjin
- 15- Dizehjin
- 16- Agdarreh
- 17- Mohammad Deh
- 18- Esmailabad
- 19- Yamakan
- 20- Zavad
- 21- Dava Yataghi (Hesar)
- 22- Chagar
- 23- Aliabad
- 24- Dohneh
- 25- Chizeh
- 26- Qeshlagh
- 27- Gullajeh
- 31- Cha /
- 32- Shilandar
- 33- Kalarud
- 34- Zach Kandi
- 35- Kalasar
- 36- Mari
- 37- Mesbulaghi
- 38- Eslamabad
- 39- Rashtabad
- 40- Dash dali
- 41- Jizvan
- 42- Kuh-e-Galeh
- 43- Ajjeh Galeh
- 44- Amabad
- 45- Senjedeh
- 46- Shah Ali Bagh
- 47- Khalaf
- 48- Sheykhdarabad
- 49- Qezel dareh
- 50- Mejdar
- 51- Sabalan
- 52- Razghah
- 53- Anzan
- 54- Qusheh Dagh
- 55- Valilu
- 56- Mazaeh
- 57- Juband
- 58- Anfert



- 9- **علی آباد:** شامل 10 کانی سازی رگه ای به صورت بورنیت و مس در داخل آندزیت‌های پورفیری است.
- 10- **دوهنه :** کانی سازی مس در درون آندزیت پورفیری ائوسن صورت گرفته است.
- 11- **چیزه:** سنگ درونگیر به صورت توفهای کرج در داخل گدازه های آندزیتی با رنگ قهوه ای است.
- 12- **دود یاتاقی:** سنگهای پیروکلاستیک در داخل گدازه آندزیت پورفیری می باشد. کانی سازی به صورت بورنیت با ادخال کالکوپیریت است.
- 13- **اسماعیل آباد:** سنگ درونگیر به صورت توف کریستالین، توف ماسه ای و توفیت است و کانی سازی به صورت کالکوسیت است.
- 14- **لویین زرده و دیزه جین:** کانی سازی مس در این مناطق در داخل گرانیت - گرانودیوریت است.
- 15- **یاماخان:** کانی سازی مس در داخل گدازه های آندزیتی با رنگ بنفش است. کانیها شامل بورنیت (با ادخال کالکوپیریت) و کالکوسیت است.
- 16- **شیلندر:** کانی سازی گالن و اسفالریت در داخل آندزیتها و توفهای ائوسن است.
- 17- **کلرود:** کانی سازی مس در داخل سنگهای ولکانیکی قرمز رنگ است.
- 18- **قشلاق:** کانی سازی مس به صورت ناتپو در داخل واحد Ea4 و آلتراسیون پروپلیتی مشاهده می شود.
- 19- **گلوچه:** کانی سازی مس در داخل گدازه های آندزیتی واحد Ea4 می باشد.
- غیر از کانی سازی سرب و روی و مس، تشکیل آلونیت به صورت گسترده در منطقه طارم صورت گرفته است. از جمله کانسارهای آلونیت طارم می توان به زاج کندی، زاج کان، سیردان، نصیرآباد، کمر رود و یوزباش چای اشاره نمود.
- جدیدترین کار اکتشافی در منطقه طارم از طرف گروه سنجش از دور، GIS و ژئوفیزیک سازمان زمین شناسی کشور صورت گرفته است (در سال 1378) حاصل این کار شناسایی 5 آنومالی طلا در شیت 1:100000 ابهر و

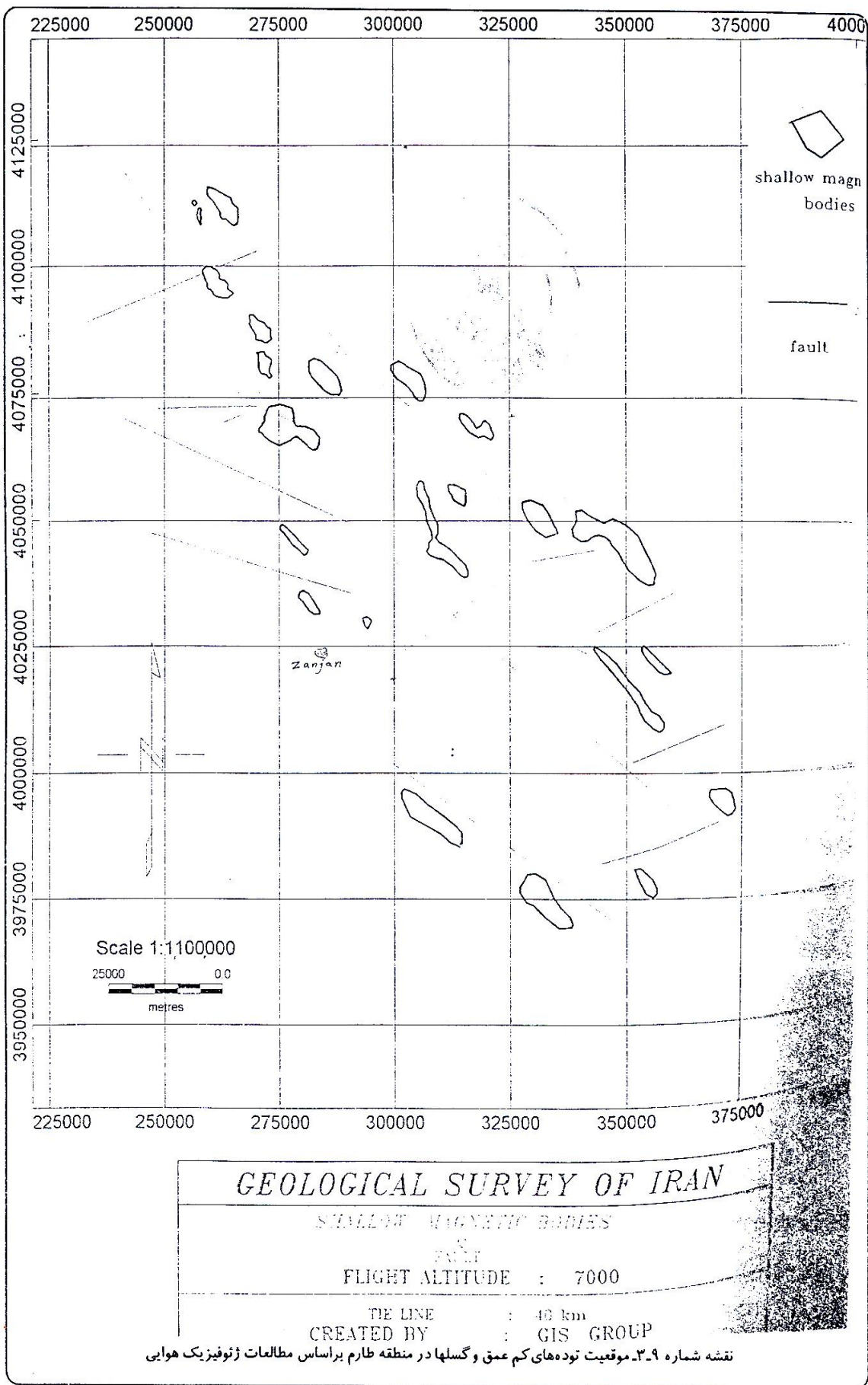
یک مورد آنومالی طلا در شیت 1:100000 تهم در ارتباط با معادن قدیمی سرب، روی و مس می باشد. آثار *La* ، *Ce* ، *W* ، *Au* در شیت تهم نیز شناسایی شده است. در این بررسی آنومالی سرب، روی و مس شمال روستای چال و آنومالی سرب، روی و مس بین دهکده زاج کان و سماق دارای اهمیت ویژه ای شناخته شده است. با استفاده از مطالعات ژئوفیزیک هوایی در منطقه طارم و پردازش اطلاعات، توده های نفوذی کم عمقی شناسایی شده (Shallow body deep) که برخی از آنومالیهای فلزی منطبق بر این توده های کم عمق است (نقشه شماره 9-3) مهم ترین آنومالیها در منطقه روستای ماری و رشت آباد در کوههای چله خانه گزارش شده است.

از مقایسه مجموع اطلاعات چینه شناسی، سنگ شناسی، متالورژیکی، تکتونیکی منطقه طارم و منطقه مورد مطالعه در این رساله موارد زیر قابل ذکر است.

a. هر چند که حجم اصلی سنگهای درونگیر در هر دو منطقه متعلق به سازند کرج است ولی در منطقه طارم بخشهای اسیدی و حد وسط بیشتر از منطقه هسجین - آق کند می باشد. در منطقه طارم، ترم غالب سنگهای ولکانیکی سازند کرج گدازه های آندزیتی با بافت پورفیری است ولی در منطقه آق کند - هسجین این واحد بیشتر بازالت آندزیتی است. همچنین گسترش توفهای اسیدی مثل ریولیتی و داسیتی در منطقه طارم بسیار بیشتر از منطقه آق کند - هسجین است. این امر در محصولات آلتراسیونهای هیدروترمالی نقش بسیار مهمی داشته است. این سنگها در هر دو منطقه مهم ترین سنگهای درونگیر کانی سازیها بوده اند.

b. با وجود آن که ترم غالب توده های نفوذی در هر دو منطقه طارم و آق کند - هسجین به صورت کوارتز مونزونیت است ولی نسبت ترمهای سنگی دیگر در این دو منطقه با همدیگر متفاوت می باشد. م. مؤید (1370) ترکیب توده های نفوذی شمالی منطقه طارم (نقشه شماره 9-2) را بیشتر کوارتز مونزونیت و گرانیت و توده های جنوبی را بیشتر کوارتز مونزو دیوریت می داند. در حالت کلی، ترم اسیدی تر مثل

گرانیت و گرانودیوریت بویژه در توده های شمالی و مخصوصاً در توده های شمال شرقی (ساری داغ) طارم زیاد است و حجم اصلی توده از این نوع می باشد. به اعتقاد م. مؤید (1370) عمق جایگیری توده های نفوذی شمالی بیشتر از عمق جایگیری توده های جنوبی (وفور بافت گرانوفیری و زوناسیون پلاژیوکلازها) بوده است. (نقشه 9-2) این سنگها نیز متعلق به تیپ I، پر آلومین و شوشونیتی هستند. در منطقه آق کند - هسجین ترم اصلی توده های نفوذی کوارتز مونزونیت است و ترمهای گرانیتی و گرانودیوریتی از حجم بسیار کمتری نسبت به منطقه طارم برخوردار هستند. در کل می توان توده های نفوذی منطقه طارم را اسیدی تر از منطقه آق کند - هسجین در نظر گرفت.



c. در هر دو منطقه طارم و آق کند - هشجین توده های نفوذی به دلیل عمق کم جایگیری، دگرگونی بسیار ضعیفی در حد آلبیت - اپیدوت - هورنفلس را در سنگهای مجاور خود (ولکانیکهای ائوسن) ایجاد کرده اند.

d. توده های نفوذی کم عمق تری به صورت پورفیریت و با ترکیب مونزونیت در منطقه طارم و آق کند مشاهده می شود. در منطقه طارم این توده به صورت کشیده در محور ناودیسها و تاقدیسها تزریق شده اند (شرق - شمال شرق زنجان) این سنگها دارای کانیهای هورنبلند، پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن و ارتوپیروکسن هستند و ترکیب دیوریتی دارند. در تالش نیز گسترش این پورفیریتها بسیار زیاد است. در منطقه آق کند - هشجین این پورفیریتها اغلب به صورت گنبدهای ولکانیکی رخنمون دارند و یا به صورت دایک می باشند. در هر دو منطقه نقش این پورفیریتها در آلتراسیون و کانی سازی مهم بوده است.

e. کانی سازیهای مشابهی در منطقه طارم و آق کند - هشجین به چشم می خورد بطوری که در هر دو منطقه کانسارهای سرب، روی و مس از اهمیت ویژه ای نسبت به سایر کانی سازیها برخوردار هستند ولی به صورت کاملاً مشخصی مقدار کانی سازیهای مس در منطقه طارم بیشتر از منطقه آق کند - هشجین است. منشاء مس، سرب و روی در هر دو منطقه فازهای هیدروترمال توده های نفوذی می باشند و سنگهای درونگیر به دلیل پایین بودن زمینه مس در آنها نقش چندانی در تأمین مس کانی سازیها نداشته اند. در منطقه طارم مقدار متوسط مس در توده های نفوذی 220 تا 260، سرب 600، روی 800 و نقره PPm 8 می باشد. در حالی که در توده های نفوذی منطقه آق کند - هشجین مقدار متوسط مس 30، سرب 40 و روی 70 PPm است. اعداد فوق نیز تایید کننده تعداد کم کانسارهای مس در منطقه آق کند - هشجین نسبت به منطقه طارم است.

f. از نقشه شماره (2-9) مشخص است که در منطقه طارم کانی سازه‌های مس و پلی متال مس، سرب و روی نسبت به کانسارهای سرب و روی در فاصله کمتری نسبت به توده های نفوذی قرار گرفته و این مسأله نشانگر ساخت منطقه ای (Zonning) در کانسارهای این منطقه است. همانگونه که در متن رساله نیز آمده این حالت در محدوده معادن سنجده، شاه علی بیگلو و خلف از منطقه آق کند - هشجین نیز ملاحظه می شود.

g. در منطقه طارم تمام کانی سازه‌های مس، سرب و روی در داخل توده های نفوذی شمالی و یا در دامنه جنوبی این توده ها صورت گرفته است (نقشه 2-9) از ویژگیهای دامنه جنوبی توده های شمالی نسبت به دامنه جنوبی آنها ضعیف بودن آثار آلتراسیون هیدروترمالی در این مناطق است. بیشتر کانی سازه‌های رگه ای مس در طارم در زون آلتراسیون پروپلتیک یا آرژیلیک و سریستیک قرار گرفته اند.

h. گسترش مناطق آلتراسیون هیدروترمالی در منطقه طارم در اطراف توده های نفوذی شمالی بسیار بیشتر از توده های جنوبی است. از طرف دیگر مرکز اصلی این آلتراسیونها در دامنه های شمالی توده های شمالی است. شاید علت این امر اختلاف ارتفاعات دامنه شمالی و جنوبی این توده های نفوذی است به طوری که این اختلاف در توده های نفوذی شرقی (کوه قجر و ساری داغ) به حدود 1200 متر (1500 تا 2700 متر) و در توده چال - لوبین به حدود 1000 متر (از 1500 تا 2500 متر) بالغ می شود. در اعماق بیشتر به دلیل زیاد بودن آب فاز هیدروترمالی و زمان کافی برای آلتراسیون، اثرات دگرسانی گرمایی بسیار شدیدتر بوده است. نقش گسترش پدیده های ساختمانی مثل گسلها و محور تاقدیسها و ناودیسها در گسترش مناطق آلتراسیون در دامنه شمالی توده های نفوذی می توانسته بسیار مهم بوده باشد.

i. تشکیل کانسارهای آلونیت به واسطه گسترش مناطق آلتراسیون در دامنه شمالی توده های نفوذی مشهود است. از جمله این کانسارها می توان به آلونیت یوزباش چای، کمر رود، نصیر آباد، سیردان، زاجکان و

زاج کندی اشاره نمود. عده ای از محققین این کانسارهای آلونیتی را در ارتباط با آلتراسیون همزمان با نهشت مواد آذری آواری می دانند (Syngenetic) و اعتقادی به آلتراسیون هیدروترمالی ناشی از توده های نفوذی ندارند. تشکیل زون آلونیتی در منطقه طارم در مقایسه با منطقه آق کند - هشجین بسیار بیشتر است. علت این امر می تواند در ارتباط با نوع سنگ درونگیر و فوگاسیته گوگرد محلولهای هیدروترمالی باشد. گسترش زون آلونیتی تأیید کننده کاراکتر شوشونیتی سنگهای منطقه طارم آق کند - هشجین است. با توجه به اسیدی تر بودن سنگهای ائوسن در منطقه طارم و گسترش کانیهای دارای پتاسیم و آلومینیوم (مثل فلدسپاتهای پتاسیک) امکان تشکیل آلونیت‌های پتاسیم - آلومینیوم و پتاسیم - آهن فراهم بوده است و لذا آلونیت زایی به صورت گسترده ای تشکیل شده است. بجای کانیهای غنی از پتاسیم و آلومینیوم کانیهای غنی از آهن و منیزیم (مثل اوژیت) در ولکانیکهای منطقه آق کند - هشجین مشاهده می شود، لذا بجای آلونیت‌های اولیه غنی از K و Al ، آلونیت ثانویه غنی از Mg یعنی اپسومیت ($Mg(SO_4)7H_2O$) تشکیل شده است. تنها یک اندیس آلونیت در منطقه آق کند - هشجین (کوه قلعه) شناسایی شده است. همچنین فوگاسیته گوگرد نقش مهمی در گسترش آلتراسیون آلونیتی دارد. می توان پیش بینی نمود که فوگاسیته گوگرد در محلولهای هیدروترمالی منطقه طارم بیشتر از فوگاسیته گوگرد در محلولهای هیدروترمالی منطقه آق کند - هشجین بوده است.

ج. از اختلاف نوع آلتراسیون هیدروترمالی در منطقه طارم و منطقه مورد مطالعه می توان به موارد زیر نیز اشاره نمود. گسترش سطحی آلتراسیونهای هیدروترمالی در منطقه آق کند - هشجین بیشتر از منطقه طارم است. گسترش زونهای آرژیلیک به ویژه آرژیلیک پیشرفته در منطقه آق کند - هشجین بیشتر از منطقه طارم است و این امر می تواند نشانگر حجم آب بیشتر ناشی از تبلور توده های نفوذی و یا آب هیدروترمالی منطقه مورد مطالعه باشد. گسترش زون سریسیتیک در منطقه آق کند - هشجین بیشتر از

منطقه طارم است آلتراسیون گرایزنی تا کنون از منطقه طارم گزارش نشده است. زون آلتراسیون سیلیسی با کلاهدک سیلیس در منطقه طارم بیشتر از منطقه آق کند - هشجین می باشد و این امر می تواند در ارتباط با اسیدی بودن توده های نفوذی منطقه طارم نسبت به منطقه آق کند - هشجین باشد.

k. آثاری از کانی سازی طلا در هر دو منطقه طارم و آق کند - هشجین دیده شده است. نشانه طلا در منطقه طارم در مناطق کوهیان، دیزه جین و عباس آباد - زرنند گزارش شده است. به کانی سازی طلا در منطقه آق کند - هشجین نیز به صورت مفصل در فصل هفتم و بطور مختصر در همین فصل اشاره شده است. بر پایه تمام شواهد، به نظر می رسد که منطقه طارم و آق کند - هشجین مناطق مستعدی برای پی جویی کانی سازی طلا بخصوص از نوع طلای پورفیری است و لازم است مطالعات بیشتری در این مناطق آغاز شود.

1. از ویژگیهای دیگر کانی سازی در این مناطق وجود Mo بسیار کم در کانی سازیهاست. این مسأله مخصوصاً در منطقه آق کند - هشجین بیشتر نمایان است. همچنین آثار بسیار کم کانی سازی تنگستن هم در منطقه طارم (ناحیه کوهیان) و هم منطقه آق کند - هشجین (روستای کمر و شاه علی بیگلو) به اثبات رسیده است. آثاری از کانی سازی نقره در منطقه آق کند - هشجین ملاحظه نگردید و حتی عموماً تتراندریتهای همراه کانسارهای سرب و روی منطقه مورد مطالعه، دلیلی بر مقادیر فراوان Sb و As در محلولهای کانی ساز منطقه است. مطالعات ژئوشیمیایی مباشر (1365) همبستگی نقره و مس را در منطقه علی آباد موسوی طارم نشان می دهد ولی مطالعات میکروسوند خوبی (1366) این همبستگی را تأیید نکرده و وجود نقره را همراه با کانیهای ثانویه مس مثل کالکوسیت نشان می دهد. کانی سازی آهن به صورت هماتیت و مگنتیت در هر دو منطقه کاملاً مشهود است ولی گسترش این کانی سازی در منطقه طارم بسیار بیشتر از منطقه مورد مطالعه است. (روستای الوند، ذاکر و کردناب) مقدار کانی سازی باریت

در منطقه طارم بیشتر از منطقه مورد مطالعه است. کانی باریت نشانگر حرارت‌های پایینی در کانی سازیهاست.

m. هر چند منطقه طارم از نظر تکتونیکی سالم تر از منطقه طالش و منطقه آق کند - هسجین است ولی نقش پدیده های زمین شناسی ساختمانی اعم از گسلشها، محور تاقدیسها محور ناودیسها و سیستم درز و شکاف در هر دو منطقه نقش بسیار مهمی در جایگیری توده های نفوذی و شکل گیری کانسارهای رگه ای و گسترش مناطق آلتراسیون هیدروترمالی داشته است. توده های نفوذی منطقه طارم در محور چین خوردگیهای سیلندری با راستای شمال غربی - جنوب شرقی تزریق شده اند.

3-9- مقایسه ویژگیهای متالورژیک منطقه طارم و آق کند - هسجین با آذربایجان

زون زمین ساختی البرز غربی - آذربایجان در فرهنگ زمین شناسی ایران کاملاً جا افتاده و مرز مشخصی بین آنها تعریف نشده است، هر چند به اعتقاد نگارنده رساله و براساس شواهد تکتونیکی، سنگ شناسی و کانسار زایی می توان مرز تقریبی البرز غربی و آذربایجان را تعریف نمود که در این بخش اشاره ای نیز به این مطلب خواهد شد. با توجه به انبوه کانی سازیهای موجود در منطقه آذربایجان به ویژه اهر، از دیر باز این منطقه مورد توجه معدن کاران بوده و کارهای تحقیقاتی زیادی از قدیم و پس از انقلاب اسلامی بر روی این کانسارها صورت گرفته است. از نظر منابع اطلاعاتی منطقه آذربایجان غنی تر از منطقه طارم و به ویژه منطقه آق کند - هسجین می باشد. با توجه به انبوه کانی سازیها در منطقه اهر و شمال آذربایجان، ابتدا توضیح بسیار مختصری در مورد کانسارهای مهم منطقه ارائه می گردد (نقشه 9-2) و در ادامه به مقایسه خصوصیات متالورژیک این منطقه با منطقه طارم و آق کند - هسجین پرداخته می شود.

- 1- **مزرعه:** کانی سازی مس و آهن به صورت اسکارن در داخل آهکهای کرتاسه و ولکانیکهای پالئوژن می باشد. کانیهای فلزی شامل مگنتیت، کالکوپیریت، هماتیت، پیریت، بیسموت خالص و ولفرام است. توده نفوذی کانی سازی کننده گرانیات - گرانودیوریت شیور داغ است.
- 2- **گودال:** کانی سازی مس به صورت اسکارن در شرق معدن مزرعه و توده نفوذی گرانیات شیور داغ است.
- 3- **انجرد:** به صورت اسکارن مس - آهن در غرب معدن مزرعه است. سنگ درونگیر آهکهای کرتاسه و توفهای پالئوژن است. توده نفوذی کانی ساز، گرانیات شیور داغ است. کانیهای فلزی شامل کالکوپیریت، پیریت، مولیدنیت و مگنتیت است.
- 4- **زندآباد:** به صورت کانی سازی مس در داخل آهکهای کرتاسه است. عامل کانی ساز، توده گرانیات شیور داغ است. کانیهای فلزی شامل کالکوپیریت، پیریت، مگنتیت، مولیدنیت، گالن و اسفالریت است.
- 5- **بارملک:** کانی سازی رگه ای در داخل توف آندزیتی، توف داسیتی، داسیت پورفیری و توف سیلیسی است. توده نفوذی منطقه مونزونیت پورفیری و گرانودیوریت سونگون است.
- 6- **کیقال:** کانی سازی مس در داخل توف آندزیتی و پیروکسن آندزیت است. توده نفوذی منطقه مونزونیت پورفیری و گرانودیوریت سونگون است.
- 7- **سونگون پورفیری:** بزرگترین کانی سازی مس - مولیدن پورفیری ایران است. کانی سازی در داخل سنگهای آتشفشانی و آذر آواری ائوسن می باشد. کانیهای مهم فلزی شامل کالکوپیریت، مگنتیت، پیریت و مولیدنیت است. توده نفوذی، گرانودیوریت و مونزونیت پورفیری سونگون است.
- 8- **بالوجه:** کانی سازی رگه ای مس در داخل سنگهای آهکی کرتاسه و ولکانیکهای ائوسن است. کانی سازی شامل کالکوپیریت، پیریت، و مولیدنیت است. احتمالاً دایکها عامل کانی سازی هستند.

9- **آینالو:** به صورت کانی سازی اسکارنی در داخل آهک و شیست است. کانی سازی شامل کالکوپیریت و مگنتیت و توده نفوذی دیوریتی است.

10- **عباس آباد آینالو:** سنگ درونگیر آهک و توف است. کانی سازی شامل مگنتیت و کالکوپیریت است.

11- **داقرداغ:** کانی سازی اسکارنی مس در داخل آهکهای کرتاسه است. کانی سازی شامل مگنتیت و مالاکیت و توده های نفوذی گرانودیوریت است.

12- **آستامال:** کانی سازی کالکوپیریت، مگنتیت و پیریت با گسترش مناطق آلتراسیونی هیدروترمالی است. توده نفوذی، میکروگرانیت و گرانیت پورفیری است.

13- **قره چیلر:** کانی سازی کالکوپیریت، مولیبدنیت و پیریت در داخل گرانیت اردوباد است.

14- **چمتال:** کانی سازی اسکارنی در داخل آهکهای کرتاسه است. توده نفوذی مونزودیوریت چمتال است. کانیهای فلزی شامل مگنتیت، کالکوپیریت، بورنیت، کبالتیت، و کولیت است.

غیر از معادن ذکر شده در بالا که در منطقه اهر، کلیبر، سیه رود و خروانق قرار دارند، کانی سازیهای نیز در حدفاصل منطقه مورد مطالعه تا منطقه اهر وجود دارد که از آن جمله می توان به مس ناتپو شیخدر آباد (میانه) مس ناتپو مجدر (خلخال)، مس قزل دره (کیوی) و مس کلهر در دامنه جنوبی بزقوش اشاره نمود.

در این بخش به مقایسه ویژگیهای متالورژیک منطقه آق کند - هسجین با آذربایجان پرداخته می شود.

a. سنگ درونگیر اصلی کانی سازیهای شمال آذربایجان اعم از مس، سرب، روی و آهن، آهکهای کرتاسه و

واحدهای ولکانیکی و آذر آواری پالئوژن است. وجود آهک به عنوان سنگ درونگیر باعث تشکیل اغلب

کانی سازیهای این منطقه به شکل اسکارن شده است که این وضعیت در منطقه طارم و آق کند - هسجین

ملاحظه نمی شود.

b. توده های نفوذی عامل کانی سازی در منطقه شمال آذربایجان اغلب به صورت گرانیت - گرانودیوریت (انزان - شیورداغ - سونگون) و یا مونزونیت پورفیری است (سونگون) و لذا ترمهای اسیدی در این منطقه، سنگ نفوذی غالب است در حالی که در منطقه طارم و آق کند - هشجین، ترمهای حد وسط (کوارتز مونزونیت) بیشترین حجم توده های نفوذی را به خود اختصاص داده اند. سری ماگمایی توده های نفوذی آذربایجان عمدتاً کالکو آلکالن می باشد.

c. از منطقه میانه به طرف شمال غرب، شاهد نفوذ سنگهای تحت اشباع مثل نفلین سینیت در پوسته آذربایجان هستیم. رخنمونهای عمده این سنگها در دامنه شمالی بزقوش (توده الله جق)، شمال سراب (توده رزگاه) و غرب کلیبر می باشد. احتمال دارد بعضی از کانی سازیهای منطقه آذربایجان در ارتباط با این توده های نفوذی باشد. ظهور اینگونه توده های تحت اشباع در این منطقه، نشانگر تغییر شرایط ماگماتیسم منطقه و شرایط ژئودینامیکی شکل گیری توده های نفوذی نسبت به منطقه طارم و آق کند - هشجین است.

d. پس از کانی سازی سرب خلف در شمال غرب محدوده مورد مطالعه، تقریباً روند کانی سازیها قطع شده و اولین آثار کانی سازی مس در منطقه آذربایجان از جنوب شرق اهر و اطراف توده گرانیتی انزان شروع شده و به طرف شمال غرب (منطقه اهر) به شدت افزایش یافته و در شمال ورزقان (اطراف گرانیت شیورداغ، گرانودیوریت و مونزونیت سونگون) به اوج خود می رسد. نبود کانی سازیهای مهمی در فاصله حدود 130 کیلومتر و قطع ناگهانی کانی سازیهای منطقه طارم و آق کند - هشجین می تواند نشانه دیگری از تغییر شرایط مهم زمین شناسی در دو منطقه باشد. (تغییر ایالت متالورژی)

e. از ویژگیهای متالورژیک منطقه شمال آذربایجان، کم بودن کانی سازیهای سرب و روی در این منطقه است، در حالی که در منطقه طارم و آق کند - هشجین شاهد تشکیل بسیاری از معادن سرب و روی هستیم. این

تفاوت نیز در ارتباط با منشاء و ترکیب متفاوت ماگماهای سازنده سنگهای آذرین درونی دو منطقه است که پیشنهاد می گردد این دو منطقه از دیدگاه پترولوژی و پتروژنز توده های نفوذی با همدیگر مقایسه گردد.

f. از خصوصیات بارز کانی سازیهای شمال آذربایجان کانی سازی مولیبدن در کنار کانسارهای رگه ای و پورفیری مس است بطوری که کانسار پورفیری سونگون در واقع یک پورفیری مس - مولیبدن است. همچنین مولیبدن در بقیه معادن مس منطقه یک پاراژنز همیشگی کانیهای مس می باشد. در منطقه طارم و آق کند - هشجین کانی سازی مولیبدن بسیار ضعیف بوده و مقدار مولیبدن فقط به چند برابر کلارک می رسد.

g. نوع کانه های مس تشکیل شده در کانی سازیهای منطقه شمال آذربایجان و منطقه طارم و آق کند - هشجین تفاوت اساسی دارد. مهم ترین شکل کانی سازی مس در شمال آذربایجان، کالکوپیریت و بورنیت و بندرت کالکوسیت و کولین می باشد ولی برعکس در منطقه طارم و آق کند - هشجین مهم ترین شکل پیدایش مس به صورت کولین، کالکوسین، بورنیت و گاهی کالکوپیریت است.

h. آثار کانی سازی طلا در هر دو منطقه مشاهده می شود. در شمال آذربایجان اثرات کانی سازی طلا در آلتراسیون هیدروترمالی بین اهر و مشکین شهر (دوست بیگلو)، خوینرود، سرنگون و عباس آباد دیده شده است. همچنین اثراتی از کانی سازی ولفرامیت و شلیت در هر دو منطقه گزارش شده که در منطقه طارم و آق کند - هشجین شدیدتر از منطقه آذربایجان است.

i. گسترش آلتراسیونهای هیدروترمالی در منطقه شمال آذربایجان به مراتب کمتر از منطقه طارم و آق کند - هشجین است. هر چند در مناطق شمالی توده انزان بین اهر و مشکین شهر، معدن مس پورفیری سونگون و منطقه آستامال اثرات آلتراسیون هیدروترمالی بسیار شدید است ولی از نظر تعداد مناطق و وسعت مناطق

آلتره شده، منطقه طارم و آق کند - هشجین در ردیف بالاتر قرار می گیرد. این امر در ارتباط با مقدار بخار آب ماگماهای تشکیل دهنده توده های نفوذی و حجم آبهای هیدروترمال است.

j. تشکیل مناطق آلتراسیون آلونیتی، هر چند در هر دو منطقه مشهود است ولی شدت آلونیت زایی با وفور معادن زاج در منطقه طارم بسیار بیشتر از منطقه شمال آذربایجان است. این مسأله در ارتباط با مقدار سولفات (فوکاسیته گوگرد) محلولهای هیدروترمالی است که در منطقه طارم این مقدار خیلی بیش از منطقه آذربایجان بوده است. پیریت زایی بسیار شدید در متن سنگهای منطقه طارم و آق کند - هشجین نیز گواهی بر بالا بودن فوکاسیته گوگرد در محلولهای هیدروترمال این منطقه است.

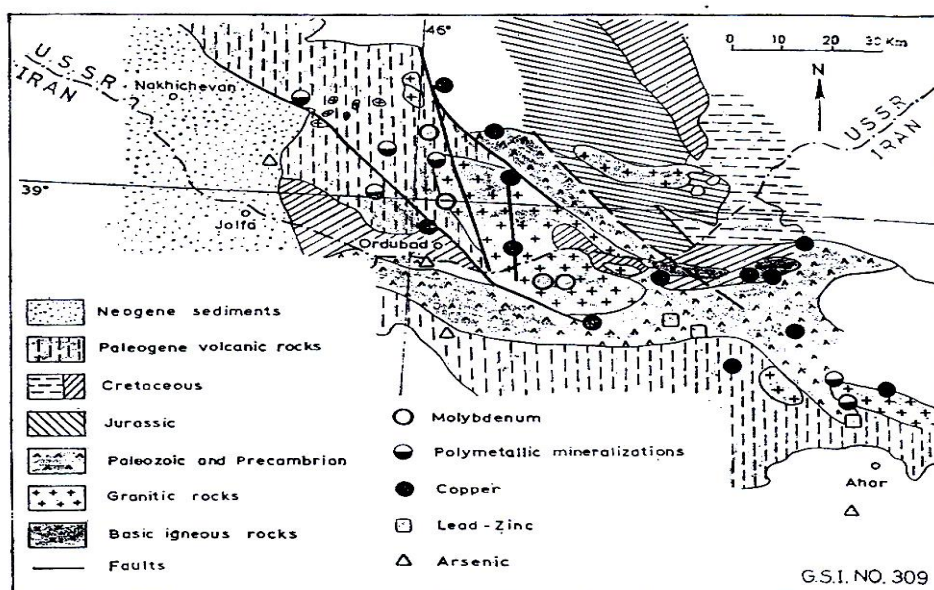
k. با مقایسه شدت کانی سازی مس در دو منطقه و وجود کانی سازی مس پورفیری در منطقه آذربایجان به نظر می رسد که شمال آذربایجان از نظر پتانسیل مس قوی تر از منطقه طارم است ولی منطقه اخیر و منطقه آق کند - هشجین بنا به دلایلی که قبلاً گفته شد از نظر پتانسیل طلا می تواند برتر از آذربایجان باشد.

l. هر چند نقش عوامل زمین شناسی ساختمانی در جایگیری توده های نفوذی منطقه آذربایجان مهم بوده ولی نقش این عوامل در منطقه طارم و آق کند - هشجین بسیار بیشتر از منطقه آذربایجان است. نقش گسلها در جایگیری توده های نفوذی و تشکیل کانسارها در منطقه آذربایجان مهم تر از نقش چین خوردگیها است.

m. همانگونه که در فصل هشتم این رساله گفته شد، منطقه آذربایجان پس از ائوسن نقش یک صفحه (آذری) را داشته که مرز جنوبی آن گسل تبریز، مرز شرقی آن گسل طالش یا گسل میانه - اردبیل و مرز غربی آن گسل ارس و ابوالسمر بوده است. به نظر می رسد بنا به مطالب عنوان شده در بالا، تیپ کانساری از خط

گسستگی میانه - اردبیل نسبت به منطقه طارم متفاوت بوده و متالورژی این منطقه (میکروپلیپ آذری) متمایز از منطقه طارم و آق کند - هشجین است.

n. با توجه به نقشه (4-9) ملاحظه می شود که روند کانی سازیهای شمال آذربایجان در منطقه قفقاز کوچک نیز ادامه می یابد و کانسارهای مس، پلی متال مس، سرب و روی، مولیبدن و طلا در قفقاز کوچک نیز مشاهده می شود. با توجه به کلیه شواهد بدست آمده از منطقه طارم و آذربایجان بایستی عنوان نمود که خصوصیات متالورژیکی شمال آذربایجان قرابت بیشتری با منطقه قفقاز کوچک دارد و این دو منطقه (قفقاز - آذربایجان) می توانند یک ایالت متالورژیک محسوب گردند در حالی که این شباهتها بین منطقه آذربایجان با منطقه طارم و آق کند - هشجین مشاهده نمی گردد.



نقشه 4-9 پراکندگی کانسارهای مس، سرب، روی، مولیبدن و آرسنیک در منطقه شمال آذربایجان و قفقاز کوچک از بازین و هوبنر

4-9- جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج حاصل از فصل نهم رساله که در واقع نتایج بدست آمده از کل مطالعات انجام گرفته در منطقه آق کند -

هشجین می باشد را می توان به صورت زیر عنوان نمود.

- 1- در منطقه آق کند - هشجین توده های نیمه عمیقی با ترکیب کلی کوارتز مونزونیت به داخل ولکانیتهای ائوسن تزریق شده و در 5 محدوده باعث ایجاد آلتراسیونهای گسترده هیدروترمالی شده اند.
- 2- این توده های نفوذی متعلق به تیپ I و پرآلومین هستند. جایگیری آنها در زمان الیگوسن آغازی (فاز پیرنه) و در یک رژیم حاشیه فعال قاره و محیط کشش پشت قوس صورت گرفته است.
- 3- شواهد ترمومتری نشانگر حرارت زیاد در کانی سازی های رگه ای اطراف محدوده های آلتراسیونی است. همچنین براساس این مطالعات نشانه ای از کانی سازی مس پورفیری در این منطقه بدست نیامد.
- 4- در کنار کانی سازیهای رگه ای آثاری از کانی سازی پراکنده طلا و تنگستن در منطقه بدست آمد که شواهد مختلف بیانگر کانی سازی طلا به صورت مزوترمال در این منطقه است. آثاری از کانی سازی پگماتیسی نیز مشاهده گردید.
- 5- از بسیاری جهات توده های نفوذی و سنگهای درونگیر منطقه طارم مشابه با منطقه مورد مطالعه است ولی ترمهای اسیدی هم در توده های نفوذی و هم در سنگهای درونگیر منطقه طارم بیشتر از منطقه آق کند - هشجین است.
- 6- نقش عوامل ساختمانی مثل گسلشها و چین خوردگیها هم در منطقه طارم و هم در منطقه آق کند - هشجین برای جایگیری توده های نفوذی و گسترش آلتراسیونهای هیدروترمالی بسیار مهم بوده است.
- 7- علیرغم شباهتهایی که آلتراسیونهای هیدروترمالی منطقه آق کند - هشجین با منطقه طارم نشان می دهد در برخی از مشخصات نیز با همدیگر کاملاً متفاوت هستند. کانی سازیهای این دو منطقه دارای شباهتهای خیلی زیادی با همدیگر می باشند.

- 8- از مجموع اطلاعات بدست آمده از منطقه طارم و آق کند - هشجین می توان گفت که این دو منطقه می تواند به یک ایالت متالورژیک متعلق می باشد و لذا قواعد و قوانین حاکم بر کانی سازی، تقریباً در هر دو منطقه یکسان بوده است.
- 9- سنگ درونگیر اصلی کانسارهای مس، سرب و روی آذربایجان سنگهای آهکی کرتاسه و سنگهای ولکانیکی پالئوژن است، لذا اغلب کانسارهای این منطقه از نوع اسکارن است.
- 10- توده های نفوذی عامل کانی سازی در منطقه آذربایجان به صورت گرانیت - گرانودیوریت و مونزونیت است ولی در کنار آنها توده های تحت اشباع نفلین سینیت نیز مشاهده می گردد.
- 11- حجم کانی سازیهای شمال آذربایجان به صورت مس (اسکارن، رگه ای پورفیری) بوده و بیشتر از منطقه طارم می باشد و کانسارهای سرب و روی کمتر از منطقه طارم و آق کند - هشجین است.
- 12- کانی سازی مس در منطقه آذربایجان عمدتاً به صورت کالکوپیریت و بورنیت است ولی در منطقه طارم و آق کند - هشجین به صورت بورنیت، کالکوسین و کولین است.
- 13- آثار کانی سازی تنگستن در هر دو منطقه (آذربایجان و طارم) مشهود است ولی کانی سازی مولیبدن اختصاص به منطقه آذربایجان دارد.
- 14- گسترش آلتراسیونهای هیدروترمالی در آذربایجان کمتر از منطقه طارم است و نوع آلتراسیونها نیز در دو منطقه متفاوت از هم می باشد.
- 15- شواهد مختلف زمین شناسی احتمال کانی سازی طلای مزوترمال در منطقه طارم را بیشتر از منطقه شمال آذربایجان نشان می دهد.

16- مشابهت خصوصیات متالورژیکی منطقه آذربایجان با منطقه قفقاز کوچک بیشتر از مشابهت آن با منطقه طارم است، لذا جهت ادامه کارهای اکتشافی در منطقه آذربایجان می توان از الگوهای متالورژیکی منطقه قفقاز کوچک استفاده نمود.

17- به عنوان نتیجه عملی و نهایی این رساله می توان گفت، لازم است یک بازنگری اساسی در ایالت متالورژیک طارم و آق کند - هشجین انجام داد و این منطقه را از نظر کانی سازی مزوترمال و اپی ترمال طلا مجدداً به طریق پیشنهادی زیر مورد اکتشافات سیستماتیک قرار داد.

I - تهیه نقشه های زمین شناسی واحدهای سنگی مناطق آلتراسیون هیدروترمالی با مقیاس 1:20000 و 1:5000 با تأکید بر مسایل زمین شناسی ساختمانی

II - تهیه نقشه های آلتراسیون سطحی براساس مطالعات پتروگرافی و XRD و جدایش زونهای آلتراسیونی و بویژه مشخص نمودن محدوده زونهای سریستیک و سیلیسی با مقیاس 1:5000 برای مناطق پنجانگانه آلتراسیونی (کجل، مندجین، گاو - کمر، نیمه هیل و جیزوان)

III - انجام اکتشافات سیستماتیک ژئوشیمیایی و کانی سنگین در گستره ای آلتراسیونی و مشخص نمودن آنومالیهای ژئوشیمیایی و همبستگی عناصر مختلف

IV - انجام مطالعات ژئوفیزیکی با روش های IP و SP با تکیه بر آنومالیهای بدست آمده از مطالعات ژئوشیمیایی

V - تلفیق اطلاعات حاصل از تمام مطالعات و در صورت انطباق نتایج این مطالعات، تعیین چند محل مناسب جهت حفاری و بدس آوردن اطلاعات دقیق زیر سطحی

منابع فارسی

- 1- امینی فضل، عباس (1373) مطالعات زمین شناسی، کانی شناسی، پترولوژی، و ژئوشیمیایی توده های نفوذی اردوباد، آکادمی علوم جمهوری آذربایجان
- 2- باباخانی، علی رضا (1360) مطالعه پتروگرافی و ژئوشیمی نفلین سینیت‌های شمال آذربایجان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران.
- 3- پیروان، حمیدرضا (1371) بررسی پتروگرافی، و پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آذرین درونی شمال ابهر، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- 4- تدین اسلامی، ابوالحسن، آزر م - ف و علوی نائینی - م (1361) اکتشاف سیستماتیک در شیت 1:100000 تهم، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش داخلی، 116 ص.
- 5- حاجی علیلو، بهزاد (1375) گزارش پی جویی و آثاریابی مواد معدنی در منطقه شرق شهرستان میانه (بخش کاغذ کنان)، اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان شرقی، 128 ص.

- 6- زراعی بسهامیه، رضا (1371) پتروگرافی، پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی شمال ابهر و ارتباط ولکانیسم منطقه با کانی سازیهای انجام شده، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- 7- قادری، مجید (1370) مطالعات زمین شناسی اقتصادی معدن سونگون، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.
- 8- سامانی، بهرام (1365) زمین شناسی ارسباران - قره داغ و ارسباران - مغان در ارتباط با کانی سازی مواد رادیواکتیو، سازمان انرژی اتمی.
- 9- مباشر، امیر (1365) اکتشافات سیستماتیک نیمه تفصیلی ناحیه علی آباد موسوی (طارم) سازمان زمین شناسی کشور، گزارش داخلی، 61ص.
- 10- مؤید، محسن (1371) بررسیهای پتروگرافی و پتروشیمی سنگهای نوار ولکانو پلوتونیک منطقه طارم در ارتباط با ژنز مس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- 11- مؤمن زاده، رشید نژاد عمران، نعمت اله و فرجاد باستانی، محسن (1364) ارزیابی ذخایر معدنی شناخته شده منطقه اهر براساس اطلاعات موجود، سازمان زمین شناسی کشور.

Reference

- 1-Bazin, D & Hubeep. H. (1969) Copper depper deposits in Iran, G.S.I, Rep No. 13,
- 2- Ansari, H.J. (1965) Geology of southern Mianeh basin in Azarbaijan, Iran, Amer, Assoc. Petrol. Geologists Bull., Vol. 49. No. 1, pp:88-97
- 3- Davis,R.G & etal, (1975) Explanatory text of the Bandar-e- Pajlavi (Ansaly) Quadrangle map 1:250000 G.S.I., 198 p.
- 4- Davis,R.G & etal, (1972) Geology of Masuleh sheet 1:100000 Northwest Iran, G.S.I.,
- 5- Eftekhar-Nezhad,J. Nabavi,M. & Valeh,N., (1965) Geology of Tarom-Talesh area, G.S.I., Geol. Note No. 16,24 p
- 6- Eftekhar-Nezhad,J., (1975) brief history and suructural development of Azarbaijan, G.S.I, Internal rep.N.8.
- 7- Hirayama, K., Haghipoor, A. & Hajian (1965) Goelogy of the tarom district, Eastern part (Zanjan area, Northwest Iran), No.28
- 8- Hrayama, J., Samimi M; Zahedi M. & Hushmandzadeh, A., (1966) Geology of the tarom disrtict, Western area (Zanjan area, Northwest Iran), No.28
- 9- Hamze-pour, B., Johnson, G.& Grollman,N. (1977) Geological investigation in the Zanjan are,(Northwest Iran), Variran private Co, Exploration until, 73 p
- 10- Sengor, A.M.C. (1990) A new model for the lete paleozoic-Mesozoice tectonic evolution of Iran and implication for omman Geological society , Special pub. No. 49, pp:797-831

11- Stockline, J & Eftekhar Nezhad, J. (1969) Explanatory teext of Zanjan quadrangle Map 1:250,000, G.S.I, Rep. No. D4

12- Mehrpartou, M. (1993) Contribution to the geology, geochemistry , ore genesis and fluid investigation on sungun Cu-Mo porphyry deposit (Northwest Iran), Hamburg unervisity,

Sample	SiO2 %	Al2O3 %	CaO %	Fe2O3 %	K2O %	MgO %	Na2O %	TiO2 %	MnO %	P2O5 %
5	99.72	0.48	0.09	0.08	0.04	0.03	0.012	0.045	0.001	0.021
15	71.54	14.50	0.27	0.92	7.28	0.21	1.448	0.360	0.005	0.043
23.M.b	62.06	18.86	1.23	4.91	4.30	0.73	2.707	0.800	0.190	0.224
24 (?)	3.34	0.83	28.22	1.18	0.20	0.42	0.424	0.088	0.003	0.052
25	48.47	18.02	6.74	6.95	2.38	1.55	1.358	1.057	0.090	0.261
28a	55.38	14.59	6.44	4.98	0.84	2.82	3.627	0.906	0.044	0.180
30B	57.34	16.49	2.36	5.83	4.26	1.62	2.652	1.074	0.047	0.293
31C	24.75	8.21	12.15	8.53	0.51	2.05	1.684	0.910	0.056	0.278
32C	66.49	12.49	5.39	3.13	1.98	1.19	1.767	0.675	0.045	0.249
35c	73.25	15.22	0.14	1.78	3.58	1.12	0.192	1.449	0.010	0.096
38 (?)	59.61	1.81	2.07	27.70	0.04	0.24	0.131	0.109	0.136	0.029
43	47.21	15.80	8.98	5.38	1.57	2.10	0.867	1.094	0.067	0.373
44	71.88	20.56	0.52	1.10	0.09	0.07	0.028	1.248	0.001	0.659
45A	4.25	0.26	30.27	14.12	0.08	0.21	0.947	0.001	17.498	0.054
45c	59.37	15.62	4.36	3.41	2.74	0.54	3.425	1.402	0.008	0.208
46b	61.70	19.14	0.30	2.88	5.14	0.38	3.922	1.483	0.012	0.287
47b	65.77	17.25	0.55	4.34	5.06	0.41	2.058	0.746	0.052	0.313
48B	55.74	17.08	1.27	9.83	4.40	2.07	0.508	1.264	0.006	0.217
49	61.60	20.39	0.14	5.23	3.81	1.94	0.759	1.196	0.010	0.293
50	65.07	19.51	0.43	3.94	3.75	1.74	0.292	1.112	0.019	0.100
51b	59.78	16.83	9.93	4.22	0.31	2.84	0.697	0.340	0.053	0.113
52	62.77	16.03	1.57	9.14	4.08	0.19	0.114	1.025	0.658	0.287
75a	55.59	17.43	6.02	7.90	3.47	0.50	2.362	1.069	0.186	0.239
75b	54.77	17.33	10.33	8.37	1.61	0.56	0.711	1.083	0.166	0.229
79	61.64	16.37	1.11	8.62	3.87	3.08	3.363	1.019	0.257	0.283
80	63.77	15.08	1.12	5.8	1.45	5.48	3.871	0.761	0.089	0.236
81b	62.24	15.53	6.81	5.97	1.06	4.48	4.11	0.801	0.177	0.309
81c	67.15	14.02	2.31	3.85	5.77	3.67	2.752	0.513	0.097	0.157
88	67.61	17.61	0.42	4.03	4.16	1.25	1.847	1.087	0.009	0.105
89	64.68	19.61	0.15	5.94	4.29	0.57	0.45	0.924	0.001	0.047
91	56.06	14.66	3.25	6.85	3.08	7.94	2.824	0.865	0.19	0.224
93b	67.91	17.22	0.62	6.07	3.93	0.45	3.153	1.123	0.006	0.132
94a	67.44	15.78	0.97	5.05	3.88	0.4	3.881	1.267	0.003	0.177
95a	56.87	18.70	6.42	1.91	1.17	2.51	0.535	1.211	0.055	0.405
96	57.89	17.28	7.00	4.83	0.70	1.16	3.131	0.912	0.080	0.215
96	52.09	18.60	10.38	7.35	0.12	4.67	0.325	1.055	0.12	0.249
97b	65.71	17.33	0.51	3.25	3.97	0.92	3.478	1.201	0.015	0.213
98	67.84	16.05	0.61	3.47	4.31	0.95	4.218	1.1	0.013	0.252
99	67.8	17.24	2	6.7	1.74	0.19	2.29	1.375	0.002	0.146
101	63.99	18.48	1.05	5.63	2.88	2.14	3.875	1.254	0.03	0.234
104A	65.03	16.11	0.52	9.33	0.07	0.43	3.440	1.128	0.010	0.128
105	56.75	18.07	3.44	7.85	2.42	3.95	1.919	1.135	0.203	0.254
106c	69.04	14.42	2.98	3.32	5.93	1.38	1.945	0.451	0.065	0.109
107	96.02	0.91	0.19	1.47	0.06	0.1	0.003	0.944	0.005	0.037
107c	73.42	18.56	0.2	2	1.07	0.19	0.122	1.248	0.001	0.273

جدول ضمیمه شماره ۱. نتایج آنالیز ۱۲۰ نمونه آلتیره شده برای ۳۳ عنصر به روش XRF در دانشگاه شهید بهشتی

Sample	Zr ppm	Y ppm	Sr ppm	U ppm	Rb ppm	Th ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	W ppm
5	130	0	9	2	5	0	0	1	0	475
15	318	73	23	7	275	27	19	14	0	60
23.M.b	246	40	262	0	133	8	11	106	3	41
24 (?)	20	3	387	7	15	11	9	4	1	0
25	125	23	256	4	72	5	9	41	2	6
28a	152	9	207	3	21	9	0	15	0	13
30B	176	31	267	0	108	4	7	34	7	8
31C	86	7	337	5	26	7	5	35	13	16
32C	146	15	118	0	59	0	0	25	0	90
35c	285	41	122	8	109	16	5	12	5	25
38 (?)	30	0	343	173	23	94	1904	375	350000?	560
43	176	16	141	0	59	5	1	44	9	0
44	217	6	1679	20	9	11	22	4	8	45
45A	23	1	682	0	5	33	4696	23268	9594	78
45c	291	25	393	7	78	15	6	11	4	27
46b	292	42	357	9	110	17	17	19	4	11
47b	286	39	229	0	141	14	17	57	0	23
48B	195	49	109	0	200	8	19	21	1	2
49	244	35	198	4	121	15	18	40	6	4
50	379	51	124	4	141	17	9	35	12	7
51b	70	0	394	1	9	0	0	37	2	13
52	137	39	346	0	165	4	70	159	4	45
75a	212	27	276	0	105	9	7	74	9	23
75b	163	9	278	8	37	13	11	71	13	4
79	202	26	250	4	114	11	10	230	32	0
80	156	12	228	2	70	10	6	87	19	3
81b	177	13	409	9	29	12	4	80	9	4
81c	236	51	261	11	205	25	19	42	7	3
88	185	24	64	8	155	8	6	22	5	6
89	223	32	37	0	118	5	0	28	16	6
91	174	20	174	11	82	15	6	57	11	0
93b	205	20	203	4	86	4	2	12	0	4
94a	195	12	336	25	108	19	8	5	5	5
95a	201	17	167	13	53	17	10	34	0	23
96	154	11	141	0	20	0	0	21	0	41
96	176	8	132	6	9	11	5	44	0	0
97b	241	29	147	3	123	8	0	20	0	35
98	246	27	232	12	107	13	9	10	0	0
99	201	3	213	6	46	4	4	11	14	0
101	196	20	475	13	76	10	6	25	4	3
104A	120	0	129	2	6	1	0	12	17	15
105	144	44	107	0	76	11	4	69	13	5
106c	209	46	180	10	214	29	11	36	2	2
107	144	0	84	10	8	3	0	6	3	3
107c	230	10	1384	19	34	13	22	11	11	13

Sample	SiO2 %	Al2O3 %	CaO %	Fe2O3 %	K2O %	MgO %	Na2O %	TiO2 %	MnO %	P2O5 %
247b	69.61	20.42	0.37	3.57	0.55	0.26	0.093	1.029	0.002	0.104
247b	61.10	17.48	0.57	4.86	1.03	2.67	5.791	1.139	0.082	0.261
248b	74.29	17.83	0.27	2.07	1.02	0.19	0.11	1.209	0.001	0.262
250	48.57	21.63	11.33	2.77	0.09	0.1	0.113	0.981	0.001	0.202
253	76.08	16.53	0.25	0.18	0.66	0.53	0.101	1.572	0.001	0.325
255	64.46	16.26	0.3	6.05	9.49	2.88	0.22	0.938	0.013	0.213
257b	64.02	18.92	0.98	4.19	3.96	2.08	0.377	1.271	0.013	0.222
259	64.15	17.07	0.17	7.23	4.23	1.42	0.072	0.982	0.004	0.116
262	66.99	15.47	0.21	6.24	4.85	1.62	0.066	0.947	0.006	0.075
263	74.87	21.83	0.17	1.14	0.52	0.14	0.038	0.844	0.001	0.262
264	1.51	0.62	54.08	0.27	0.07	0.21	0.524	0.068	0.309	0.041
266b	95.28	0.92	0.60	0.80	0.11	0.09	0.047	0.974	0.006	0.039
267	62.49	13.97	3.93	5.21	1.89	0.94	0.207	1.014	0.004	0.106
268	56.82	16.06	1.80	6.24	4.06	4.37	1.291	0.883	0.030	0.139
274	75.21	14.06	0.13	4.27	1.5	0.18	0.084	1.038	0.001	0.286
275a	61.69	16.79	6.86	2.12	0.38	0.17	0.167	0.900	0.001	0.177
275c	65.48	13.74	6.65	3.18	1.86	0.15	0.307	0.862	0.001	0.156
276	74.83	13.13	2.69	3.92	0.2	0.24	0.084	0.81	0.001	0.175
279	66.60	28.31	0.23	0.4	0.3	0.06	0.037	1.336	0.001	0.253
282b	73.08	8.50	2.69	5.91	0.47	1.28	0.117	0.503	0.040	0.139
289a	76.89	2.9	5.99	5.82	0.04	2.39	0.07	0.604	0.146	0.079
289b	75.75	7.04	5.72	1.03	1.15	0.19	0.134	0.759	0.007	0.150
290	65.99	18.05	0.23	3.73	4.81	0.92	2.041	0.762	0.005	0.162
291	68.34	21.46	0.38	3.61	0.12	0.14	0.036	1.374	0.001	0.224
292	66.25	15.05	0.86	4.48	5.34	1.89	2.248	0.794	0.01	0.163
293	69.47	17.49	0.13	2.42	7.13	1.11	0.442	0.745	0.004	0.107
298	75.14	10.48	0.18	4.27	5.38	0.14	0.663	0.531	0.001	0.034
299a	67.66	21.01	0.23	4.08	0.71	0.12	0.022	0.727	0.002	0.165
300	64.64	17.11	0.19	2.73	8.33	0.21	0.774	0.674	0.002	0.147
301b	67.21	13.86	0.32	4.43	7.28	0.18	0.689	0.603	0.006	0.113
302b	59.39	16.59	2.16	5.68	5.16	0.26	6.684	0.257	0.192	0.053

Sample	Zr PPM	Y PPM	Sr PPM	U PPM	Rb PPM	Th PPM	Pb PPM	Zn PPM	Cu PPM	W PPM
109b	190	8	261	14	34	21	11	90	5	0
110	202	22	252	11	105	10	4	21	1	0
134	165	0	906	20	14	19	23	5	4	1
135	148	0	1465	9	11	12	2	9	14	111
136	255	10	588	13	15	17	12	12	10	6
141b	238	110	186	8	368	17	111	305	8	4
142	225	30	39	4	115	10	5	25	12	0
143	265	71	61	12	236	25	39	124	4	11
145	324	14	473	11	9	24	31	13	7	6
146b	262	62	67	16	228	29	26	24	0	10
147	285	92	76	5	323	20	27	24	2	9
148	320	48	135	18	189	24	21	22	8	3
149b	262	14	98	6	94	15	196	45	0	28
150	252	35	152	3	142	16	26	48	7	0
150-1	226	20	132	0	54	10	16	105	11	12
151	262	0	1171	37	16	26	27	15	12	9
162	288	49	326	4	179	13	14	15	12	4
165(?)	208	21	193	3	94	8	4	70	10	2
172	69	0	64	0	7	9	701	200	17077	242
173	155	10	2889	32	34	12	16	18	24	6
173	53	7	514	3	85	7	39	21	38	6
174b	108	0	947	10	13	3	10	8	8	5
175a (?)	60	36	29	48	19	32	19	383	108	17
176b	262	15	1539	24	12	17	10	10	15	13
177	348	8	1304	28	12	27	13	7	11	11
178	209	26	60	25	97	25	20	81	25	14
179	316	20	1124	26	36	22	15	17	10	14
180a	385	2	793	29	12	38	34	3	6	0
180b	138	32	104	0	61	0	24	132	21	10
183	226	7	875	14	12	13	9	8	9	12
183 (?)	30	0	33	5	8	8	10	18	12	12
185	299	17	664	20	11	21	28	6	5	5
187	215	0	550	13	13	16	32	13	8	10
188	229	4	697	34	20	30	35	7	11	16
215	228	28	279	0	99	2	21	52	0	15
227b	172	5	530	1	22	8	9	67	14	6
229	318	42	57	15	182	26	12	43	11	9
230	202	19	294	6	96	12	5	80	12	10
231	133	18	170	1	69	7	8	211	13	5
234	115	20	117	0	78	0	0	46	24	0
239b	138	8	246	9	42	11	5	62	5	0
242b	81	6	1435	14	40	3	5	58	29	36
243a	206	60	81	13	237	27	19	30	2	5
245	233	0	1211	19	8	12	7	7	11	4
245b	159	11	291	9	81	8	8	230	39	9

Sample	Ga ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Ce ppm	V ppm	Ba ppm	Nb ppm	La ppm	Ag ppm
5	7	4	40	0	0	3	0	29	0	0
15	16	7	10	0	94	13	131	36	71	0
23.M.b	20	7	13	46	78	145	963	21	27	1
24 (?)	9	4	0	0	76	27	97	5	50	5
25	20	10	34	47	32	227	575	15	20	5
28a	20	11	6	6	13	175	260	18	39	0
30B	20	11	16	3	37	125	1376	22	21	1
31C	18	5	31	31	7	182	146	10	8	5
32C	17	6	6	0	16	43	218	16	13	0
35c	17	5	3	0	147	90	986	50	51	0
38 (?)	0	338	16	33	0	489	84	0	10	28
43	18	10	19	40	0	142	178	11	8	0
44	19	16	1	11	89	168	890	48	44	0
45A	30	23	18	0	164	54	6191	0	0	53
45c	20	16	9	4	249	78	1055	31	151	0
46b	23	14	6	7	125	129	3038	30	74	0
47b	20	10	7	10	58	94	1009	32	22	0
48B	26	7	11	128	71	222	319	16	0	0
49	23	9	5	1	62	175	2309	26	26	0
50	22	12	3	15	102	131	304	37	45	0
51b	14	7	15	15	22	81	26	14	0	0
52	21	4	42	237	7	225	1058	5	0	6
75a	16	7	31	239	0	199	739	20	39	0
75b	18	11	29	62	2	205	739	13	23	1
79	19	10	14	94	0	189	701	17	20	0
80	18	7	18	65	57	122	218	15	0	0
81b	20	10	11	57	21	136	501	13	13	0
81c	16	13	8	233	66	86	634	22	38	0
88	22	9	1	19	0	125	306	42	0	0
89	16	7	20	67	26	134	543	17	23	1
91	18	5	24	191	14	177	461	19	35	0
93b	19	7	2	27	0	140	945	47	0	0
94a	19	11	0	8	6	89	1029	43	9	0
95a	26	9	2	4	41	155	74	45	16	0
96	20	3	29	3	0	140	99	15	15	4
96	24	9	20	33	26	154	68	17	18	0
97b	22	10	3	0	0	64	873	23	20	0
98	22	10	0	113	0	57	848	52	13	0
99	21	10	4	17	0	55	451	47	29	0
101	23	10	8	45	64	162	934	44	30	0
104A	14	5	13	182	19	192	65	10	8	0
105	22	4	34	37	15	207	344	15	20	1
106c	18	8	8	77	57	62	542	48	35	0
107	5	7	3	60	0	27	54	33	0	0
107c	20	16	6	219	67	199	646	44	34	0

Sample	Zr ppm	Y ppm	Sr ppm	U ppm	Rb ppm	Th ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	W ppm
247b	210	0	434	14	20	12	6	11	4	2
247b	236	19	325	11	47	16	17	559	5	0
248b	223	13	1315	20	33	11	20	7	8	9
250	267	10	1376	16	9	10	19	7	9	3
253	413	36	973	18	30	24	11	21	7	27
255	278	60	180	4	267	17	104	54	28	5
257b	165	25	68	6	129	6	8	16	3	5
259	181	59	50	0	106	9	0	20	3	9
262	184	34	56	0	111	2	0	16	8	10
263	213	0	1269	26	18	21	23	4	14	3
264	11	0	569	5	10	6	6	7	9	13
266b	352	0	48	12	7	9	3	14	7	251
267	216	18	282	0	77	6	24	27	1	11
268	214	37	111	0	142	6	45	52	9	14
274	280	13	994	9	37	14	19	9	17	3
275a	209	1	1040	10	23	9	14	9	7	5
275c	180	7	832	16	52	11	37	7	5	5
276	251	3	515	10	9	18	49	9	15	6
279	141	4	737	16	13	11	0	5	8	0
282b	141	19	99	0	21	6	15	26	1	128
289a	239	0	119	0	7	6	12	426	6	1
289b	298	0	144	4	16	4	13	16	1	87
290	263	30	245	1	117	13	8	13	2	0
291	415	0	749	13	10	29	30	5	3	24
292	266	36	115	5	146	12	38	26	9	7
293	303	62	193	7	256	17	10	26	5	0
298	170	32	114	6	148	11	41	6	3	3
299a	211	5	1049	27	26	14	23	24	18	35
300	267	82	444	5	246	12	16	19	7	57
301b	171	50	268	0	214	7	5	11	2	118
302b	1275	102	49	5	159	25	25	167	0	0

Sample	Ga ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Ce ppm	V ppm	Ba ppm	Nb ppm	La ppm	Ag ppm
5	7	4	40	0	0	3	0	29	0	0
15	16	7	10	0	94	13	131	36	71	0
23.M.b	20	7	13	46	78	145	963	21	27	1
24 (?)	9	4	0	0	76	27	97	5	50	5
25	20	10	34	47	32	227	575	15	20	5
28a	20	11	6	6	13	175	260	16	39	0
30B	20	11	16	3	37	125	1376	22	21	1
31C	18	5	31	31	7	182	146	10	8	5
32C	17	6	6	0	16	43	218	16	13	0
35c	17	5	3	0	147	90	986	50	51	0
38 (?)	0	338	16	33	0	489	84	0	10	28
43	18	10	19	40	0	142	178	11	8	0
44	19	16	1	11	89	168	890	48	44	0
45A	30	23	18	0	164	54	6191	0	0	53
45c	20	16	9	4	249	78	1055	31	151	0
46b	23	14	6	7	125	129	3038	30	74	0
47b	20	10	7	10	58	94	1009	32	22	0
48B	26	7	11	128	71	222	319	16	0	0
49	23	9	5	1	82	175	2309	26	26	0
50	22	12	3	15	102	131	304	37	45	0
51b	14	7	15	15	22	81	26	14	0	0
52	21	4	42	237	7	225	1058	5	0	6
75a	16	7	31	239	0	199	739	20	39	0
75b	18	11	29	62	2	205	739	13	23	1
79	19	10	14	94	0	189	701	17	20	0
80	18	7	18	65	57	122	218	15	0	0
81b	20	10	11	57	21	136	501	13	13	0
81c	16	13	8	233	66	86	634	22	38	0
88	22	9	1	19	0	125	306	42	0	0
89	18	7	20	67	26	134	543	17	23	1
91	18	5	24	191	14	177	461	19	35	0
93b	19	7	2	27	0	140	945	47	0	0
94a	19	11	0	8	6	89	1029	43	9	0
95a	26	9	2	4	41	155	74	45	16	0
96	20	3	29	3	0	140	99	15	15	4
96	24	9	20	33	26	154	68	17	18	0
97b	22	10	3	0	0	64	873	23	20	0
98	22	10	0	113	0	57	848	52	13	0
99	21	10	4	17	0	55	451	47	29	0
101	23	10	8	45	64	162	934	44	30	0
104A	14	5	13	182	19	192	65	10	8	0
105	22	4	34	37	15	207	344	15	20	1
106c	18	6	8	77	57	62	542	48	35	0
107	5	7	3	60	0	27	54	33	0	0
107c	20	16	6	219	67	199	646	44	34	0

Sample	Ga ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Ce ppm	V ppm	Ba ppm	Nb ppm	La ppm	Ag ppm
109b	21	10	28	93	37	170	299	16	16	0
110	22	10	0	12	0	121	810	43	11	0
134	23	12	0	176	44	167	835	40	16	0
135	19	16	23	94	20	118	382	14	5	0
136	10	12	12	139	6	80	1766	52	0	0
141b	19	9	9	122	151	208	627	6	20	0
142	17	7	21	70	22	132	565	48	11	0
143	17	17	0	25	62	33	235	48	36	0
145	23	13	1	138	66	167	1214	43	52	0
146b	18	5	1	2	61	30	367	53	26	0
147	18	7	8	35	106	46	275	49	50	0
148	20	13	8	33	71	73	657	53	38	0
149b	19	10	1	65	57	106	189	51	34	0
150	16	11	14	65	13	111	778	21	4	0
150-1	20	5	17	123	52	190	763	21	20	4
151	22	15	0	111	101	95	873	42	17	0
162	25	9	0	0	0	87	952	22	0	0
165()	19	9	7	19	26	172	1543	24	0	0
172	12	19	25	0	44	76	172	11	0	0
173	21	24	1	25	58	175	637	47	12	0
173	16	2	26	33	37	382	176	4	0	15
174b	13	8	2	42	12	33	259	33	10	0
175a (?)	13	9	177	0	0	9	0	23	0	0
176b	26	14	0	24	163	214	2170	45	35	0
177	19	16	3	22	154	146	376	61	72	0
178	21	4	23	32	40	168	340	46	21	0
179	23	18	3	52	97	146	712	49	49	0
180a	27	15	0	64	137	158	392	53	61	0
180b	18	4	31	96	61	220	145	20	0	8
183	20	12	6	86	66	181	809	47	36	0
183 (?)	20	5	42	31	0	21	0	0	0	4
185	22	9	0	11	76	131	516	44	42	0
187	44	9	4	105	93	131	1310	50	30	0
188	23	9	2	20	103	180	1188	41	49	0
215	22	10	11	27	0	184	747	20	0	0
227b	15	12	21	63	18	136	871	9	0	0
229	18	10	6	16	111	46	752	54	51	0
230	24	13	7	16	72	232	345	44	29	0
231	22	8	43	28	50	210	606	14	25	0
234	17	8	39	76	0	235	356	9	22	3
239b	19	8	23	21	20	203	373	16	1	0
242b	11	16	24	23	0	101	255	12	0	0
243a	16	7	6	51	105	35	167	56	46	0
245	25	12	1	64	68	223	604	49	46	0
245b	18	9	14	51	0	208	580	13	6	0

Sample	Ga ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Ce ppm	V ppm	Ba ppm	Nb ppm	La ppm	Ag ppm
247b	16	11	17	103	27	173	3131	46	15	0
247b	19	11	13	373	43	146	282	34	29	0
248b	19	19	2	212	21	204	787	42	34	0
250	22	17	6	69	57	127	1283	19	22	0
253	33	19	5	37	176	117	332	53	68	0
255	22	8	1	54	39	118	1482	20	33	0
257b	20	9	8	88	38	208	346	19	17	0
259	19	9	19	153	41	163	651	13	16	0
262	19	8	20	65	45	156	408	18	49	0
263	12	14	3	92	126	152	147	46	61	0
264	7	9	3	0	0	54	680	11	0	12
266b	8	12	15	0	0	18	718	55	0	0
267	16	10	26	100	72	150	584	20	69	4
268	18	9	12	59	62	156	455	21	50	4
274	12	9	15	73	74	103	599	49	35	0
275a	19	10	6	78	60	137	543	19	20	0
275c	16	8	7	106	30	132	356	47	18	0
276	16	11	11	19	13	89	431	52	41	0
279	20	12	3	258	5	319	357	39	17	0
282b	8	5	23	69	10	97	1855	12	0	1
289a	7	10	14	541	36	22	336	26	0	0
289b	11	9	11	0	0	33	97	52	0	0
290	20	13	10	57	77	83	688	26	28	0
291	13	20	3	27	95	97	645	45	59	0
292	16	11	15	54	48	94	715	28	31	0
293	19	12	9	12	38	59	753	43	40	0
298	14	11	9	187	15	62	322	40	21	0
299a	19	15	24	20	46	103	269	17	6	0
300	18	8	16	35	56	105	516	24	17	1
301b	15	7	22	10	36	97	413	16	21	0
302b	35	26	4	25	306	12	90	146	166	0

Sample	Cl ppm	S ppm	F ppm	Ni ppm	Sum %
5	23	392	148	3	100.65
15	23	312	564	4	96.79
23.M.b	58	4005	236	21	96.67
24 (?)	36	200000?	826	1	34.92
25	62	60240	1308	21	93.19
28a	83	44694	126	13	94.40
30B	45	33128	0	8	95.52
31C	97	110948	476	14	70.36
32C	81	23794	695	4	95.95
35c	133	3984	892	0	97.54
38 (?)	40	2490	0	0	92.58
43	201	72346	870	11	90.87
44	39	4161	1067	0	97.02
45A	61	490	1242	4	72.36
45c	42	35006	1242	7	94.96
46b	104	5138	608	4	96.26
47b	38	526	520	9	96.86
48B	100	27766	2052	10	95.52
49	58	4064	0	8	96.11
50	60	1564	542	7	96.32
51b	29	804	17	17	95.27
52	32	587	498	67	96.24
75a	59	598	1242	56	95.16
75b	137	110	323	37	95.39
79	56	312	104	24	99.86
80	83	23226	345	21	100.14
81b	113	2951	54	24	101.95
81c	84	7176	148	24	101.23
88	63	72	323	4	96.27
89	68	32112	651	24	100.06
9i	59	8793	40	71	96.98
93b	30	890	411	4	100.92
94a	62	3497	60	6	99.40
95a	87	46146	214	2	94.52
96	41	21944	476	7	95.52
96	64	19080	476	7	96.99
97b	40	3946	673	5	97.23
98	37	5237	433	7	99.56
99	65	647	454	6	99.72
101	46	3935	50	9	100.18
104A	68	665	301	8	96.36
105	63	22275	323	37	98.36
106c	114	140	695	16	99.90
107	23	1502	542	13	99.99
107c	136	5713	257	8	98.00

Sample	Cl ppm	S ppm	F ppm	Ni ppm	Sum %
109b	40	160	520	29	97.49
110	43	1770	651	6	100.07
134	41	8675	717	6	98.66
135	46	21612	1877	53	97.56
136	30	17803	870	28	99.65
141b	37	5791	82	10	99.49
142	57	32544	848	21	99.75
143	147	10877	433	15	99.81
145	51	3614	1330	5	100.29
146b	90	7769	673	5	100.01
147	21	9648	1155	6	99.21
148	77	7669	214	13	97.07
149b	17	1052	279	22	98.46
150	89	24082	126	22	98.08
150-i	58	272	433	44	95.71
151	65	10168	126	8	98.36
162	45	538	48	6	99.48
165()	141	1063	192	11	96.65
172	58	839	826	1	97.51
173	31	3968	214	1	97.36
173	14	39104	146	7	96.10
174b	34	9207	629	5	100.83
175a (?)	1258	200000?	1505	151	18.25
176b	49	3422	1395	0	97.14
177	40	3773	1461	0	98.63
178	140	14497	1067	9	97.77
179	52	9058	980	5	99.28
180a	117	4544	1549	6	97.74
180b	133	37262	1614	23	97.54
183	78	19689	1111	8	97.96
183 (?)	0	200000?	0	20	33.39
185	27	3625	1330	2	100.17
187	819	36423	3934	8	98.63
188	53	78863	826	2	97.77
215	39	304	739	5	96.67
227b	47	4	1045	32	96.02
229	43	93	55	8	97.54
230	35	240	454	12	99.95
231	34	7872	257	145	96.02
234	88	46856	826	90	96.63
239b	44	26814	50	10	99.94
242b	47	138	214	21	95.39
243a	91	72	739	9	96.94
245	64	2804	1483	4	100.62
245b	58	20837	214	28	93.31

Sample	Cl ppm	S ppm	F ppm	Ni ppm	Sum %	Na	K	Ca	Mg	Fe
247b	116	25311	1133	40	99.09	2.40	2.114	0.788	0.117	0.224
247b	54	6483	170	69	95.88	4.38	4.338	0.700	0.120	0.100
248b	119	6452	498	6	98.25	2.48	2.128	0.506	0.304	0.171
250	59	73047	1155	12	93.55	0.36	2.836	0.818	0.430	0.290
253	2545	5811	9142	5	98.22	4.34	3.157	0.888	0.101	0.148
255	309	467	2490	24	101.43	4.82	2.184	0.897	0.934	0.258
257b	89	22471	1155	12	98.52	3.57	3.067	0.848	0.148	0.206
259	52	40941	2621	25	99.96	4.38	3.318	1.321	0.138	0.294
262	55	32407	3256	19	100.17	2.79	3.332	1.129	0.158	0.308
263	117	1443	1833	0	100.38	2.08	3.734	0.803	0.100	0.287
264	101	1172	1658	3	58.14	1.01	2.342	0.955	0.117	0.297
266b	35	580	236	2	99.10	0.78	3.854	0.451	0.042	0.182
267	137	59686	1986	27	96.12	0.74	3.273	0.447	0.042	0.182
268	172	35673	0	25	95.42	0.85	3.284	0.963	0.058	0.187
274	163	28523	1067	18	99.97	0.21	3.364	0.131	0.028	0.028
275a	136	53935	367	4	94.92	2.84	3.182	1.174	0.088	0.228
275c	93	43815	433	11	97.01	0.5	3.117	0.451	0.078	0.198
276	212	37896	608	13	100.11	1.17	3.208	0.514	0.064	0.187
279	159	4997	673	30	98.31	0.48	3.208	0.784	0.111	0.211
282b	133	40051	1395	25	97.14	2.70	3.382	0.787	0.127	0.280
289a	83	48241	323	9	99.98	0.18	3.084	0.277	0.128	0.201
289b	79	45892	936	4	96.70	2.57	3.064	0.986	0.107	0.217
290	94	18064	1505	21	98.84	4.27	3.438	0.807	0.068	0.218
291	57	13818	1461	3	97.45	4.80	3.818	0.825	0.078	0.238
292	74	27108	279	19	100.00	0.68	3.921	0.461	0.048	0.304
293	69	11225	936	16	100.46	0.81	3.748	0.682	0.064	0.187
298	32	25330	279	21	99.51	1.97	4.058	1.308	0.118	0.318
299a	86	23418	629	23	97.34	3.68	3.980	0.732	0.235	0.271
300	40	18139	345	14	96.85	4.87	4.388	1.273	0.118	0.384
301b	24	22711	214	13	97.14	1.80	3.782	0.651	0.111	0.281
302b	109	0	433	4	96.74	1.88	3.787	0.888	0.188	0.288

جدول ضمیمه شماره ۱۰ (تجدیداً) از نتایج آزمایش ۲۲ عنصری روی ۲۲۴۴ در دانشگاه شهید بهشتی

Sample	SiO2 %	Al2O3 %	CaO %	Fe2O3 %	K2O %	MgO %	Na2O %	TiO2 %	MnO %	P2O5 %
6aM	54.34	14.22	4.39	6.71	3.44	5.40	3.114	0.786	0.113	0.224
6bM	58.80	13.64	3.11	5.84	3.84	4.36	4.233	0.700	0.120	0.198
8M	61.61	14.69	2.62	3.82	4.94	2.49	3.123	0.606	0.084	0.172
OM	61.71	14.39	2.42	4.05	5.09	0.86	3.636	0.616	0.039	0.209
5M	55.11	14.03	5.62	7.01	3.29	4.34	3.157	0.868	0.101	0.246
5bM	57.56	14.93	3.30	6.26	3.49	4.82	2.164	0.692	0.030	0.256
4M	52.59	15.06	8.76	7.97	2.50	3.57	3.367	0.946	0.149	0.306
OM	51.75	15.90	8.46	10.14	1.83	4.38	3.319	1.331	0.158	0.294
1M	53.53	15.64	7.69	7.85	1.97	2.75	3.333	1.129	0.150	0.305
4M	59.10	14.86	6.00	5.73	2.30	2.03	3.754	0.903	0.100	0.367
7M	55.15	15.92	4.52	3.82	5.43	1.01	2.312	0.933	0.117	0.207
4M	68.61	13.61	1.46	2.40	6.33	0.76	3.896	0.451	0.043	0.107
5aM	68.39	13.88	1.56	2.56	6.16	0.74	3.773	0.447	0.042	0.119
5bM	68.94	14.19	1.93	3.19	6.12	0.85	4.234	0.563	0.059	0.142
7bM	74.88	12.10	0.54	1.48	6.17	0.21	3.964	0.131	0.028	0.025
9aM	61.80	15.51	5.50	7.71	2.42	2.94	3.133	1.174	0.088	0.325
9bM	71.60	12.94	2.42	1.97	5.27	0.51	3.117	0.481	0.076	0.150
OM	68.24	13.64	2.19	3.16	5.59	1.17	3.708	0.514	0.064	0.162
OM	56.64	14.92	5.96	6.61	3.62	3.48	3.200	0.794	0.111	0.242
OM	54.34	14.92	5.33	7.10	3.66	2.70	3.382	0.897	0.129	0.460
OM	58.13	15.64	1.05	5.93	5.16	0.19	8.044	0.277	0.228	0.051
OM	53.18	14.25	4.86	7.07	3.73	3.57	2.966	0.866	0.107	0.217
OM	55.31	14.94	5.51	6.42	3.30	4.27	3.126	0.807	0.086	0.212
OM	56.62	14.06	6.02	6.68	3.51	4.60	3.016	0.825	0.078	0.233
OM	70.08	13.28	1.49	2.62	7.27	0.68	2.971	0.487	0.058	0.071
OM	62.93	13.89	2.75	3.38	5.23	0.81	3.246	0.652	0.064	0.147
OM	61.44	15.66	5.62	7.24	1.09	1.97	4.858	1.208	0.119	0.318
OM	55.80	14.88	3.94	6.69	4.73	3.69	3.660	0.732	0.235	0.377
OM	49.76	15.35	7.68	9.78	2.10	4.97	4.399	1.873	0.114	0.881
OM	66.42	13.43	2.16	3.77	5.12	1.60	3.792	0.551	0.111	0.192
OM	61.96	15.39	5.00	3.64	3.57	1.80	3.797	0.809	0.109	0.298
OM	52.59	14.25	4.08	6.46	4.73	3.68	3.300	0.743	0.159	0.387
OM	49.84	15.11	7.68	9.35	2.15	4.22	4.181	1.545	0.084	0.899
OM	56.23	14.55	4.20	5.90	5.52	3.31	2.935	0.778	0.117	0.356
OM	68.94	13.16	1.60	2.75	5.48	1.21	3.731	0.429	0.052	0.136
OM	52.71	16.98	6.60	7.14	3.25	2.51	3.320	1.010	0.119	0.479
OM	51.87	17.95	5.72	5.36	4.08	2.71	4.249	0.719	0.085	0.570
OM	59.17	14.81	3.16	5.35	4.47	3.96	2.985	0.722	0.071	0.210
OM	58.63	15.64	1.61	5.09	5.76	1.03	6.641	0.845	0.153	0.291
OM	69.98	12.76	1.10	3.09	6.38	0.80	3.191	0.404	0.141	0.107
OM	54.05	13.14	5.89	6.63	3.51	4.26	2.374	0.798	0.106	0.196
OM	74.28	11.78	0.88	1.83	5.87	1.42	3.464	0.322	0.047	0.066
OM	54.60	14.93	6.18	7.21	3.14	3.71	3.288	0.905	0.127	0.276
OM	68.11	12.95	1.56	1.89	5.93	1.10	3.068	0.320	0.039	0.067
OM	71.16	11.79	1.78	1.99	2.50	0.64	4.380	0.354	0.051	0.068
OM	51.48	14.17	4.53	10.01	1.96	6.57	2.618	0.992	0.216	0.215
OM	54.81	13.76	5.69	5.98	3.25	4.38	2.864	0.931	0.141	0.249
OM	64.52	14.92	0.22	1.42	7.83	0.13	1.257	0.360	0.000	0.042

Sample	SiO2 %	Al2O3 %	CaO %	Fe2O3 %	K2O %	MgO %	Na2O %	TiO2 %	MnO %	P2O5 %
26M	48.25	13.95	5.80	9.11	2.15	5.29	3.632	1.144	0.109	0.236
277M	59.15	13.09	4.16	5.36	4.17	3.94	3.241	0.674	0.080	0.194
27M	47.79	14.00	7.64	8.69	1.84	4.74	2.996	1.370	0.164	0.661
2M	56.26	14.31	5.26	6.01	3.72	3.38	3.271	0.803	0.076	0.236
303M	56.22	15.11	1.69	5.67	5.29	0.23	7.234	0.292	0.192	0.058
306M	72.61	9.85	0.84	1.89	6.83	0.41	0.488	0.379	0.020	0.083
33bM	71.15	11.47	2.88	3.59	2.29	1.13	3.986	0.703	0.078	0.203
33bbM	63.37	14.75	4.73	4.40	2.22	1.41	3.239	0.897	0.113	0.250
3M	54.48	14.18	6.00	6.69	3.40	4.76	2.851	0.881	0.126	0.240
4M	58.25	15.08	5.53	6.69	3.45	3.48	3.130	0.848	0.110	0.226
55M	66.77	13.07	2.09	2.95	5.48	0.72	3.711	0.473	0.083	0.151
57M	58.05	15.95	7.29	7.46	1.35	2.75	3.702	0.932	0.129	0.287
6M	61.98	14.68	4.34	3.62	5.55	0.61	3.261	0.685	0.224	0.168
71M	50.66	16.28	10.01	7.45	2.79	2.15	3.934	1.189	0.131	0.596
72aM	54.47	15.33	6.77	7.94	2.40	3.97	4.046	1.093	0.133	0.538
75-100aM	57.97	16.63	7.13	6.65	1.03	1.85	3.724	0.914	0.106	0.162
75-148bM	71.28	13.08	2.72	1.15	2.55	0.22	3.536	0.415	0.035	0.042
75-155M	72.38	12.57	0.95	1.63	4.00	0.61	4.532	0.341	0.050	0.044
75-160M	72.16	9.46	1.63	0.98	4.90	0.78	0.181	0.194	0.004	0.024
75-28M	52.76	12.93	5.35	7.51	3.70	5.08	2.466	0.926	0.137	0.266
75-78M	51.19	16.84	5.90	6.11	4.92	2.41	3.013	0.848	0.118	0.641
75M	49.42	12.85	8.93	9.85	1.63	5.42	3.361	1.145	0.180	0.254
76aM	53.77	15.30	4.73	7.02	4.07	2.26	2.714	0.912	0.123	0.223
76bM	51.84	13.84	5.53	7.19	3.87	4.45	2.469	0.899	0.126	0.211
78M	52.92	15.68	7.39	6.52	1.55	2.39	2.944	0.936	0.142	0.236
7aM	52.89	14.91	7.49	8.08	1.98	1.92	3.757	1.339	0.120	0.720
7cM	51.37	14.82	8.35	7.52	1.89	1.87	3.556	1.335	0.144	0.714
81aM	64.11	12.97	2.15	3.68	4.64	3.20	3.183	0.547	0.073	0.165
8M	57.74	13.84	4.30	4.82	3.37	2.73	2.153	0.727	0.082	0.219
91M	55.71	14.48	4.18	5.75	3.85	3.55	3.184	0.723	0.103	0.228
92M	55.64	15.93	5.92	7.48	2.56	3.02	3.359	1.090	0.078	0.256
98cM	54.54	15.16	3.75	7.08	2.85	3.79	3.604	1.088	0.170	0.257
9aM	57.39	12.98	3.85	5.22	5.67	2.93	2.251	0.760	0.052	0.187
A11M	73.14	12.69	1.45	2.56	5.18	0.78	3.984	0.326	0.066	0.117
A12M	63.63	14.67	3.26	4.91	5.28	2.21	3.981	0.664	0.084	0.239
B-87	58.36	15.91	4.59	4.99	3.60	2.19	2.804	0.904	0.068	0.308
B12	54.39	15.53	5.32	5.33	3.79	2.79	1.953	0.742	0.103	0.277
B128	51.75	14.99	8.00	6.89	1.53	2.81	4.503	0.903	0.171	0.283
B182	52.62	16.99	5.87	6.86	2.24	3.00	3.695	1.138	0.231	0.426
B66	63.74	12.99	2.85	3.93	3.94	2.21	3.148	0.657	0.064	0.168
B74a	54.31	15.45	4.46	4.46	4.99	1.43	2.511	0.767	0.136	0.270
DJ1M	70.53	12.53	1.07	2.39	6.90	0.61	3.547	0.474	0.058	0.084
DJ2M	59.60	14.36	3.16	4.35	5.77	1.86	3.813	0.809	0.083	0.304
DJ3M	65.35	13.56	3.48	3.48	4.31	2.36	4.033	0.467	0.057	0.266
GdM	76.58	11.76	0.43	1.99	6.16	0.37	3.704	0.321	0.043	0.046
JzM	67.37	14.32	2.54	3.02	5.29	1.44	4.033	0.463	0.052	0.191
L-M	46.61	9.80	11.20	10.16	1.28	10.54	3.291	2.017	0.148	1.484

Sample	Zr ppm	Y ppm	Sr ppm	U ppm	Rb ppm	Th ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm
106aM	178	31	390	1	115	8	8	72	9	38
106bM	192	34	290	0	135	11	7	66	8	32
108M	268	37	229	4	149	12	19	49	2	12
110M	265	39	286	0	159	14	22	43	5	12
115M	191	30	354	1	97	10	11	57	10	32
115bM	168	30	507	0	117	1	6	53	1	109
124M	109	20	558	0	68	0	5	62	8	47
130M	121	18	437	3	49	4	5	74	6	25
131M	136	20	477	0	54	0	2	71	10	17
134M	172	12	683	1	55	5	8	83	12	29
137M	287	54	231	0	162	10	8	44	8	23
154M	447	87	156	8	321	46	21	36	3	9
155aM	420	80	192	0	301	33	18	36	3	4
155bM	451	74	209	4	289	41	25	44	6	11
157bM	193	107	13	18	375	69	28	37	10	7
159aM	162	23	430	0	72	7	6	70	2	22
159bM	248	44	227	4	164	13	3	32	3	10
160M	375	72	259	13	284	47	17	37	7	14
162M	183	32	405	2	113	10	13	52	10	44
163M	209	33	469	8	130	6	12	93	18	21
169M	1298	106	70	6	162	26	23	184	0	3
16bM	168	23	351	4	112	8	11	64	7	22
17aM	187	30	365	0	104	4	9	57	11	36
18M	166	25	395	0	105	0	5	59	5	36
194M	395	49	305	8	222	46	15	63	7	18
1M	320	44	217	2	176	11	11	34	1	14
200M	154	16	355	0	35	0	3	72	0	14
208M	227	41	473	1	147	10	12	113	2	20
20M	218	15	802	0	35	0	3	100	22	46
211M	363	59	242	6	217	27	33	157	8	11
213M	238	35	408	2	101	9	17	68	15	7
217M	236	45	435	1	169	10	49	110	14	20
21aM	199	13	901	1	41	0	4	91	12	40
222M	199	52	385	1	204	15	9	54	29	20
224M	383	67	188	4	250	28	14	30	1	10
225M	195	32	563	4	94	6	12	69	6	15
226M	168	28	884	3	115	1	12	69	29	19
235M	229	35	335	2	128	13	10	41	5	26
236M	655	54	130	5	126	13	16	80	2	5
240M	395	87	144	6	335	35	47	80	0	10
240M	207	25	349	2	68	10	11	52	14	37
241M	214	71	75	3	259	22	16	28	0	6
242aM	164	26	432	0	89	5	5	67	4	32
243bM	222	65	66	2	257	28	11	32	0	11
244M	234	82	139	6	311	24	21	41	4	11
245aM	132	14	336	0	54	1	0	67	13	36
248aM	187	26	381	0	97	4	4	65	1	51
251M	341	72	111	7	221	28	32	10	0	10

Sample	Zr ppm	Y ppm	Sr ppm	U ppm	Rb ppm	Th ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm
26M	131	19	442	1	59	0	1	34	7	29
277M	226	36	308	0	129	12	9	45	9	121
27N	216	13	642	4	33	5	8	87	11	62
2M	188	29	362	0	106	2	2	48	0	42
303M	1262	103	37	2	160	20	21	182	0	1
306M	249	36	54	2	151	8	11	17	2	7
33bM	187	20	330	1	53	8	9	56	0	10
33bbM	224	39	1072	6	110	10	15	73	5	4
3M	179	29	367	0	100	2	1	65	8	93
4M	185	31	391	0	98	8	10	58	0	41
55M	386	72	239	3	267	42	100	213	9	11
57M	130	14	403	0	25	0	15	106	1	16
6M	284	49	261	3	174	9	18	66	11	16
71M	206	16	815	3	42	5	6	88	19	50
72aM	192	14	823	3	41	4	4	82	21	49
75-100aM	149	20	397	0	59	2	2	75	3	8
75-148bM	295	57	815	15	210	29	26	24	4	2
75-155M	324	87	70	4	333	22	17	39	1	5
75-160M	160	58	1126	9	180	28	7	26	0	7
75-28M	180	30	479	4	118	8	8	72	16	48
75-78M	173	35	815	6	135	10	21	82	59	19
75M	155	20	370	2	43	8	8	75	8	39
76aM	204	30	467	0	121	10	6	62	14	51
76bM	195	26	450	2	120	3	5	62	12	67
78M	156	22	362	0	69	4	7	67	0	19
7aM	264	20	705	0	63	0	3	102	14	30
7cM	264	19	696	0	57	2	9	102	13	28
81aM	239	44	220	5	177	24	17	40	4	25
8M	252	45	312	0	177	13	25	57	10	21
91M	207	30	318	2	120	10	7	66	5	31
92M	164	26	413	0	81	6	2	43	13	12
98cM	185	30	357	0	88	3	2	64	12	11
9aM	222	54	266	2	216	16	17	47	5	16
A11M	195	64	193	9	250	42	32	57	0	10
A12M	326	53	446	6	204	19	8	49	12	15
B-87	195	38	515	4	128	1	0	46	4	12
B12	292	47	144	4	157	12	3	60	5	24
B128	136	16	790	6	52	8	8	62	8	60
B182	235	25	504	6	55	12	17	490	6	18
B66	247	33	293	4	119	13	17	44	5	21
B74a	295	41	190	5	131	16	5	54	0	11
DJ1M	425	88	110	3	333	35	9	44	4	7
DJ2M	289	59	310	5	202	19	28	61	6	15
DJ3M	154	37	503	9	153	16	6	31	11	15
GdM	261	48	46	6	192	17	14	42	0	11
JzM	224	48	316	2	176	15	12	32	1	9
L-M	115	9	578	1	20	0	0	105	30	288

Sample	Zr ppm	Y ppm	Sr ppm	U ppm	Rb ppm	Th ppm	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm
26M	131	19	442	1	59	0	1	34	7	29
277M	226	36	308	0	129	12	9	45	9	121
27N	216	13	642	4	33	5	8	87	11	62
2M	188	29	362	0	106	2	2	48	0	42
303M	1262	103	37	2	160	20	21	182	0	1
306M	249	36	54	2	151	8	11	17	2	7
33bM	187	20	330	1	53	8	9	56	0	10
33bbM	224	39	1072	6	110	10	15	73	5	4
3M	179	29	367	0	100	2	1	65	8	93
4M	185	31	391	0	98	8	10	58	0	41
55M	386	72	239	3	267	42	100	213	9	11
57M	130	14	403	0	25	0	15	106	1	16
6M	284	49	261	3	174	9	18	66	11	16
71M	206	16	815	3	42	5	6	88	19	50
72aM	192	14	823	3	41	4	4	82	21	49
75-100aM	149	20	397	0	59	2	2	75	3	8
75-148bM	295	57	815	15	210	29	26	24	4	2
75-155M	324	87	70	4	333	22	17	39	1	5
75-160M	160	58	1126	9	180	28	7	26	0	7
75-28M	180	30	479	4	118	8	8	72	16	48
75-78M	173	35	815	6	135	10	21	82	59	19
75M	155	20	370	2	43	8	8	75	8	39
76aM	204	30	467	0	121	10	6	62	14	51
76bM	195	28	450	2	120	3	5	82	12	67
78M	156	22	362	0	69	4	7	67	0	19
7aM	264	20	705	0	63	0	3	102	14	30
7cM	264	19	696	0	57	2	9	102	13	28
81aM	239	44	220	5	177	24	17	40	4	25
8M	252	45	312	0	177	13	25	57	10	21
91M	207	30	318	2	120	10	7	66	5	31
92M	164	26	413	0	81	6	2	43	13	12
98cM	185	30	357	0	88	3	2	84	12	11
9aM	222	54	266	2	216	16	17	47	5	16
A11M	195	64	193	9	250	42	32	57	0	10
A12M	326	53	446	6	204	19	8	49	12	15
B-87	195	38	515	4	128	1	0	46	4	12
B12	292	47	144	4	157	12	3	60	5	24
B128	136	16	790	6	52	8	8	62	8	60
B182	235	25	504	6	55	12	17	490	6	18
B66	247	33	293	4	119	13	17	44	5	21
B74a	295	41	190	5	131	16	5	54	0	11
DJ1M	425	88	110	3	333	35	9	44	4	7
DJ2M	289	59	310	5	202	19	28	61	6	15
DJ3M	154	37	503	9	153	16	6	31	11	15
GdM	261	48	46	6	192	17	14	42	0	11
JzM	224	48	316	2	176	15	12	32	1	9
L-M	115	9	578	1	20	0	0	105	30	288







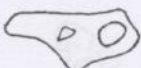








Sample	W ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Ce ppm	V ppm	Ba ppm	Nb ppm	La ppm	Cl ppm
106aM	0	7	25	103	26	157	551	15	27	161
106bM	3	8	14	53	9	128	616	22	28	113
108M	0	9	14	42	57	71	918	18	30	79
110M	4	9	9	24	59	90	960	26	41	82
115M	1	11	23	85	11	153	688	21	15	186
115bM	0	9	20	197	44	112	898	15	55	107
124M	0	10	27	126	17	192	696	12	0	74
130M	3	6	28	64	28	267	508	9	10	58
131M	1	7	19	41	49	177	615	18	9	69
134M	10	14	15	23	65	137	1049	16	31	325
137M	2	10	16	90	35	141	2192	22	24	121
154M	1	13	0	42	119	26	303	47	90	365
155aM	0	13	2	172	120	33	379	35	74	287
155bM	4	15	3	1	35	36	420	44	75	291
157bM	6	4	2	96	79	2	0	68	86	112
159aM	2	5	21	39	28	226	809	15	2	55
159bM	2	11	1	0	46	44	943	27	8	154
160M	1	12	4	63	91	56	605	35	44	427
162M	0	10	21	95	15	161	649	17	24	73
163M	0	10	19	63	31	155	678	26	41	292
169M	10	27	2	3	318	7	0	150	174	86
16bM	0	8	22	87	31	175	680	17	20	73
17aM	0	7	21	97	38	146	591	17	26	67
18M	0	8	20	127	17	160	626	15	17	69
194M	2	12	9	0	0	46	877	30	0	272
1M	0	11	9	8	68	61	929	26	35	76
200M	7	6	18	58	0	179	724	14	31	89
208M	0	11	14	33	50	134	1150	17	21	234
20M	0	11	34	74	69	195	626	41	73	70
211M	10	10	9	47	94	67	648	32	49	157
213M	8	12	9	3	54	89	974	17	24	411
217M	0	11	21	91	49	133	924	13	17	193
21aM	0	8	22	77	56	192	883	34	62	151
222M	0	7	15	136	17	124	697	19	34	461
224M	0	11	1	203	107	42	631	39	56	71
225M	0	13	22	40	57	135	965	20	26	63
226M	0	9	14	19	49	127	1114	15	26	153
235M	2	9	13	147	59	121	765	21	24	195
236M	9	15	6	3	166	19	720	73	96	67
240M	0	13	7	87	60	23	387	38	17	559
240M	0	10	22	122	13	115	537	16	33	135
241M	7	7	7	115	65	47	243	31	54	76
242aM	0	10	23	64	27	174	617	14	23	84
243bM	0	8	4	0	46	24	252	31	51	146
244M	4	9	1	59	91	26	174	54	46	556
245aM	0	11	30	49	39	233	550	15	11	72
248aM	0	10	23	117	58	176	710	14	17	113
251M	2	6	4	52	110	26	304	29	64	744











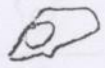
Sample	W ppm	Hf ppm	Co ppm	Cr ppm	Ce ppm	V ppm	Ba ppm	Nb ppm	La ppm	Cl ppm
26M	7	6	31	72	50	227	640	17	18	158
277M	0	9	14	182	44	104	644	23	20	55
27M	0	14	26	96	89	186	709	28	47	85
2M	0	7	21	65	38	137	629	16	14	75
303M	13	25	2	0	302	5	65	141	198	95
306M	0	4	1	122	27	37	662	21	40	29
33bM	0	13	0	58	32	33	967	22	10	39
33bbM	6	13	9	0	78	42	982	22	30	69
3M	0	9	24	180	72	172	601	16	2	195
4M	0	7	31	115	13	162	650	16	18	81
55M	4	14	6	149	60	40	596	36	60	320
57M	1	10	23	160	56	191	480	15	16	105
6M	3	7	16	34	32	98	1043	21	32	108
71M	0	13	25	75	138	188	1075	22	77	90
72aM	0	10	24	51	105	167	1041	18	62	110
75-100aM	8	5	12	55	0	171	506	15	29	71
75-148bM	7	15	0	4	110	21	242	35	187	100
75-155M	9	13	3	41	99	14	159	35	60	459
75-160M	2	10	0	0	62	12	149	25	43	17
75-28M	1	13	23	154	36	208	688	13	16	65
75-78M	7	11	11	35	92	161	1340	17	19	115
75M	1	8	39	164	0	231	603	13	20	53
76aM	1	11	22	186	0	186	863	27	15	65
76bM	0	9	25	199	57	188	895	15	0	148
78M	0	11	18	70	0	153	629	6	11	219
7aM	9	8	23	49	108	164	860	32	81	458
7cM	3	13	19	34	100	194	909	35	72	434
81aM	11	12	10	153	57	79	475	24	45	81
8M	6	8	8	65	25	120	661	15	62	525
91M	0	10	20	117	5	124	719	20	38	66
92M	6	5	23	76	11	174	577	17	0	204
98cM	2	7	13	2	0	152	700	17	14	48
9aM	5	7	16	41	56	135	531	23	37	147
A11M	0	6	4	0	41	37	591	27	24	963
A12M	13	14	11	1	50	91	713	27	21	542
B-87	10	13	9	9	53	97	767	17	38	118
B12	0	6	16	42	58	109	330	28	41	43
B128	7	12	19	194	0	207	524	15	24	44
B182	1	6	21	53	81	148	1300	21	36	61
B66	6	13	12	43	36	81	758	22	29	52
B74a	5	12	6	14	53	93	982	31	31	49
DJ1M	15	13	8	32	100	12	355	36	79	251
DJ2M	4	9	10	42	92	50	865	25	54	715
DJ3M	0	10	7	108	12	94	599	16	45	415
GdM	6	8	3	0	28	19	281	28	15	1141
JzM	5	9	10	185	59	50	746	23	38	529
L-M	2	12	42	602	193	257	645	28	85	288

Sample	Ag ppm	S ppm	F ppm	Sum %
106aM	3	400	0	92.97
106bM	0	176	0	95.04
108M	2	69	433	94.41
110M	0	168	651	93.32
115M	6	73	301	94.01
115bM	0	48	0	93.75
124M	7	0	542	95.48
130M	7	0	236	97.76
131M	8	5	651	94.59
134M	2	0	564	95.48
137M	0	11260	367	90.93
154M	0	0	1527	98.03
155aM	0	0	783	97.97
155bM	0	0	1045	100.53
157bM	0	0	433	99.70
159aM	6	0	695	100.87
159bM	0	36	323	98.77
160M	0	50	1155	98.81
162M	3	23	279	95.80
163M	3	7625	564	93.97
169M	3	0	39	94.97
16bM	0	37	0	91.01
17aM	3	0	82	94.17
18M	5	91	0	95.84
194M	0	0	0	99.24
1M	0	0	870	93.39
200M	3	0	104	99.71
208M	2	78	279	95.04
20M	5	0	0	97.17
211M	0	508	1220	97.54
213M	0	0	257	96.65
217M	0	0	345	90.67
21aM	8	0	629	95.40
222M	1	126	848	94.24
224M	0	0	1220	97.82
225M	3	0	0	94.35
226M	1	30	257	93.63
235M	3	42	301	95.16
236M	0	5	870	96.00
240M	0	0	1242	98.31
240M	3	0	39	91.14
241M	0	53	454	100.15
242aM	0	57	564	94.61
243bM	0	121	695	95.23
244M	0	0	542	94.96
245aM	4	707	0	93.00
248aM	1	119	367	92.31
251M	0	11324	629	92.11

Sample	Ag ppm	S ppm	F ppm	Sum %
106aM	3	400	0	92.97
106bM	0	176	0	95.04
108M	2	69	433	94.41
110M	0	168	651	93.32
115M	6	73	301	94.01
115bM	0	48	0	93.75
124M	7	0	542	95.48
130M	7	0	236	97.76
131M	8	5	651	94.59
134M	2	0	564	95.48
137M	0	11260	367	90.93
154M	0	0	1527	98.03
155aM	0	0	783	97.97
155bM	0	0	1045	100.53
157bM	0	0	433	99.70
159aM	6	0	695	100.87
159bM	0	36	323	98.77
160M	0	50	1155	98.81
162M	3	23	279	95.80
163M	3	7625	564	93.97
169M	3	0	39	94.97
16bM	0	37	0	91.01
17aM	3	0	82	94.17
18M	5	91	0	95.84
194M	0	0	0	99.24
1M	0	0	870	93.39
200M	3	0	104	99.71
208M	2	78	279	95.04
20M	5	0	0	97.17
211M	0	508	1220	97.54
213M	0	0	257	96.65
217M	0	0	345	90.67
21aM	8	0	629	95.40
222M	1	126	848	94.24
224M	0	0	1220	97.82
225M	3	0	0	94.35
226M	1	30	257	93.63
235M	3	42	301	95.16
236M	0	5	870	96.00
240M	0	0	1242	98.31
240M	3	0	39	91.14
241M	0	53	454	100.15
242aM	0	57	564	94.61
243bM	0	121	695	95.23
244M	0	0	542	94.96
245aM	4	707	0	93.00
248aM	1	119	367	92.31
251M	0	11324	629	92.11

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
2	16	4	90	1	1	-	+	Qz	250	
12	40	15	70	3,5	2	-	+	Qz	250	
8	20	12	75	1	1	-	+	Qz		
6	42	8	90	3	1	-	+	Qz		
4	20	10	80	1	-	-	+	Qz	375	
10	20	12	60	1,5	1	-	+	Qz		
6	24	12	80	5	2	-	+	Qz		
6	28	16	75	1	1	-	+	Qz	339	
8	44	12	90	1	1	+	-	Qz		
12	34	14	70	1	1	+	-	Qz	367	
6	16	10	80	1	-	-	+	Qz	162	
4	40	10	85	1	-	-	+	Qz	176	
6	24	16	85	3	2	-	+	Qz		
12	32	30	75	1	1	+	-	Qz		
8,4	28	14	65	1	-	+	-	Qz	309	

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
6	20	8	80	1	-	+	-	Qz	200	
3	12	8	85	1,3	2	+	-	Qz		
8	18	10	65	3,5	1	+	-	Qz		
20	80	12,40	75	3	2	+	-	Qz	434	
8	36	12	75	3	2	+	-	Qz	315	
12	44	20	85	1	-	+	-	Qz	293	
10	48	24	85	3	1	+	-	Qz		
22	68	24	60	50	1	+	-	Qz		
18	48	24	75	1	-	+	-	Qz	317	
10	36	26	90	3	1	+	-	Qz	267	
8	40	20	85	1	-	+	-	Qz	350	
10	32	16	60	1	1	+	-	Qz	288	
14,8	22	8	50	2	-	+	-	Qz		
14	62	40	70	3	3	+	-	Qz		
10	60	34	90	3	2	+	-	Qz		

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
46	140	60	65	2	-	+	-	Qz	296	
10	38	16	80	3	3	+	-	Qz	343	
15	75	35	80	1	1	+	-	Qz	423	
18	40	24	65	1	1	+	-	Qz	400	
10	60	16	75	1	1	+	-	Qz	315	
16	72	28	75	1	1	+	-	Qz	307	
12	30	18	70	3	3	+	-	Qz	330	
20	40	33	50	2	-	+	-	Qz	318	
9	28	12	75	1	-	+	-	Qz	292	
18	72	30	75	3	2	+	-	Qz		
20	48	24	65	1	-	+	-	Qz	376	

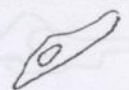











ادامه جدول شماره ۲:

a_b	طول حباب (میکرون)	D.ph	فاز دختر
a_v	طول انکلوژیون (میکرون)	prim	اولیه
b_v	عرض انکلوژیون (میکرون)	sec.	ثانویه
Df %	بر شدگی	min	نوع کانی
		Homog. °C	درجه همگون شدن

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
46	140	60	65	2	-	+	-	Qz	296	
10	38	16	80	3	3	+	-	Qz	343	
15	75	35	80	1	1	+	-	Qz	423	
18	40	24	65	1	1	+	-	Qz	400	
10	60	16	75	1	1	+	-	Qz	315	
16	72	28	75	1	1	+	-	Qz	307	
12	30	18	70	3	3	+	-	Qz	330	
20	40	33	50	2	-	+	-	Qz	318	
9	28	12	75	1	-	+	-	Qz	292	
18	72	30	75	3	2	+	-	Qz		
20	48	24	65	1	-	+	-	Qz	376	










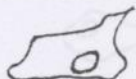





ادامه جدول شماره ۲:

a_b	طول حباب (میکرون)	D.ph	فاز دختر
a_v	طول انکلوژیون (میکرون)	prim	اولیه
b_v	عرض انکلوژیون (میکرون)	sec.	ثانویه
Df %	بر شدگی	min	نوع کانی
		Homog. °C	درجه همگون شدن

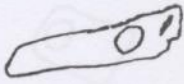







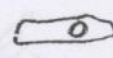

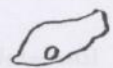


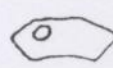

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
4	25	6	80	1	-	+	-	Qz	357	
10	55	25	90	1	1	+	-	Qz	440	
10	35	20	70	1	-	+	-	Qz	305	
10	30	20	80	1	-	-	+	Qz	485	
14	36	28	70	1	-	+	-	Qz	430	
2,3	18	3	75	1	-	-	+	Qz	268	
8	48	48	85	1	-	+	-	Qz	329	
12,8	48	48	80	1	-	+	-	Qz	370	
24,2	44	44	50	2	-	+	-	Qz	286	
12	70	70	80	1	-	+	-	Qz	221	
7,12	48	48	65	1	-	+	-	calc.	225	
4	20	20	90	3,1	1	+	-	calc.	238	

ادامه جدول شماره ۳:











a_b	طول حباب (میکرون)	D.ph	فاز دختر
a_v	طول انکلوزیون (میکرون)	prim	اولیه
b_v	عرض انکلوزیون (میکرون)	sec.	ثانویه
Df %	پر شدگی	min	نوع کانی
		Homog. °C	درجه همگون شدن

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
6	30	12	80	1	+1	+	-	QZ	412	
10	35	35	80	1	-	+	-	QZ	440	
8	30	10	85	1	-	+	-	QZ		
3	15	10	80	1	-	+	-	QZ	258	
12	24	20	70	1	-	+	-	QZ	250	
3	15	8	90	1	+1	+	-	QZ	263	
4	12	8	75	1	-	+	-	QZ	239	
3	10	8	75	1	-	+	-	QZ	278	
5	14	12	75	1	-	-	+	Flou	286	
10	35	18	85	1	-	-	+	Flou	221	
9	17	17	70	1	+1	-	+	Flou	225	
10	28	16	75	1	-	-	+	QZ	238	
15	60	30	75	1	-	-	+	QZ	439	
6	22	10	75	1	+1	-	+	QZ	415	
6	17	10	75	1	+1	-	+	QZ	279	

مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از معدن قهرمان جن (آغچه قلعه)



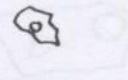
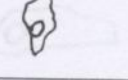
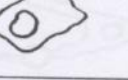
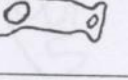
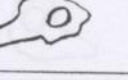
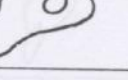
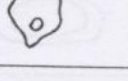


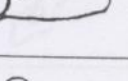
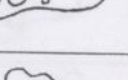

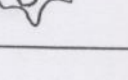
a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
3	22	4	80	1	+1	-	+	QZ	285	
8	23	14	70	1	+1	-	+	QZ	325	
3	13	6	85	1	+1	-	+	QZ	292	
10	20	12	55	2 یا 5	-	-	+	QZ	350	
8	25	20	85	3	+3	-	+	QZ	340	
2.5	15	7	85	1	-	+	-	QZ	207	
7	30	12	75	1	+1	-	+	QZ	488	
6	24	14	85	1	-	+	-	QZ	289	
4	20	12	85	1	-	+	-	QZ	214	
6	22	20	80	1	-	-	+	QZ	219	
6	48	24	90	1	-	+	-	Flou	307	
6	36	8	85	1	-	+	-	Flou	227	
4	20	10	85	1	+1	+	-	Flou	229	
4	24	16	95	1	-	+	-	Flou		
6	40	6	85	1	-	+	-	Flou	296	

ادامه جدول مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از معدن قهرمان جن (آغچه قلعه)




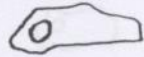










a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
4	12	10	75	1	-	+	-	Flou	334	
2.5	9	6	85	1	-	-	+	Flou	303	
4	14	12	80	1	-	-	+	Flou	239	
4	18	12	80	1	-	+	-	Flou	265	
8	60	30	95	1	-	+	-	Flou	(4-4)	
9	35	22	85	1	-	+	-	Flou	232	
5	18	10	85	1	-	-	+	Flou	309	
4	15	13	85	1 یا 3	+2	+	-	Flou	(4-6)	
3	15	5	80	1	-	-	+	QZ	268	
3	16	9	85	1	-	+	-	QZ	234	

ادامه جدول مشخصات عمومی تعدادی از آنکلوژیونهای بررسی شده از معدن قهرمان جن (آغچه قلعه)

2.5	20	5	85	1	-	+	-	QZ	334	
2.5	15	6	80	1	+1	+	-	QZ	336	
3	12	8	80	1	-	+	-	QZ	307	
6	24	16	75	1	+1	+	-	QZ	427	

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
3	8	5	85	1	-	+	-	QZ	345	
6	35	20	90	1	+1	+	-	QZ	347	
2.5	10	5	85	1	-	+	-	QZ	458	
3	14	8	85	1	-	-	+	QZ	442	
3 μ	10	8	80	1	-	-	+	QZ	466	
3	22	9	85	1	+1	+	-	QZ	384	
4	15	8	75	1	-	+	-	QZ	387	
5	20	10	80	1	-	+	-	QZ	437	
1	10	6	95	1	-	+	-	QZ	308	
1	7	4	90	1	+1	-	+	QZ	358	
1.5	22	8	95	1	+1	+	-	QZ	248	
3	20	5	85	1	-	+	-	QZ	334	
3.5	15	6	80	1	+1	+	-	QZ	336	
3	12	8	80	1	-	+	-	QZ	507	
6	24	16	75	1	+1	+	-	QZ	427	

مشخصات عمومی تعدادی از آنکلوژیونهای بررسی شده از معدن سنجد

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
3	10	5	80	1	+1	-	+	QZ	347	
6	20	12	75	1	-	+	-	QZ	539	
5	20	6	85	1	+1	+	-	QZ	370	
10	24	12	75	1	-	+	-	QZ	500	
7	22	10	70	1	-	+	-	QZ	317	
6	15	11	65	1	-	+	-	QZ		
4	12	8	75	1	-	+	-	QZ	362	
2	35	6	90	1	-	+	-	QZ	215	
6,12	18	8	40	2	-	+	-	QZ	426	
6,13	19	10	40	2	-	+	-	QZ	405	
7,12	21	12	45	2	-	+	-	QZ	521	
2	16	4	80	1	-	+	-	QZ	372	
3	12	16	80	1	-	+	-	QZ	337	
4	18	8	85	1	-	+	-	QZ	235	

ادامه جدول مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از معدن سنجده

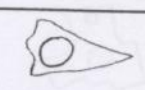






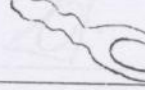
a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
10	20	16	75	1	-	+	-	QZ	351	
4	11	5	70	1	-	+	-	QZ	265	
5	15	3	80	1	+1	+	-	QZ	395	
1.5	8	5	80	1	-	+	-	QZ	334	
2	7	4	75	1	-	+	-	QZ	319	
3	14	6	85	1	-	+	-	QZ	318	
2.5	9	6	80	+1	+1	+	-	QZ	316	
3	26	10	90	1	+1	+	-	QZ	370	
7	35	7	95	1	+1	+	-	QZ	404	
3	25	8	80	1	-	+	-	QZ	258	
2	15	12	85	1	-	+	-	QZ	410	
2.5	11	27	85	1	-	+	-	QZ	331	
7	10	24	75	1	-	+	-	QZ	364	
5	12	25	80	1	-	+	-	QZ	298	
			8	1	-	+	-	QZ	383	
















a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
2.5	28	16	80	1	-	+	-	QZ	290	
12	24	16	80	1	-	+	-	QZ	183	
20	28	20	55	2	-	+	-	QZ		
4	16	12	95	1	-	+	-	QZ	202	
6	20	12	85	1	-	+	-	QZ	157	
2	14	8	85	1	-	+	-	QZ	218	
3	12	8	80	1	1	+	-	QZ	178	
5	15	9	80	1	-	+	-	QZ	180	
8	40	24	90	1	-	+	-	QZ	193	
4	12	10	80	1	1	+	-	QZ		
18	45	35	80	1	1	+	-	QZ	279	
16	35	20	75	1,2	1	+	-	QZ	256	
5	20	8	75	1	-	+	-	QZ	235	
4	12	7	80	1	-	+	-	QZ	173	
2	15	6	95	1	-	+	-	QZ	198	







a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
6	16	8	70	2	-	+	-	QZ	290	
8	14	10	50	2	-	+	-	QZ	315	
3	12	8	85	1	-	+	-	QZ		
5	20	8	80	1	-	+	-	QZ	262	
4	12	8	90	1	-	+	-	QZ	188	
4	40	10	90	1	-	+	-	QZ		

ادامه جدول مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از معدن خلف

10	22	16								
3	10	8	70	1	-	+	-	QZ		
25	45	30	60	1	-	+	-	QZ		
30	48	30	50	2	-	+	-	QZ		
5	24	10	75	1	-	+	-	QZ		
17	30	30	85	1	-	+	-	QZ		
18	30	20	85	1	-	+	-	QZ		
10	24	12	50	2	-	+	-	QZ		
6	16	10	60	1	-	+	-	QZ		
















a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
10	28	15	65	1	-	+	-	QZ	286	
10,20	40	15	50	2	-	+	-	QZ	387	
14	28	14	50	2	-	+	-	QZ	330	
6	32	12	70	1	-	+	-	QZ	222	
8	24	15	70	1	-	+	-	QZ	409	
6	28	10	75	1	-	+	-	QZ	355	
10	22	16	50	2	-	+	-	QZ	376	
3	10	4	70	1	-	+	-	QZ	404	
25	45	30	60	1	-	+	-	QZ	402	
30	48	30	50	2	-	+	-	QZ	288	
5	24	10	75	1	-	+	-	QZ		
17	80	30	95	1	-	+	-	QZ	433	
18	80	20	65	1	-	+	-	QZ		
10	24	12	50	2	-	+	-	QZ		
6	16	10	60	1	1	+	-	QZ	296	


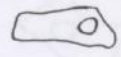



a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
8	25	25	85	1	1	+	-	QZ	286	
6	28	16	80	1	-	+	-	QZ	387	
15	32	20	65	2	-	+	-	QZ	350	
6	20	12	80	1	-	+	-	QZ	222	
20	30	25	50	2	-	+	-	QZ	409	
4	16	12	80	1	-	+	-	QZ	355	
10	36	20	80	1	-	+	-	QZ	376	
12	20	16	55	2	-	+	-	QZ	404	
20	60	30	70	1,2	-	+	-	QZ	402	
20	32	20	50	2	-	+	-	QZ	288	
22	45	22	50	2	-	+	-	QZ		
22	32	22	45	2	-	+	-	QZ	433	
22	40	20	50	2	-	+	-	QZ		
8	28	20	85	1	-	+	-	QZ		
5	45	30	85	1	-	+	-	QZ	298	

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
6	40	20	80	1	-	+	-	QZ	328	
12	28	20	75	1	-	+	-	QZ	392	
6	30	20	90	1	-	+	-	QZ	311	
16	32	20	65	1,2	-	+	-	QZ	381	
6	20	15	85	1	-	+	-	QZ	303	
4	16	10	85	1	-	+	-	QZ	273	

ادامه جدول مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آتراسیونی جیزوان

10	24	10	65	1	-	+	-	QZ	335	
10,12	24	12	50	2	-	+	-	QZ	309	
15,20	20	18	85	2	-	+	-	QZ	353	
4	32	14	90	1	-	+	-	QZ	221	
4	40	18	80	1	-	+	-	QZ	209	
8	38	20	83	1	-	+	-	QZ	265	
12	60	40	90	1	-	+	-	QZ	284	
7	32	15	80	1	-	+	-	QZ	306	

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
3	14	8	90	1	-	+	-	QZ	237	
3	16	8	80	1	-	+	-	QZ	282	
5	16	7	60	1,2	-	+	-	QZ	338	
9	20	10	45	2	-	+	-	QZ	349	
4	20	15	65	1	-	+	-	QZ	301	
10	30	17	65	1	-	+	-	QZ	360	
18	24	20	50	2	-	+	-	QZ	368	
8	20	10	65	1	-	+	-	QZ	335	
10,12	24	12	50	2	-	+	-	QZ	309	
15,18	20	18	45	2	-	+	-	QZ	355	
4	32	14	90	1	-	+	-	QZ	221	
4	40	18	80	1	-	+	-	QZ	289	
8	38	20	85	1	-	+	-	QZ	295	
12	60	40	90	1	-	+	-	QZ	290	
7	32	15	90	1	-	+	-	QZ	266	

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
8	22	20	75	1	-	+	-	QZ	250	
6	18	8	70	1	-	+	-	QZ	279	
3	12	5	85	1	-	+	-	QZ	198	
2.5	13	8	90	1	-	+	-	QZ	208	
2	9	6	90	1	-	+	-	QZ	189	




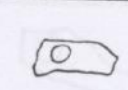

ادامه جدول مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیونی نیمه هیل

18	32	20	80	1	-	+	-	QZ	264	
8	18	12	80	1	-	+	-	QZ	264	
12	22	12	80	1	-	+	-	QZ	421	
7	12	7	55	1.2	-	+	-	QZ	417	
8	16	12	60	2	-	+	-	QZ	399	
6	24	12	85	2	-	+	-	QZ	302	
8	14	8	60	1	-	+	-	QZ	388	
2	10	6	90	2	-	+	-	QZ	355	
3	11	9	85	1	-	+	-	QZ	345	
6	20	15	60	1	-	+	-	QZ	379	

مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیونی کلوسیکر





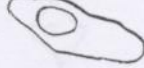





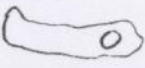




a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
8	24	20	65	1	-	+	-	QZ	280	
12	35	30	70	1	-	+	-	QZ	375	
15	25	20	55	1	-	+	-	QZ	445	
6	28	12	85	2	-	+	-	QZ	272	
12	20	12	50	1	-	+	-	QZ	463	
18	32	20	60	2	-	+	-	QZ	407	
8	16	12	80	1	-	+	-	QZ	264	
12	22	12	60	1	-	+	-	QZ	421	
7	12	7	55	1,2	-	+	-	QZ	417	
8	16	12	60	2	-	+	-	QZ	399	
6	24	12	65	2	-	+	-	QZ	302	
8	14	8	60	1	-	+	-	QZ	388	
2	10	6	90	2	-	+	-	QZ	335	
3	11	9	85	1	-	+	-	QZ	345	
6	20	15	60	1	-	+	-	QZ	374	







مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیون گاو - کمر

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
8	20	10	70	1	-	+	-	QZ	391	
6	17	11	80	1	-	+	-	QZ	277	
4	22	15	90	1	-	+	-	QZ	231	
5	12	10	85	1	-	+	-	QZ	259	
6	16	10	80	1	-	+	-	QZ	309	

ادامه مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیون گاو - کمر

5	10									
4	10	5	65	2	-	+	-	QZ	421	
8	40	31	80	1	-	+	-	QZ	308	
5	16	10	70	1	-	+	-	QZ	259	
12	44	25	80	1	-	+	-	QZ	425	
13	34	21	80	1	-	+	-	QZ	330	
3	20	20	95	1	-	+	-	QZ	322	
2	20	7	95	1	-	+	-	QZ	281	
12	32	16	80	1	-	+	-	QZ	439	
10	32	12	65	1	-	+	-	QZ	406 °C	


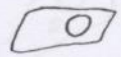













a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
8	18	12	80	1	-	+	-	QZ	395	
6	20	12	90	1	-	+	-	QZ	340	
10	25	15	70	1	-	+	-	QZ	415	
8	16	10	65	1	-	+	-	QZ	366	
11	25	19	60	1	-	+	-	QZ	296	
5	10	7	55	1	-	+	-	QZ	427	
4	10	5	65	2	-	+	-	QZ	421	
8	40	31	80	1	-	+	-	QZ	306	
5	16	10	70	1	-	+	-	QZ	359	
12	44	25	80	1	-	+	-	QZ	425	
13	34	21	80	1	-	+	-	QZ	330	
3	20	10	95	1	-	+	-	QZ	322	
2	20	7	95	1	-	+	-	QZ	281	
12	32	16	80	1	-	+	-	QZ	439	
10	32	12	65	1	-	+	-	QZ	406 °C	



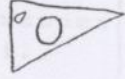







a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
6	26	17	85	1	-	+	-	QZ	215 °C	
5	22	11	85	1	-	+	-	QZ	232	
3	12	7	80	1	-	+	-	QZ	287	
4	20	13	90	1	-	+	-	QZ	271	
4	14	10	85	1	-	+	-	QZ	250	
3	17	11	95	1	-	+	-	QZ	262	

ادامه مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیون مندجین

8	16	8	80	1	-	+	-	QZ	209	
12	32	12	50	2	-	+	-	QZ	209	
8	24	12	70	1	-	+	-	QZ	302	
10	45	32	75	1	-	+	-	QZ	420	
8	45	32	85	1	-	+	-	QZ	392	
30	40	32	40	2	-	+	-	QZ	388	
8	20	10	65	1	-	+	-	QZ	317	
8	22	12	70	1	-	+	-	QZ	295	
8	24	10	80	1	-	+	-	QZ	276	

مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیون کویل

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
3	12	10	85	1	-	+	-	QZ	252	
8	16	8	60	1,2	-	+	-	QZ	395	
8	16	12	60	1	-	+	-	QZ	269	
9,12	22	10	50	2	-	+	-	QZ	419	
2	10	6	90	1	-	+	-	QZ	233	
3	14	7	90	1	-	+	-	QZ	201	
8	16	8	55	2	-	+	-	QZ	411	
12	32	12	50	2	-	+	-	QZ	209	
8	24	12	70	1	-	+	-	QZ	362	
10	45	32	75	1	-	+	-	QZ	423	
8	45	32	85	1	-	+	-	QZ	392	
30	40	32	40	2	-	+	-	QZ	388	
8	20	10	65	1	-	+	-	QZ	317	
8	22	12	70	1	-	+	-	QZ	295	
8	24	10	80	1	-	+	-	QZ	276	

a_b (μm)	a_v (μm)	b_v (μm)	Df %	type	D.ph.	pr.	sec.	min	Homog. °C	Shape
8	12	8	50	2	-	+	-	QZ	418	
10	40	12	65	1	+	+	-	QZ	351	
12	38	22	70	1	+	+	-	QZ	375	
9,12	15	10	55	2	-	+	-	QZ	206	
2	12	12	80	7	-	+	-	QZ	182	
8	24	15	80	7	-	+	-	QZ	108	
10,15	30	15	55	2	-	+	-	QZ	408	
9	16	70	55	2	-	+	-	QZ	430	
8	20	12	65	1	-	+	-	QZ	321	
5	8	6	45	2	-	+	-	QZ	328	

ادامه مشخصات عمومی تعدادی از انکلوژیونهای بررسی شده از محدوده آلتراسیون کجبل

بهای تجزیه : ۱.۵۰.۰۰۰ ریال

اریخ گزارش : ۷۷/۱۲/۱

کدامور : ۷۷-۸۲

ساره گزارش : ۷۷-۳۱۳

77-239b	77-96a	77-81b	77-31c	77-25	ساره نمونه
۸۳۴۸	۸۳۴۷	۸۳۴۶	۸۳۴۵	۸۳۴۴	ساره
۶۴	۱.۷	۹۸	۱۲۷	۶۳	زمایشگاه
					Au ppb
77-150	77-145	77-142	77-136	77-109b	ساره نمونه
۸۳۵۳	۸۳۵۲	۸۳۵۱	۸۳۵۰	۸۳۴۹	ساره
۲۱	۴۳	۵۷	۹۸	۱۰۰	زمایشگاه
					Au ppb
77-250	77-247	77-35c	77-300	77-299a	ساره نمونه
۸۳۵۸	۸۳۵۷	۸۳۵۶	۸۳۵۵	۸۳۵۴	ساره
n.d	۱۴۸	۶۱	۷۰	۴۰	زمایشگاه
					Au ppb
77-268	77-267	77-262	77-259	77-253b	ساره نمونه
۸۳۶۳	۸۳۶۲	۸۳۶۱	۸۳۶۰	۸۳۵۹	ساره
۱۲۰	۳۲۳	۱۰۳	۹۱	۳۴	زمایشگاه
					Au ppb
77-47b	77-43	77-282b	77-275c	77-274	ساره نمونه
۸۳۶۸	۸۳۶۷	۸۳۶۶	۸۳۶۵	۸۳۶۴	ساره
۴۹	۱.۳	n.d	n.d	۶۳	زمایشگاه
					Au ppb
75-127	77-188	77-183	77-178	77-172	ساره نمونه
۸۳۷۳	۸۳۷۲	۸۳۷۱	۸۳۷۰	۸۳۶۹	ساره
n.d	n.d	n.d	۲۲	n.d	زمایشگاه
					Au ppb

n.d = < 20 ppb

ppb : میلی گرم در تن

تجزیه کنندگان : احدی - باقر

تایید سرپرست : شهناز احتشامی

شرکت توسعه علوم زمین
Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)

بخش آزمایشگاه

Laboratory Department

(مار مجزادماجر علیهم)

رانشگاه شهید بهشتی

Delivering Party:

Date:

Report No:

Sample No:

Analysis No:

نام درخواست کننده:

تاریخ گزارش:

شماره گزارش:

تعداد نمونه:

تعداد تجزیه:

۷۸،۳۴۵

۹۹-۵-۱۸

۱۴

۱۵

Order	Delivering Number	Analysing Number	Element ($\mu\text{g/g}$)									
			Au	As	Sb	Bi	Hg	W	Mo	Cu	Pb	Sr
1	77-31-15	0.0019	127	13.4	3.04	0.099	31.3	2.10	37.0	12.5	4.20	
2	311	0.0016	34.6	0.43	0.11	0.099	54.4	0.52	13.0	5.40	2.90	
3	43	0.0051	68.9	2.35	1.68	0.15	22.1	1.70	27.0	7.90	2.80	
4	142	0.0013	188	8.58	3.26	0.11	2.39	0.88	45.0	7.20	2.90	
5	178	0.0096	8.89	1.49	0.65	0.14	1.89	1.10	36.0	9.60	4.60	
6	247b	0.0059	17.7	0.94	0.33	0.15	1.36	2.00	32.0	14.0	2.50	
7	262	0.0061	300	1.89	8.20	0.12	1.53	2.60	18.0	6.10	3.70	
8	267	0.0031	23.9	1.40	1.56	0.18	119	3.05	24.0	23.0	4.70	
9	274a	0.0098	20.3	0.54	0.81	0.18	1.18	4.80	32.0	17.0	2.50	
10	300	0.0027	9.66	3.40	0.33	1.41	57.5	1.20	21.0	21.0	3.30	
11	308	0.0080	3.71	1.57	0.16	1.55	2.39	7.00	5.10	3.50	2.00	
12	309	0.0054	268	1.83	4.67	0.28	0.18	0.12	24.0	3.20	2.10	
13	451	0.0033	312	1.92	4.67	0.21	0.15	0.059	24.0	3.00	2.20	
14	77-31-15	0.0038	3.42	1.52	0.16	2.02	2.18	6.40	5.00	3.70	2.00	
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												

Analyst:

Handwritten signature

Checked by:

Handwritten signature

Confirmer:

Handwritten signature

شرکت توسعه علوم زمین
Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)

بخش آزمایشگاه

Laboratory Department

(مارجرادماجر عبدالله)

رانشگاه شهید بهشتی

Delivering Party:

Date:

Report No:

Sample No:

Analysis No:

نام درخواست کننده:

تاریخ گزارش: ۷۸,۳,۲۵

شماره گزارش: ۹۹-۵-۱۸

تعداد نمونه: ۱۴

تعداد تجزیه: ۱۵

Order	Delivering Number	Analysing Number	Element (μ g/g)									
			Au	As	Sb	Bi	Hg	W	Mo	Cu	Pb	Sn
1	77-34-25	0.0019	127	13.4	3.04	0.099	31.3	2.10	37.0	12.5	4.20	
2	311	0.0016	34.6	0.43	0.11	0.099	54.4	0.52	13.0	5.40	2.90	
3	43	0.0051	68.9	2.35	1.68	0.15	22.1	1.70	27.0	7.90	2.80	
4	142	0.0013	188	8.58	3.26	0.11	2.39	0.88	45.0	7.20	2.90	
5	178	0.0096	8.89	1.49	0.65	0.14	1.89	1.10	36.0	9.60	4.60	
6	2476	0.0059	17.7	0.94	0.33	0.15	1.36	2.00	32.0	14.0	2.50	
7	262	0.0061	300	1.89	8.20	0.12	1.53	2.60	18.0	6.10	3.70	
8	267	0.0031	23.9	1.40	1.36	0.18	1.19	3.05	24.0	23.0	5.70	
9	2740	0.0098	20.3	0.54	0.81	0.18	1.18	4.80	32.0	17.0	2.50	
10	300	0.0027	9.66	3.40	0.33	1.41	57.5	1.20	21.0	21.0	3.30	
11	308	0.0080	3.71	1.57	0.16	1.55	2.39	7.00	5.10	3.50	2.00	
12	309	0.0034	268	1.83	4.67	0.28	0.18	0.12	24.0	3.20	2.10	
13	451	0.0053	312	1.92	4.67	0.21	0.15	0.059	24.0	3.00	2.20	
14	77-34-45	0.0038	3.42	1.52	0.16	2.02	2.18	6.40	5.00	3.70	2.00	
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												

Analyst:

محمد علی

Checked by:

محمد علی

Confirmer:

محمد علی

Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)

بخش آزمایشگاه

Laboratory Department

خواست کننده: (مهندس میرزا...)
 گزارش: ۷۸/۳/۸
 گزارش: ۵۹-۵-۲۰
 نمونه: ۲۲
 تجزیه: ۱

Delivering Party:
 Date:
 Report No:
 Sample No:
 Analysis No:

Delivering Number	Analysing Number	Element ($\mu\text{g/g}$)									
		Au									
7-11-101		0.0090									
110		0.0078									
105		0.0083									
95		0.0016									
405		0.0022									
97b		0.00079									
230		0.0029									
231		0.00097									
94a		0.0038									
107c		0.0060									
128		0.0011									
12		0.00069									
402		0.0015									
106c		0.0032									
99		0.0023									
98a		0.0078									
229		0.0032									
227b		0.00065									
104a		0.00077									
402		0.0020									
404		0.0046									
93b		0.0015									

Analyst: 莫... 余...

Checked by: 袁平清

Confirmed: 莫...



وزارت
گداسو و صنایع

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تهران . میدان آزادی . خیابان معراج . صندوق پستی ۱۴۹۴ - ۱۳۱۸۵ تلفن: ۹۱۷۱
 شماره: ۶۰۰ ۹۳۳۸ پست الکترونیکی: Compu. Cent @ www.dci.co.ir

شماره :
 تاریخ :
 پیوست :

بسمه تعالی

معاونت تحقیقات آزمایشگاهی

مدیریت امور آزمایشگاهها

گروه اسپکترومتری جرمی

درخواست کننده: جناب آقای دکتر قرشی (آقای حاجیلو)

کد امور: ۷۸-۱۴۵

شماره گزارش: ۷۸-۳۷

هزینه آزمایش: ۱۷۵.۰۰۰/- ریال

تاریخ گزارش: ۷۸/۴/۲۶

شماره نمونه	شماره آزمایشگاه	فراوانی طلا (PPb)	
77-BH-55	۷۸-۸۵۰	<۱۰	Mz
77-BH-72b	۷۸-۸۵۱	۷	Tuff
77-BH-235	۷۸-۸۵۲	۵۱	Mz
77-BH-92	۷۸-۸۵۳	۱۴۰	Basalt
77-BH-74a	۷۸-۸۵۴	<۱۰	Tuff

مدیر امور آزمایشگاهها
 محمود رضا ارنگان

تجزیه کننده: گروه اسپکترومتری جرمی

تأیید سرپرست گروه: مینو کریمی

75.10.02

شرکت سنجش و سنجش
مفایش مرکز تحقیقات جود آذربایجان

RESULT OF CHEMICAL ANALYSIS

DATE: / /
AREA:

Sample No:	Au (ppm)	Sb (ppm)	Sample No:	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Sample No:	Au (ppm)
5-BH-3	<0.1	<20	75-BH-60	4.43	0.06		
-4	<0.10	<20	-52	8.23	0.16		
16	<0.10	53	-15	7.60	0.24		
50A	<0.10	21					
114	<0.10	5720					
127	0.313	3230					
310-6	0.249	<20					
313-1	0.444	31					
230	<0.10	85					
231	<0.10	<20					

کالیبراسیون

آذربایجان سنجش و سنجش مرکز تحقیقات جود آذربایجان

No. of sheets

Report No:

Requested by :

Date of Request :

Date of Report :

Plate No :

JOB No.

سازمان زمین شناسی کشور

مفید از ع مفید
گسره آزمایشگاه های اسپکترومتری

امروز آزمایشگاه
SPECTROMETRIC LABORATORIES
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

W-۸۲۰

M.77-79

درخواست کننده : آب و خاک
تاریخ درخواست : ۷۷/۱۱/۲۱
تاریخ گزارش : ۷۷/۱۲/۲۴

شماره پلاک :
شماره رهیف : ۹۹۷ هزینه آزمایشات : ۲۴۷۸۰۰۰/-

Field No.	77	128	290	179	142	263	Field No.						
Lab. No.	M.77 4614	4615	4616	4617	4618	4619	Lab. No.	M.77 4614	4615	4616	4617	4618	4619
SiO2	X	60.3	63.8	72.0	63.8	72.9	Ta						
Al2O3	15.8	12.8	15.5	12.9	13.8	12.8	Te						
Fe2O3	3.6	4.4	3.4	1.2	6.3	0.82	Th						
CaO	4.6	6.6	<.70	<.70	<.70	<.70	Tl						
MgO	3.0	1.5	1.7	1.3	1.1	0.21	U						
K2O	>5.2	1.7	4.4	0.80	4.5	<.10	V	95	195	92	140	182	180
Na2O	3.4	3.3	2.8	0.23	0.88	0.08	W						
MnO	0.18	0.19	0.01	<.01	<.01	<.01	Y	23	18	18	31	26	10
TiO2	0.54	0.44	0.58	0.66	0.74	0.88	Yb	<10	<10	<10	<10	<10	<10
P2O5	0.22	0.20	0.17	0.34	0.09	0.34	Zn	98	70	54	90	118	66
L.O.I	5.71	7.74	6.58	8.63	7.77	6.55	Zr						
Aq	<1	2	<1	<1	<1	<1	Pr						
As							Nd						
Au							Sn						
B	24	12	88	>1000	73	24	Fu						
Ba	665	415	598	500	520	118	Gd						
Be	<3	<3	<3	<3	<3	<3	Tb						
Bi	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Dy						
Cd							Ho						
Ce							Er						
Co	9	16	15	10	29	10	Tm						
Cr	185	265	168	127	180	160	Lu						
Cu	11	30	18	16	54	12	Yr						
Ga	22	17	30	19	31	<5	Os						
Ge							Rh						
HI							Ru						
Hg							Se						
In	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Sr						
Ia							Sb						
Li													
Mo													
Nb													
Ni	24	45	26	19	80	15							
Pb	8	15	13	12	12	5							
Pd													
Pt													
Ro													
Sh													
Sc	16	23	18	23	23	13							
Sn	<10	<10	<10	<10	18	<10							
Sr	210	600	250	795	76	538							

معدنیات
مجموعه درسا از مکان
آب و خاک در میدان کشاورزی
(P.P.M) زمین در این گزارش شده اند.
* عناصر در این عدالت مشخص شده اند بواسطه فنی
(مادهت خاصه نمونه) قابل مطالعه باشند.

تجزیه کننده : پروین مشهوری
تایید کننده : کرد

No. of sheets

سازمان زمین شناسی کشور
 گسترده آزمایشگاه‌های اسپکترومتری
 آزمایشگاه‌ها

صفحه ۳ از ۸ صفحه

Report No.
 Requested by :
 Date of Request :
 Date of Report :
 Plate No :
 JOB No.

SPECTROMETRIC LABORATORIES
 GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

لداسور : ۷۷-۸۲۰
 شماره گزارش :
 درخواست کننده :
 تاریخ درخواست :
 تاریخ گزارش :
 شماره پلاک :
 شماره رهیت :
 هزینه آزمایشات :

Field No.	75	134	72b	2429	120	4	Field No.						
Lab. No.	M.77 4626	4627	4628	4629	4630	4631	Lab. No.	M.77 4626	4627	4628	4629	4630	4631
SiO2	68.2	61.8	60.4	64.9	57.4	56.2	Ta						
Al2O3	15.0	14.8	14.7	12.0	15.3	12.5	Te						
Fe2O3	1.9	4.5	5.6	5.0	5.4	5.0	Th						
CaO	5.3	6.1	6.0	5.2	5.4	6.0	Tl						
MgO	2.6	2.8	4.6	4.1	5.0	4.0	U						
K2O	82	2.4	2.5	2.9	3.5	3.3	V	90	81	80	100	81	89
Na2O	2.3	2.9	3.0	2.6	3.2	2.5	W						
MnO	.11	.11	.14	.15	.09	.14	Y	19	15	16	16	16	16
TiO2	.52	.65	.68	.50	.53	.55	Yb	<10	<10	<10	<10	<10	<10
P2O5	.09	.21	.25	.10	.15	.10	Zn	35	40	45	45	55	44
Li.O.F	2.08	2.72	1.15	1.56	2.97	8.71	Zr						
Aq	<1	<1	1	<1	1	1	Pr						
As							Nd						
Au							Sn						
B	13	25	7	11	20	11	Eu						
Ba	360	650	700	490	670	440	Gd						
Be	<3	<3	<3	<3	<3	<3	Tb						
Bi	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Dy						
Cd							Ho						
Ce							Er						
Co	10	10	15	20	19	18	Tm						
Cr	50	40	60	70	250	130	Lu						
Cu	7	40	26	30	45	43	Yr						
Ga	25	20	25	22	25	15	Os						
Ge							Rh						
Hf							Ru						
Hg							Se						
In	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Cs						
La							Bb						
Li													
Mb													
Kb													
Ml	<5	10	30	45	80	30							
Pb	10	8	8	20	15	8							
Pd													
Pt													
Re													
Sh													
Sc	22	16	19	22	19	22	Analysis by :	تجزیه کننده : بهوش مشهوری					
Sn	10	<10	10	11	10	<10	Approved :	تأیید مسئول : کرد سهراب					
Sr	260	420	560	290	420	290							

No. of sheets

گسره آزمایشگاه ایستگاه مرکزی
مردم آزمایشگاه

صفحه ۲ از ۲

SPECTROMETRIC LABORATORIES
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

لداسور: ۷۷-۸۲۵

Report No.:

Requested by:

Date of Request:

Date of Report:

Plate No.:

JOB No.:

شماره گزارش:

درخواست کننده:

تاریخ درخواست:

تاریخ گزارش:

شماره پلاک:

شماره ثبت: مزینه آزمایشات:

Field No.	77	227b	55	206	236	168	Field No.						
Lab. No.	M.77 4620	4621	4622	4623	4624	4625	Lab. No.	M.77 4620	4621	4622	4623	4624	4625
SiO2	68.8	36.8	65.0	*	*	66.1	Ta						
Al2O3	14.2	13.6	15.0	15.0	16.0	15.0	Tb						
Fe2O3	2.6	5.3	3.3	5.5	4.0	3.1	Th						
CaO	<.70	5.6	4.8	5.2	3.4	3.9	Tl						
HgO	1.6	2.4	2.1	2.0	2.3	2.0	U						
K2O	3.6	1.5	5.0	4.4	5.2	5.0	v	68	110	56	120	17	38
Na2O	3.4	2.3	3.0	2.2	5.0	2.5	W						
MnO	.02	.17	.12	.28	.22	.07	Y	14	16	19	15	18	16
TiO2	.98	.74	.40	.83	.74	.34	Yb	<10	<10	<10	<10	<10	<10
P2O5	.18	.24	.08	.32	.17	.08	Zn	46	65	170	54	80	35
L.O.I	3.54	30.30	.19	7.90	1.76	.83	Zr						
Ag	<1	1	<1	<1	<1	<1	Pr						
As							Nd						
Au							Sm						
B	900	12	32	20	10	24	Eu						
Ba	660	660	535	540	500	800	Gd						
Be	<3	<3	<3	<3	<3	<3	Tb						
Bi	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Dy						
Cd							Ho						
Ce							Er						
Co	8	18	<5	16	<5	5	Tm						
Cr	32	160	300	178	40	18	Lu						
Cu	<5	40	29	88	7	50	Yr						
Ga	23	19	18	16	30	20	Os						
Ge							Rh						
Hf							Ru						
Hg							Se						
In	<5	<5	<5	<5	<5	<5	Cs						
La							Bb						
Li													
Mg													
Kb													
Ni	20	22	5	22	<5	7							
Pb	8	12	80	13	14	15							
Pd													
Pt													
Re													
Sh													
Sc	17	18	12	16	8	11	Analysis by:	تجزیه کننده: بهوش مشهوری					
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	Approved:	تأیید مسئول: کرد ساسانی					
Sr	155	410	235	382	135	220							

No. of sheets

گنبروه آزمایشگاه سیمین گنبروه

مفید از غ مفید

SPECTROMETRIC LABORATORIES
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

۷۷-۸۲۵

Report No.:

Requested by:

Date of Request:

Date of Report:

Plate No.:

JOB No.:

شماره گزارش:

تاریخ درخواست:

تاریخ گزارش:

شماره پلاک:

شماره رهیت:

هزینه آزمایشات:

Field No.	33C	240	306	Field No.					
Lab. No.	M.77 4632	4633	4634	Lab. No.	M.77 4632	4633	4634		
SiO2	57.7	63.9	*	Ta					
Al2O3	16.0	11.5	11.3	Te					
Fe2O3	5.1	4.8	2.4	Th					
CaO	5.2	5.9	0.70	Tl					
MgO	1.5	4.2	0.62	U					
K2O	2.5	3.3	25.2	V	40	61	37		
Na2O	3.0	2.3	0.73	W					
MnO	0.15	0.11	0.03	Y	30	14	18		
TiO2	1.0	0.49	0.50	Yb	<10	<10	<10		
P2O5	0.15	0.09	0.07	Zn	25	30	15		
L.O.I	6.68	2.45	2.49	Zr					
Aq	<1	<1	<1	Pr					
As				Nd					
Au				Sn					
B	52	15	21	Eu					
Ba	800	440	700	Gd					
Be	<3	<3	<3	Tb					
Bi	<5	<5	<5	Dy					
Cd				Ho					
Ce				Er					
Co	<5	12	<5	Tm					
Cr	12	140	220	Lu					
Cu	<5	30	5	Ir					
Ga	24	79	16	Os					
Ge				Rh					
Hf				Ru					
Hg				Se					
In	<5	<5	<5	Cs					
La				Bb					
Li									
Mo									
Nb									
Ni	<5	20	10						
Pb	8	8	15						
Pd									
Pt									
Rg									
Sh									
Sc	23	19	14						
Sn	12	<10	<10						
Sr	1000	260	100						

مدیر امور آزمایشگاه
متن درج

Analysis by: [Signature]
Approved: [Signature]

سازمان زمین شناسی کشور
 آزمایشگاه ژئوشیمی
 درخواست کننده: آقایان حاج علیلو و موید
 تاریخ درخواست: ۷۷/۱۱/۲۱
 شماره گزارش: ۷۸-۶
 بهای تجزیه: دوازده میلیون و شصت هزار ریال

ص ۱

شماره نمونه	شماره آزمایشگاه	ppm Cu	ppm Pb	ppm Zn	ppm Co	ppm Ni	ppm Ag	ppm Mo
77-15	G78/19	5	16	5	7	<3	<1	2
" -25	20	36	20	37	26	20	1.6	2
" -30b	21	17	14	37	14	7	1	<2
" -87	22	3	9	42	10	10	<1	<2
" -80	23	40	17	70	16	18	1.2	<2
" -94a	24	5	<9	6	<2.5	3	<1	<2
" -99	25	51	10	9	3	4	1	<2
" -107	26	9	<9	7	<2.5	6	<1	2
" -239b	27	16	15	52	19	10	1.2	2
" -136	28	24	11	6	9	20	<1	2
77-141	G78/29	27	40	17	4	5	1.6	2
" -146b	30	9	<9	18	3	4	<1	2
" -151	G78/31	3	13	15	<2.5	4	<1	2
" -128	32	29	15	64	15	44	2	2
" -299a	33	38	21	26	19	14	<1	4
" -301b	34	22	10	14	20	8	<1	4
" -35c	35	3	<9	7	<2.5	<3	<1	2
" -262	36	14	<9	8	18	17	1.2	2
" -248b	37	2	<9	5	<2.5	3	<1	2
" -253b	38	5	<9	7	4	4	<1	<2

جدول ضمیمه شماره ۱۰ - نتایج آنالیز ۶۷ نمونه آتیره و غیره آتیره برای عناصر اصلی فلزی به روش جذب اتمی

شماره نمونه	شماره آزمایشگاه	ppm Cu	ppm Pb	ppm Zn	ppm Co	ppm Ni	ppm Ag	ppm Mo
77-227	G78/49	38	14	63	16	21	1	52
" -172	50	0.48	660	197	22	10	3.6	<2
" -177	51	4	<9	9	<2.5	3	<1	<2
" -187	52	4	12	6	<2.5	4	<1	<2
" -411	53	4	10	41	10	10	<1	<2
" -412	54	25	31	23	12	16	<1	<2
" -413	55	39	17	65	16	18	<1	<2
" -414	56	38	16	64	16	22	1	44
" -415	57	26	39	21	4	5	1.8	2
" -138b	58	49	9	62	12	17	<1	2
77-255	G78/39	90	52	43	6	16	1	12
" -259	40	15	<9	13	20	20	<1	2
" -292	41	26	29	26	12	16	<1	2
" -266b	42	14	<9	10	16	3	<1	4
" -276	43	24	20	13	9	11	<1	<2
" -279	44	7	<9	6	5	10	<1	<2
" -44	45	7	<9	8	3	<3	<1	4
" -46b	46	23	13	11	3	<3	<1	12
" -50	47	39	<9	18	<2.5	<3	<1	<2
" -48b	48	19	17	7	4	4	<1	44
55	G78/59	28	73	180	4	5	<1	4
160	60	42	13	31	5	7	<1	8
236	61	6	14	89	4	4	<1	8
75.100	62	6	9	33	7	4	<1	2
134	63	35	<9	39	7	9	<1	<2
72b	64	57	<9	60	14	24	<1	2
115b	65	13	12	47	15	68	<1	4
22s	66	19	12	57	16	9	2.2	2
242a	67	24	<9	44	14	20	1	2
9a	68	31	9	38	12	11	1	4

ادامه جدول ضمیمه شماره ۱۰

شماره نمونه	شماره آزمایشگاه	PPm Cu	PPm Pb	PPm Zn	PPm Co	PPm Ni	PPm Ag	PPm Mo
278a	G77/79	13	<9	21	<2.5	3	<1	2
132a	80	47	13	78	30	27	1.4	2
168	81	45	13	34	5	6	<1	2
287	82	37	12	38	11	18	<1	2
260	83	16	10	50	16	13	1	2
307	84	43	<9	15	<2.5	6	<1	2
304	85	13	<9	17	<2.5	<3	<1	<2
4	G78/69	45	<9	48	14	27	1	4
33.C	70	4	<9	20	3	3	<1	2
240	71	28	<9	26	10	18	<1	2
244	72	6	<9	13	3	4	<1	2
303	73	7	30	144	3	4	1	4
75.28	74	60	10	7	18	30	1.2	2
" 155	75	9	<9	13	<2.5	<3	<1	2
" 160	76	4	11	16	<2.5	4	<1	2
306	77	5	12	10	3	7	<1	2
120	78	41	10	50	18	91	1	2

محمودرضا ارنگان

تجزیه کننده: بخشایی - مقیمی

سرپرست آزمایشگاه ژئوشیمی

امین شردی
از طرف

مدیر امور آزمایشگاهها
محمودرضا ارنگان

GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
MINERALOGY DEPARTMENT
XRF. LAB

VOLATILE.QAN		Sb	Hg	As
LAB.N	FIELD.N	PPM	PPM	PPM
98	77-413	2.6	<1	29
99	77-187	2.5	<1	19
100	77-177	3.7	<1	15
101	77-44	2.5	<1	44
102	77-412	0.27	<1	46
103	77-292	0.29	<1	47
104	77-276	1.3	<1	27
105	77-266B	3.2	<1	17
106	77-262	0.31	<1	15
107	77-259	0.73	<1	9
108	77-253B	3.5	<1	26
109	77-35C	1.6	<1	29
110	77-299A	1.4	<1	41
111	77-151	1.2	<1	21
112	77-146B	4.6	<1	14
113	77-136	2.9	<1	12
114	239B	1.2	<1	44
115	77-80	1.9	<1	27
116	77-30B	0.83	<1	26
117	77-25	0.56	<1	18

شماره فصل	عنوان فصل	نمودار	عکس	نقشه	جدول
اول	کلیات	—	۱	۱	—
دوم	زمین‌شناسی عمومی و ...	۱	۱۰	۳	—
سوم	پتروگرافی و پترولوژی ...	۲۲	۸	—	۲
چهارم	مطالعات سیالات ...	۲۲	۱۶	۱	۳
پنجم	کانی‌شناسی و ژئوشیمی ...	۲۶	۲۰	—	۵
ششم	مینرالوگرافی	۱۹	۴۱	—	۱
هفتم	متالورژی منطقه ...	۸	—	—	—
هشتم	تکتونیک و مطالعات ...	۲	۱	۶	—
نهم	نتیجه‌گیری و مقایسه ...	—	—	۴	—
ضمیمه	ضمیمه	—	—	۶	۱۲
جمع	—	۱۰۰	۹۷	۲۱	۲۳

