

فصل اول:

کلیات

۱-۱- مقدمه

ارسباران یک ناحیه کوهستانی است که در شمال آذربایجان و جنوب رودخانه ارس واقع شده است (تصویر ۱-۱)، ترسیم حد و مرز قاطع برای آن، با توجه به موقعیت طبیعی و جغرافیائی که دارد در عمل واجد پاره‌ای دشواریهاست، سرزمین وسیعی که از شمال به رود ارس و از مشرق به مشکین شهر و مغان و از جنوب به سراب و اوجان و از مغرب به مرند و تبریز محدود است "قره داغ یا قراجه داغ" و یا ارسباران نامیده می‌شده که یکی از شهرستانهای مهم و معمول آذربایجان، و از حیث کثرت نفوس و دهات در ردیف بزرگترین تقسیمات کشور بوده است.

زون اکتشافی اهر-ارسباران با توجه به اینکه محدوده ارسباران را در بر می‌گیرد به این نام خوانده شده است این منطقه با توجه به شرایط مناسب جغرافیائی، آب و هوائی همواره پذیرای اقوام مختلف بشری بوده که از دیر بازی به ثروت نهفته در زمین برده و از آن استفاده نموده‌اند. در این فصل سعی گردیده مختصری از موقعیت جغرافیائی، راه‌های دسترسی، جغرافیای طبیعی و انسانی منطقه آورده شود. مباحث این فصل با استفاده از منابع موجود در ارتباط با دو استان مذکور گردآوری گردیده است.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه و راههای دسترسی

زون اهر- ارسباران در بخشهای شمالی استانهای آذربایجان شرقی و اردبیل واقع بوده و در تقسیم بندیهای انجام شده جهت مطالعات زمین شناسی در بردارنده برگه اهر و بخش از برگه تبریز در مقیاس ۱/۲۵۰،۰۰۰ بوده و شامل ۱۰ برگه لاهرود، کلیبر، ورزقان، سیه رود، جلفا، مرند، تبریز، خواجه، اهر و مشکین شهر در مقیاس ۱/۱۰۰،۰۰۰ می‌باشد. و حد فاصل طولهای جغرافیائی ۳۰° ۴۵' و ۴۸° ۰۰' و عرضهای جغرافیائی ۳۸° ۰۰' و ۳۹° ۰۰' قرار داشته که در تصویر ۱-۲ آورده شده است. راههای دسترسی به مناطق مختلف این منطقه در تصویر ۱-۳ نشان داده شده است.

۱-۳- جغرافیای طبیعی

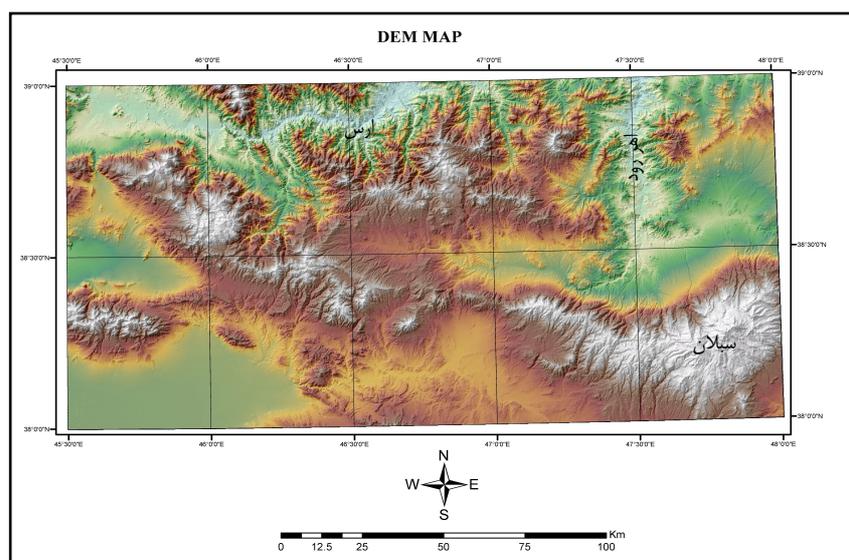
این زون در منطقه‌ای سردسیر و در شمالغربی فلات ایران بوده و بخشی از فلات مثلثی شکل ایران در شمال فلات آذربایجان می‌باشد که حدود ۳/۲ آن دارای بافت کوهستانی با اختلاف ارتفاع زیاد و بقیه را مناطق هموار و پست تشکیل داده است. از نقاط مرتفع آن می‌توان به قله سبلان با ارتفاع ۴۸۱۴ متر از سطح دریا در برگه مشکین شهر اشاره نمود ارتفاع عمومی در این برگه نسبتاً بالا بوده و اغلب نقاط آن دارای ارتفاع بیش از

۳۰۰۰ متر می باشد (تصویر ۱-۱)، از رودخانه‌های مهم آن ارس، رود اهر، سمبوره‌چای، قره‌سو، گمانج‌چای، آجی‌چای و ... می باشد.

موقعیت خاص جغرافیائی سبب گردیده است که این منطقه در فصلهای سرد سال تحت تاثیر توده هوای مهاجر از شمال، شمال غرب و غرب قرار گیرد. در فصل های تابستان نیز گاهی سیستم های هواشناسی کم فشار باران زائی تاثیر گذاشته و بارندگی های تابستانه را در این مناطق نازل می گرداند. بخشهایی از زون تحت تاثیر اقلیم خزری قرار داشته و دریای خزر در شرق بر شرایط دمائی و رطوبتی آن اثر می کند و موجب تعدیل این عوامل جوی می شود. با عنایت به اینکه منطقه مورد مطالعه از دوبخش کوهستانی سرد و جلگه‌ای معتدل تشکیل شده و به تبع تنوعات طبیعی و جغرافیائی، دارای تنوعات اقلیمی قابل توجه است. اما ویژگی سردی که ناشی از هجوم توده‌های هوای سرد شمالی، ارتفاع و عرض جغرافیائی است. صفت مشترک اقلیم‌های گوناگون منطقه گردیده و حتی در پست‌ترین نقاط که طبیعت دارای اقلیم معتدل هستند.

این منطقه از پوشش مرتعی مناسبی در بسیاری از مناطق برخوردار بوده که ثروت طبیعی و مهم منطقه می باشد همچنین دارای جنگلهای تنک و پراکنده بوده و به ندرت به صورت انبوه دیده می‌شود از انواع درختان جنگلی منطقه می‌توان به راش، بلوط، ممرز، افرا، ون و ... اشاره نمود.

توزیع دمای هوا در سطح استان متناسب با توپوگرافی و سایر ویژگیهای طبیعی آن است نواحی پست واقع در دره رودخانه ارس و دشت مغان گرمترین و ارتفاعات سبلان سردترین مناطق می باشند. میانگین سالانه دمای هوا در بین ۸ تا ۱۵ درجه سانتیگراد در نوسان می‌باشد. ولی وجود درجه حرارتهای مطلق بین ۳۸/۵- درجه سانتی گراد در زمستان و ۴۴ درجه سانتیگراد در تابستان در ایستگاههای مختلف گزارش شده است.



تصویر ۱-۱ - نقشه مدل ارتفاعی رقومی زون اهر - ارسباران

۱-۴- جغرافیای انسانی

آمارهای موجود در ارتباط با جمعیت منطقه مربوط به دو استان آذربایجان شرقی و اردبیل بوده و آمار جامعی در ارتباط به زون مزبور موجود نمی‌باشد. زبان غالب مردم منطقه ترکی آذری بوده و به زبان فارسی آشنا می‌باشند. کشاورزی، دامداری شغل عمده روستائیان را تشکیل داده و در بخش صنعت نیز این منطقه فعال می‌باشد.

جمعیت عموماً در شهرها متمرکز بوده و از شهرهای مهم آن تبریز، اهر، ورزقان، مرند، کلیبر، مشکین شهر و جلفا می‌باشد.

۱-۵- روش مطالعه

در این پروژه ابتدا با توجه به شرایط زمین‌شناسی و نوع کانسارهای محتمل و الگوهای کانی‌سازی در منطقه مدل اکتشافی لازم برای این نوع کانی‌سازی‌ها تهیه گردیده است. در این مدل مواردی که مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل عوامل زیر می‌باشد:

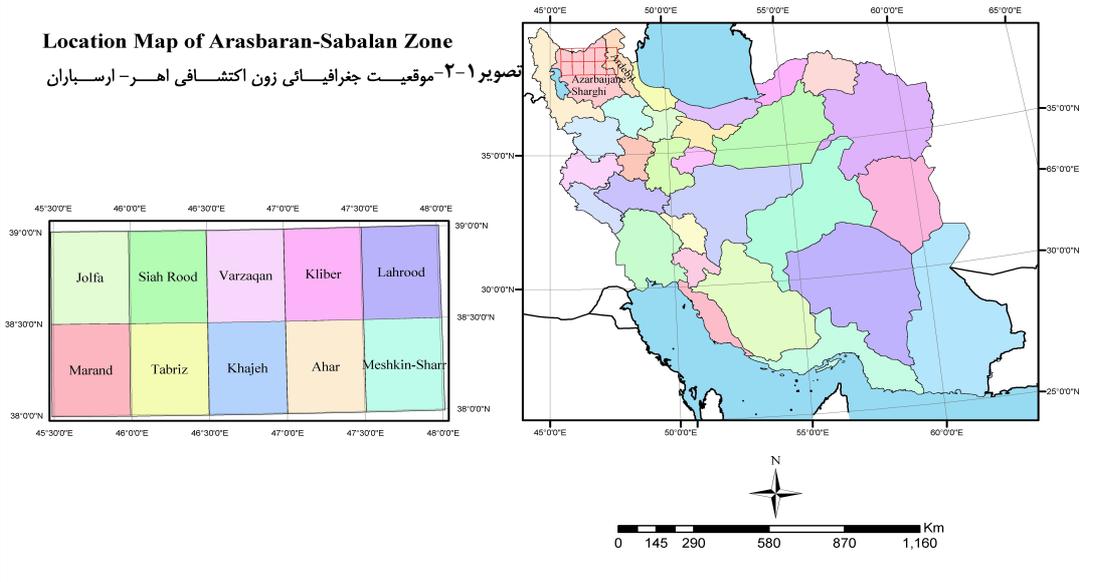
- توده یا منبع کانی‌ساز که منشأ فلز و یا حرارت برای کانی‌سازی می‌باشد کدام است و در کجا واقع شده است؟
- واحدها یا سنگهای میزبان کانی‌سازی مورد نظر کدامند؟
- فرآیندهای مؤثر در کانی‌سازی و روند آنها چگونه است؟
- ساختارهای ناحیه‌ای و منطقه‌ای که بر روی تشکیل ذخایر مورد نظر تأثیر دارند کدام هستند؟
- ارتباط و همبستگی مجموعه عوامل فوق برای ایجاد کانی‌سازی چگونه است؟

برای دستیابی به اطلاعات فوق کارشناسان گروههای دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی و GIS با پردازش و تفسیر داده‌های موجود در هر گروه شامل تصاویر ماهواره لندست (تصاویر TM)، داده‌های ژئوفیزیک هوایی (شامل مغناطیس و رادیومتری) و نیز اطلاعات زمین‌شناسی و معدنی موجود از این زون اکتشافی، لایه‌های اطلاعاتی خود را برای هر کدام از موارد ذکر شده در مدل ارائه نمودند که در نهایت این لایه‌های درگروه GIS با استفاده از مدل‌های تلفیق، ترکیب شده و در نهایت نقشه مناطق دارای پتانسیل معدنی معرفی و ارائه شده است.

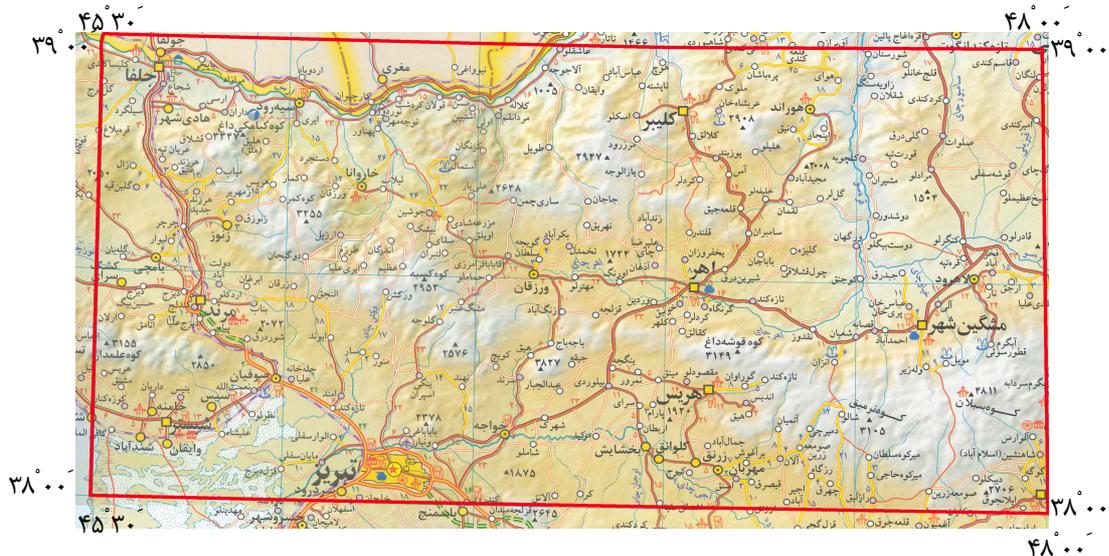
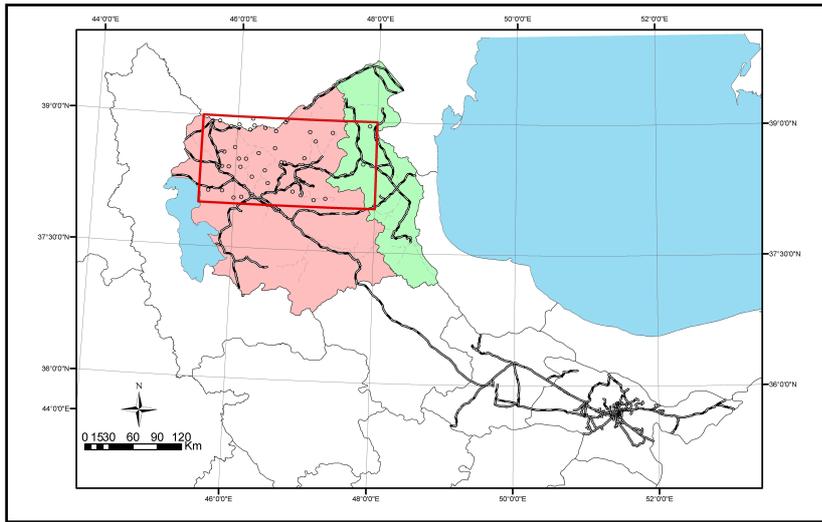
همچنین در طی دوره‌ی مأموریت صحرائی اندیسهای معدنی شناخته شده موجود و نیز نواحی که بر روی لایه‌های اطلاعاتی بدست آمده از داده‌های خام از اهمیت برخوردار بوده‌اند مورد بازدید و بررسی صحرائی قرار گرفته‌اند تا این لایه‌های اطلاعاتی از صحت کافی برخوردار باشد.

Location Map of Arasbaran-Sabalan Zone

تصویر ۱-۲- موقعیت جغرافیائی زون اکتشافی اهر- آرسباران



شکل ۱-۳- راه های اصلی و فرعی دسترسی به منطقه مورد مطالعه



۱-۶- اهداف پروژه

زون اکتشافی ارسباران-سبلان از جمله زونهای مهم معرفی شده برای انجام مطالعات اکتشافی می باشد که در شمال غرب کشور قرار گرفته است. با توجه به شرایط و وضعیت زمین شناسی موجود در منطقه، در این پروژه این زون برای اکتشاف ذخایر طلا و مس در نظر گرفته شده است. بطور کلی اهداف مورد نظر از اجرای این پروژه با توجه به داده های موجود موارد زیر می باشد:

انجام مطالعه اکتشافی در مقیاس ناحیه ای برای تعیین نواحی مستعد کانی سازی اقتصادی معرفی نواحی پتانسیل دار برای اکتشاف تفضیلی تر معرفی الگوی اکتشافی برای این زون اکتشافی با هدف پیجویی ذخایر طلا و مس. در این زون اکتشافی با توجه به شرایط زمین شناسی وجود کانسارهای گرمابی از نوع پورفیری مورد انتظار می باشد، لذا در این پروژه بر این نوع ذخایر تمرکز شده و اطلاعات و الگوهای اکتشافی برای این نوع کانسارها مورد استفاده قرار می گیرد.

فصل دوم :

زمین شناسی عمومی و ساختمانی

۲-۱- مقدمه

شمال غرب ایران (زون اهر ارسباران در آن واقع شده است) از زمین شناسی پیچیده و متنوعی برخوردار است که چهره بارز آن، تعدد رخدادهای تکتونوماگمائی و پویائی آن سرزمین از دوران میان زیستی تا عصر حاضر می باشد و همین امر نقش بسزائی در ایجاد محیط های مناسب برای تشکیل انواع بخصوصی از کانسارها، در این منطقه شده است و شانس اکتشاف مواد معدنی را در آن افزایش داده است.

۲-۲- واحدهای رخنمون یافته در زون اهر - ارسباران

به طور کلی در زون مورد مطالعه، واحدهای رخنمون یافته در دورانهای پالئوزوئیک و قبل از آن چهره و مشخصاتی همانند سایر مناطق ایران داشته، اما از زمان ژوراسیک به بعد ویژگی های متفاوتی از خود نشان می دهد که می توان آنرا بر پایه یافته ها و دانسته های مندرج در گزارش ها و نقشه های زمین شناسی بصورت ذیل خلاصه نمود:

۲-۲-۱- پرکامبرین - پالئوزوئیک

رخنمون واحدهای سنگی متعلق به این زمان در این زون بسیار محدود می باشد و تنها در برکه های ۱/۱۰۰،۰۰۰ جلفا، مرنند و تبریز رخنمون از خود نشان می دهند و شامل سازند کهر و بخشهایی از سازند سلطانیه می باشد.

۲-۲-۲- پالئوزوئیک

شمال باختری ایران همانند سایر نقاط ایران دارای بنیان و پیکره ای از نوع پوشش پلاتفرمی می باشد که در آن ردیفی از سازندهای کهن تا طبقات پرمین و تریاس را دارد که امروزه به صورت قطعات و پشته های منفک در جوار گسل های ژرف و در کنار زمین درزها رخنمون دارند و عموماً شامل واحدهای سلطانیه، باروت، زاگون، لالون، میلا، درود و روته می باشد که بعضاً (در برکه های مرنند، سیه رود و تبریز) تحت تأثیر نفوذیهائی با ترکیب آلكالی گرانیت، دیوریت گابرو، گابرو و دیاباز واقع شده اند.

۲-۲-۳- مزوزوئیک

رخساره های این زمان در زون مورد مطالعه از گسترش نسبتاً زیادی برخوردار است (تصویر ۲-۱) و از لحاظ پترولوژی دارای ترکیبهای متفاوت و متغیری می باشد به طوریکه طبقات تریاس عمدتاً از واحدهای کربناتی

(دولومیت، آهک) که بعضاً حاوی شیل نیز می‌باشد به انضمام سازند الیکا (آهک مارنی ورمیکوله به همراه دولومیت) تشکیل یافته است در صورتیکه واحدهای ژوراسیک بیشتر از سازند شمشک و معادل آن که اغلب از توفهای سبز به همراه میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و بعضاً آهک تشکیل شده و همچنین ولکانیکهای بازیک تشکیل گردیده است.

زمان ژوراسیک پسین کرتاسه آغازی دوره فوران بازالت، آندزیت، راسیت و گابرودیوریت - گرانودیوریت (ژوراسیک پسین) است که صفت کالک‌آلکالان داشته و دارای سری ماگمائی از گابرو به گرانودیوریت تا گابرو آپلیتی است. این فاز ماگمائی دارای غنای ژئوشیمیایی و کانی سازی از عناصر کبالت، مس، آهن و پیریت سولفوری و پلی‌متال بوده که با اسکارن، هورنفلس، کوارتزیت ثانوی، اپیدوت و کائولینیت بروز نموده است (گزارش مهندسين مشاور پيچاب كاوش ۱۳۸۰).

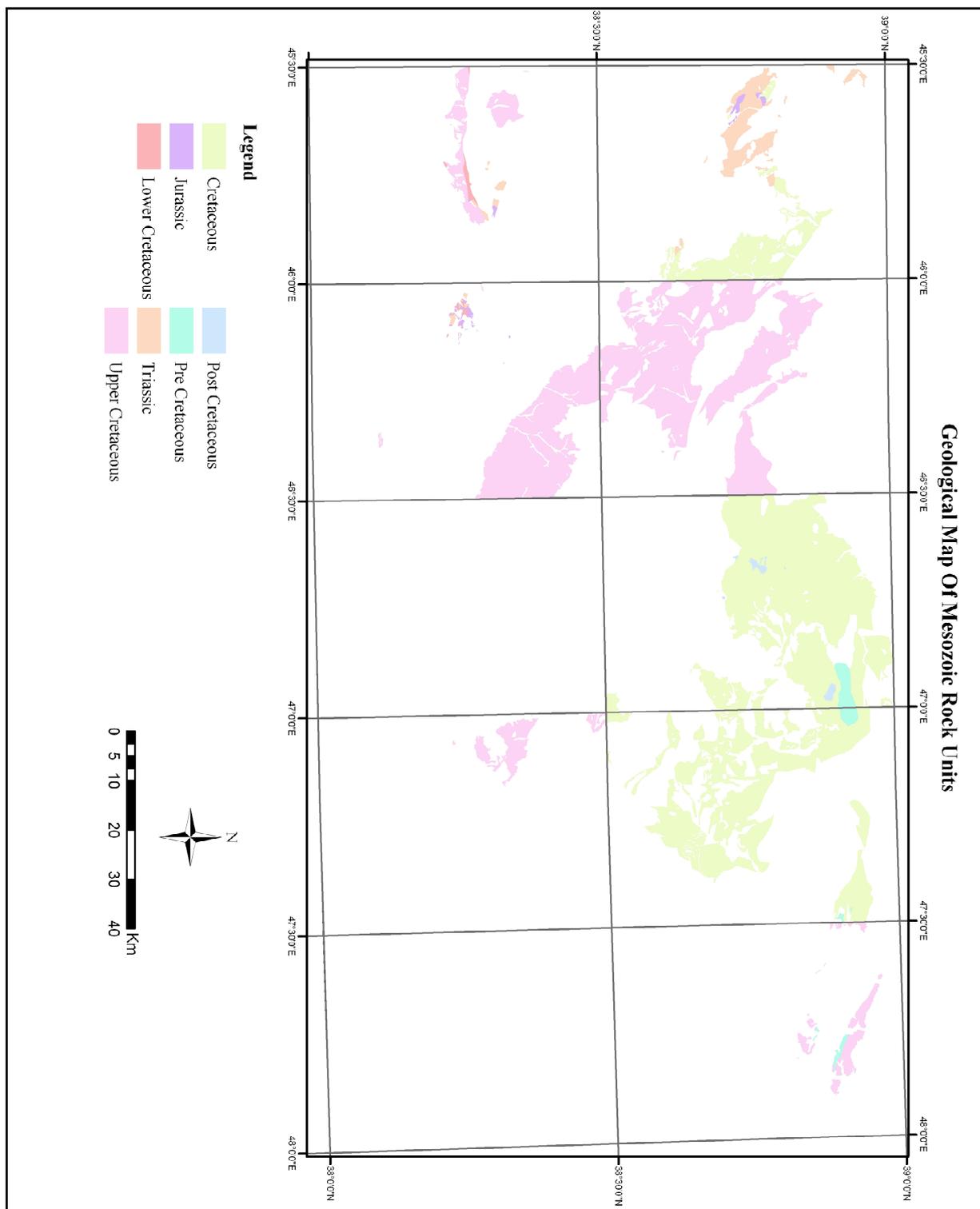
در مجموع با توجه به لیتولوژی و هم‌آیندهای سازند کرتاسه چنين می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در کرتاسه از سمت شمال خاوری به سوی جنوب باختری دارای رخساره های ذیل است (گزارش مهندسين مشاور پيچاب كاوش ۱۳۸۰):

الف - رخساره پوسته اقیانوسی که بیشتر در شمال برگه لاهرود رخنمون دارند.

ب - رخساره حد واسط بین حوضه ولکانوژنیک و رخساره شیب قاره‌ای که احتمالاً در امتداد گسل های ژرف حاشیه حوضه در زمان کرتاسه فوران کرده است.

ج - رخساره کرتاسه از نوع حاشیه قاره‌ای (سکوئی) بدون ولکانیسم در شمال تبریز با لیتولوژی زیست آواری. این سه رخساره در کرتاسه زیرین تفاوت داشته، اما از زمان کرتاسه فوقانی فعالیت آتشفشانی متوقف و رخساره‌های میوژئوسنکلینالی گسترش می‌یابد و تغییر رژیم آتشفشانی به رژیم کاملاً رسوبی دیده می‌شود که در آن سری آتشفشانی به مجموعه‌ای از رسوبات دریائی ژرف و در نهایت آهکی کم عمق تبدیل می‌گردد (گزارش مهندسين مشاور پيچاب كاوش ۱۳۸۰).

تصویر ۲-۱) توزیع پراکندگی واحدهای رخنمون یافته مزوزوئیک در زون اهر-ارسباران (بر اساس نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰)



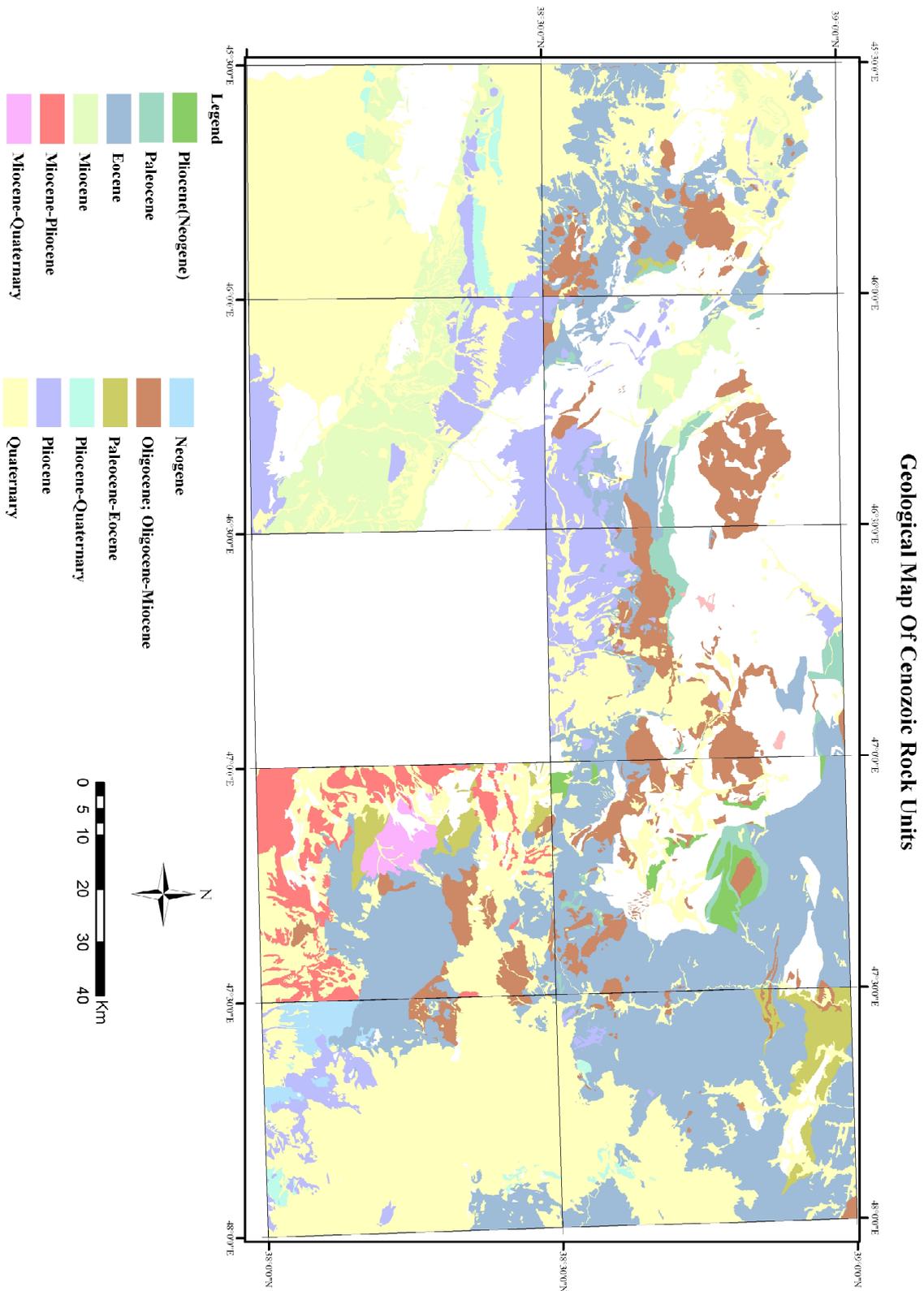
۲-۲-۴- دوران سوم

بخش اعظم بیرون زدگی‌های زون مورد مطالعه را سنگهای دوران سوم تشکیل می‌دهند (تصویر ۲-۲).
زمان کرتاسه فوقانی توأم با تغییرات بسیار شدید در رژیم تکتونیکی، ماگماتیسم و رخساره‌های رسوبی می‌باشد. این رخداد از زمان پالئوسن با ایجاد حوضه‌های ولکانوژنیک و حوضه‌های ریفتی درون کمان، فوران گدازه‌های کالک آلکالن تا آلکالن و شوشونیتی، تشکیل سری‌های آذرآواری و گرمایی - رسوبی، آهک (اندک) و سنگهای تخریبی است که تا زمان ائوسن میانی - فوقانی تداوم داشته است.

سنگهای آتشفشانی، آذر آواری و رسوبی ائوسن این منطقه بیشتر مربوط به محیطهای قاره‌ای و دریائی کم عمق می‌باشند و دارای ترکیب در حد آندزیت، تراکی آندزیت، تراکی بازالیت و تراکیت بوده و سنگهای آذرآواری نظیر توف و آگلومر می‌باشند. فعالیت ماگماتیک بعد از ائوسن نیز نقش عمده‌ای در زمین‌شناسی این زون ایفا نموده است به طوری که استمرار فعالیتهای آتشفشانی تداوم خود را حفظ کرده و گسترش نسبتاً وسیعی را باعث شده است. اینگونه فعالیتهای ماگماتیک به صورت سنگهای نفوذی و ساب ولکانیک همراه با دگرسانی در بیشتر برکه‌ها قابل تعقیب می‌باشند.

توده‌های نفوذی با ترکیب مونزونیتی، کوارتز مونزونیتی، نفلین سینیت و در مواردی گرانیتی تا گرانودیوریت و توده‌های نیمه عمیق بصورت گندهای ریولیتی و برشهای داسیتی واحدهای ائوسن را قطع نموده‌اند.

در زمان میوسن فوقانی و به احتمال قوی از پلیوسن به بعد گسستگی‌های ژرفی با روند شمال شرق در منطقه شکل گرفته است و کانونهای التهاب ماگمائی در محل برخورد این روندها با کمان ولکانو - پلوتونی پیشین (پالئوژن) بوجود آمده است که رویکرد آن به شکل دو آتشفشان عظیم سبلان و سه‌نند بروز می‌نماید رویکرد این حادثه تکتونو ماگمائی فوران گدازه‌ها و در پی آن شکل‌گیری میدان‌های زمین گرمایی (ژئوترمال) و ایجاد چشمه‌های آبگرم، معدنی و کانی‌ساز است (گزارش مهندسین مشاور پیچاب کاوش ۱۳۸۰).



تصویر ۲-۲) توزیع پراکندگی واحدهای رخنمون یافته سنوزوئیک در زون اهر-ارسیباران (بر اساس نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰)

۲-۳- زمین ساخت زون اهر - ارسباران

زون اهر - ارسباران جزء کمربند آلپ هیمالیا و در زون ساختاری البرز - آذربایجان واقع شده است و دارای فعالیتهای وسیع آتشفشانی سنوزوئیک و کواترنری می باشد که این فعالیت آتشفشانی حاصل فرآیند فرورانش و در واقع یک پدیده تکتونوماگمائی است که در حاشیه قاره به وقوع پیوسته است. براساس اطلاعات موجود دو نظریه در مورد نحوه تشکیل این زون، از طرفداران بیشتری برخوردار است که اختلاف آنها در جهت فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر پوسته قاره ای ایران مرکزی در بخش شمال غرب کشور می باشد. بطوریکه طبق نظریه اول جهت فرورانش به سمت شمال شرق و ایجاد زون ارومیه دختر به موازات زاگرس (علوی ۱۹۹۴، ریچاردز ۲۰۰۳ و....) می باشد در صورتیکه در نظریه دوم جهت فرورانش به سمت جنوب غرب می باشد (گزارش مهندسین مشاور پیچاب کاوش ۱۳۸۰) آنچه که مسلم است و در هر دو نظریه مشترک است آنکه هر دو به پویائی تکتونوماگمائی این ناحیه و قوس حاشیه ای قاره ای آن اذعان دارند و محیط تکتونیک مشابیهی را برای تشکیل آن در نظر می گیرند که از این لحاظ، به منظور متالوژنی اهمیت خاص خود را دارد.

۲-۴- دگرگونی

در تکوین ناحیه ای زون اهر - ارسباران برخلاف دگرگونی ناحیه ای، دگرگونی مجاورتی نقش مهمی را در منطقه ایفاء نموده است و بصورت مجموعه ای از واحدهای سنگی که عموماً شامل واحدهای اسکارنی، هورنفلسی، آندالوزیت شیست و کوردیریت شیست می باشند و در هاله های اطراف توده های نفوذی تشکیل شده اند، مشاهده می گردند و از خصوصیات آنها اینکه با دور شدن از مرکز توده نفوذی و حرکت به سمت خارج توده، از شدت دگرگونی آن کاسته می شود.

بیشتر حرکات کوهزائی در محدوده مورد مطالعه متأثر از فازهای کوهزائی آلپین و بعضاً لارامید بوده است (باتوجه به سن سنگهای موجود) و اما دگرگونی ناحیه ای گسترش و رخنمون بسیار کمی در منطقه از خود نشان می دهد و بیشتر وابسته به واحدهای پی سنگی بوده که در رخساره های شیست سبز و گاهی آمفیبولیت و به ندرت گنایس در واحدهای رخنمون یافته مشاهده می گردد (سازند کهر).

فصل سوم:

ویژگیهای زمین شناسی اقتصادی و

متالوژنی زون اهر - ارسباران

۳-۱) مقدمه

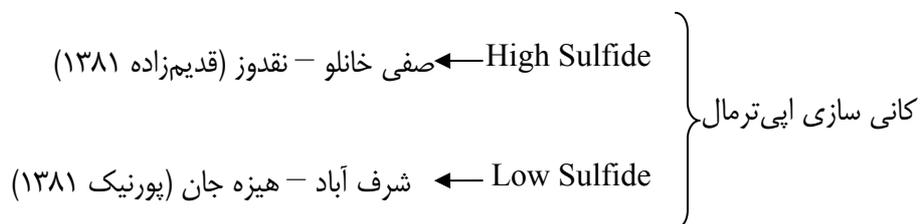
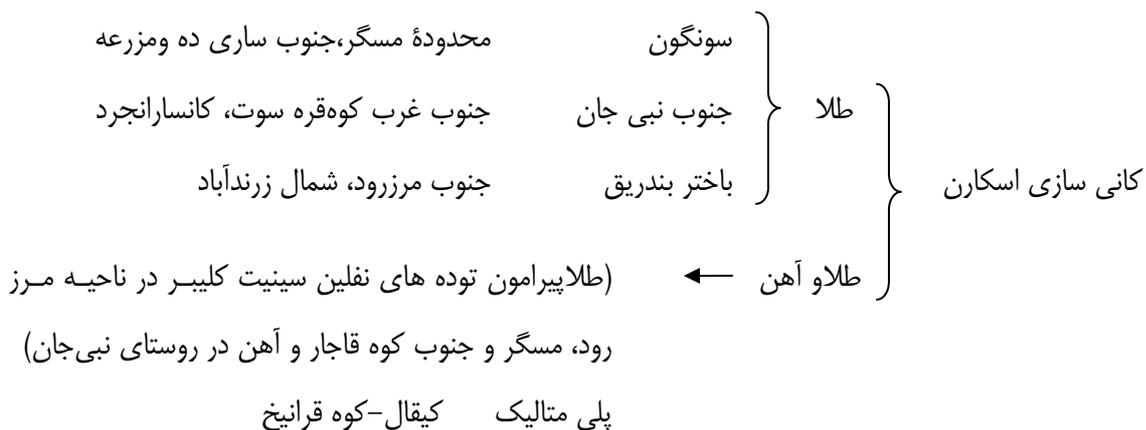
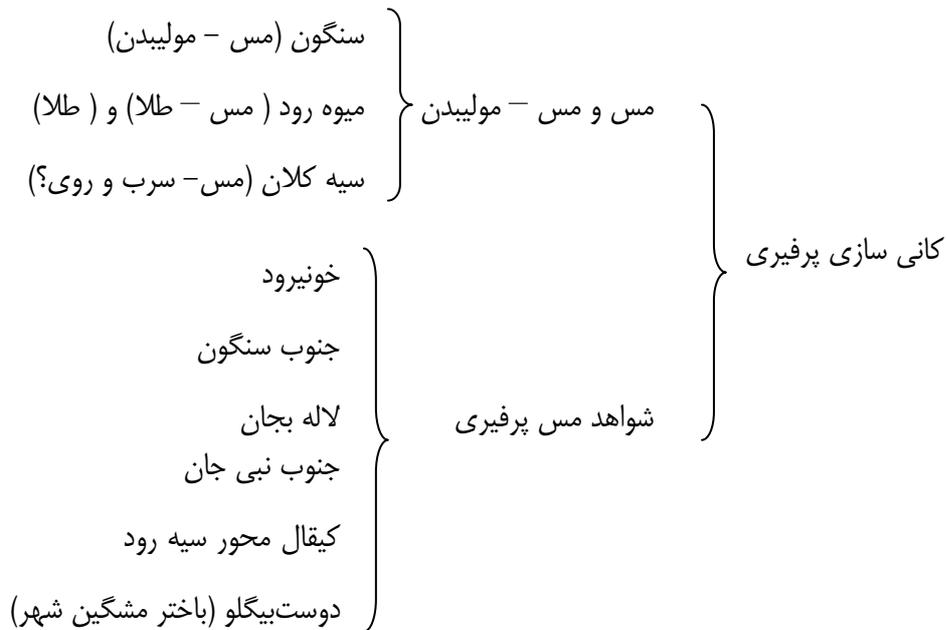
زون اهر ارسباران در واقع ادامه جنوبی قفقاز کوچک بوده و با روند شمال غربی - جنوب شرقی وارد ایران می‌شود، بدلیل ویژگیهای خاص زمین‌شناسی از لحاظ کانی سازی طلا، مس، مولیبدن و ... از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، بطوریکه در منطقه قفقاز کوچک در خاک جمهوری آذربایجان و ارمنستان چندین زون غنی از مواد معدنی شامل طلا، مس و مولیبدن پرفیری کشف و شناسایی شده است.

به طور کلی از بررسی زمین‌شناسی و مطالعه یافته‌های اکتشافی در زون اهر - ارسباران و نواحی مجاور چنین برداشت می‌شود که چرخه تکتونو- ماگمائی آلپی مهمترین رخداد مؤثر در منطقه و باعث و بانی کانی‌سازی‌ها و شکل‌گیری منابع معدنی است.

۳-۲) انواع تیپ‌های کانسار شناخته شده زون اهر - ارسباران

نظر به اینکه رده‌بندی کانسارها براساس تیپ (کاکس و سینگر ۱۹۸۶) و برمبنای لیتولوژی و جایگاه تکتونیک (Litho - Tectonic) از رده‌بندی‌هایی است که به خوبی می‌تواند در اکتشاف کانسارهای مشابه بعنوان راهنمای اکتشافی (مدلسازی) نقش اساسی داشته باشد، لذا تلاش گردید که بر مبنای اطلاعات بدست آمده از گزارشهای موجود در این زون و بعضاً پژوهشهای پایان نامه‌ای دانشگاهی، برخی از کانسارهای مهم این زون بعنوان تیپ معرفی گردیده تا با در دست داشتن ویژگیهای اصلی آن از قبیل سنگ درونگیر، محیط تشکیل، خاستگاه تکتونیک، عوامل کنترل کننده تشکیل، سن، ساخت و بافت و کانسارهای همراه بتوان نسبت به اکتشاف پتانسیل‌های موجود در شرایط زمین‌شناسی متالورژی مشابه استفاده نمود.

عمده ترین کانسارهای تیپ در زون اهر - ارسباران با توجه به توانمندی فلززایی چرخه آلپی و جایگاه ژئودینامیکی آن وجود تیپ‌های مس پرفیری، اسکارنی و طلائی ایپی‌ترمال می‌باشد که در زیر آورده شده است (گزارش مهندسین مشاور پیچاب کاوش ۱۳۸۰).



۳-۲-۱) مس پرفیری

این تیپ کانسار در ارتباط با سیستم گرمایی مربوط به توده‌های نفوذی می باشند. در این کانسارها دگرسانی و کانسارسازی بطور تقریباً متقارن یا نامتقارن بر روی توده نفوذی و اطراف آن متمرکز می باشند. این تیپ کانه زائی مس، کانسارهای مس پرفیری، کانسارهای تیپ مس پرفیری - اسکارنی، کانسارهای تیپ مس - طلای پرفیری و کانسارهای تیپ مس - مولیدن پرفیری را شامل می شود (کاکس و سینگر ۱۹۸۶) که عموماً در کمربندهای تکتونیکی زون فرورانش حاشیه قاره ها و جزایر قوسی کشف شده‌اند و اکثراً متعلق به دوران دوم و سوم می باشند.

کانسارهای مس پرفیری حاوی مقادیر بالای طلا به همراه مس در مرزهای صفحات همگرا جایی که ماگماهای مادر اکسیده باشد شکل می گیرد و شاخص آن فراوانی منیتیت گرمایی همراه طلا و مس در زونهای دگرسانی پتاسیک است (گزارش مهندسین مشاور پیچاب کاوش ۱۳۸۰) و همچنین نرخ زیاد بالآمدگی و خیزش در کوهزایی های تصادم قاره‌ای و بارندگی زیاد هردو دشمن شکل گیری پروفیل سوپرژن مچور است بنابراین تشدید شرایط اقلیمی نیمه خشک و پوشش سیستم با فرآورده های آتشفشانی موجب حفاظت و برجای ماندن پروفیل سوپرژن می گردد.

از این تیپ کانسار در این زون کانسار پرفیری - اسکارنی سونگون و رگه ای - پورفیری میوه رود و سیه کلان را می توان ذکر نمود (گزارش مهندسین مشاور پیچاب کاوش ۱۳۸۰).

۳-۲-۱) پرفیری سونگون (مهرپرتو و ترکیان ۱۳۷۲ - اطمینان ۱۳۸۱)

موقعیت: شمال روستای سونگون

سنگ درونگیر: ماگمای نفوذی نیمه عمیق در قلمرو آلکان و ویژگی تیپ I گرانیات و ترکیب گرانیات تا بیوتیت گرانیات.

ساخت و بافت: پرفیری.

دامنه سن: بعد از ائوسن وهمزمان با فاز کوه زایی پیرنه‌ای.

محیط تشکیل: بخش فوقانی توده نفوذی.

خاستگاه تکتونیکی: قوس قاره‌ای (Continental Arc).

کانی‌شناسی: کالکوپیریت، پیریت، مولیدنیت، تتراهدریت، تنانتیت و.....

ساخت و بافت کانه: دانه افشان استوک‌ورک و رگه‌ای .

دگرسانی: پتاسیک، فلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک.

عوامل کنترل کننده: توسعه رگه های استوک ورکی در توده پرفیری و همبری توده پرفیری.

۳-۲-۲- کانسارهای اپی ترمال (فلزات قیمتی)

از دیگر ویژگیهای متالوژنی و استعداد کانی سازی در این زون جستجو برای کانسارهای تیپ اپی ترمال است که در گستره وسیعی از این زون، مظاهری از آن دیده می شود این ویژگی ها خاص پشته های ولکانوپلوتونی در قوس حاشیه قاره ای است که در این منطقه حاکمیت دارد.

میزبان این تیپ کانسار اغلب سنگهای آتشفشانی و سنگهای رسوبی همزمان با ولکانیسم و گاهی در واحدهای پی سنگ می باشند سنگهای ماگمائی از سری منیتیت و کالک آلکان با ترکیب آندزیت - داسیت - ریولیت، شوشونیتی با سنگهای آذرین قلیائی در جزایر قوسی و نواحی قاره ای میزبان عمده این کانسارها هستند و به طور کلی این تیپ کانه زائی عموماً در نزدیکی مناطق آتشفشانی ترشیری، بخصوص در نزدیکی دهانه های آتشفشانی واقعند.

سیلیتو (۱۹۹۳) اولین بار این تیپ کانه زائی را براساس نوع دگرسانی و کانی شناسی به دو گروه: (۱) اسید سولفات High Sulfidation (Hs) و (۲) آدولاریا - سرسیت یا Low Sulfidation (Ls) تقسیم نمود که در مطالعات جدید (هدنکوئیست و دیگران ۲۰۰۰) این دو گروه به ۳ گروه و اضافه شدن نوع سوم یعنی Intermediate Sulfidation (Is) تغییر یافت که این تقسیم بندی علاوه بر توجه به کانی شناسی که به نوعی دگرسانی را نیز شامل می شود به محیط تکتونیکی تشکیل نیز توجه می نماید (سیلیتو و هدنکوئیست ۲۰۰۳) که در زیر به طور خلاصه به آن اشاره می گردد:

تیپ HS معمولاً در قوسهای ولکانیکی آندزیتی تا داسیتی کالک آلکان که در حوضه های نسبتاً کثشی ایجاد می شوند، تشکیل می گردند (هر چند مواردی نیز در حوضه های تراکمی و در بخش سوپرژن فعال تشکیل شده اند) و ارتباط نزدیکی با کانسارهای مس پرفیری از خود نشان می دهند علاوه بر این که تیپ LS چنین ارتباطی را نشان نمی دهد در صورتیکه در بیشتر خصوصیات دیگر شبیه به تیپ HS می باشد.

اما تیپ LS که بیشتر در ارتباط با ولکانیکهای دومدی (Bimodal) یعنی بازالت - ریولیت که در محیطهای کثشی واقع گردیده اند ایجاد شده و بیشتر کانسارهای آن شامل رگه های پرعیار می باشند بررسی های بعمل آمده با توجه به گزارشهای موجود در رابطه با زون اهر - ارسباران نشان از آن دارد که بیشتر بررسی های انجام شده در مورد پتانسیل های اپی ترمال این بخش شامل کانسارهای اپی ترمال نوع HS و LS می باشد که در زیر به پاره ای از آنها اشاره خواهد شد.

۳-۲-۱- شرف آباد - هیزه جان (Low Sulfidation) (پورنیک ۱۳۸۲)

این محدوده با وسعت تقریبی ۱۵ کیلومتر مربع در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال باختر ورزقان واقع شده است. در محدوده مورد مطالعه روندهای گوناگونی از سیستم های شکستگی وجود دارد ولیکن راستای شمال، شمال غرب جنوب شرق مهمترین روند ساختاری موجود می باشد.

مهمترین سیمای کانی سازی در محدوده مورد مطالعه، زون های کانی سازی رگه ای - رگچه ای می باشد که توسط گسلها و زون های گسلی کنترل شده است. در مجموع ۲۱ رخنمون، رگه و زون گسلی که در آن کانی سازی رخ داده، شناسایی گردیده است که تعداد اغلب آنها شمال، شمال باختر - جنوب، جنوب خاور می باشد. پهنای رگه ها و زون های کانی سازی از ۰/۲۵ متر تا ۲۵ متر و طول قابل مشاهده آنها از ۳ متر تا ۱۰۵۰ متر در تغییر است.

کانی های اصلی تشکیل دهنده رگه ها و زون های کانی سازی کوارتز، ژاسپ، اپال، فلدسپات و کلسیت است. در محدوده مورد مطالعه، اغلب سنگها و به ویژه واحد توفی و گدازه های ائوسن بالایی تحت تأثیر محلول گرمابی، متحمل تغییرات شیمیائی و کانی شناسی شده است. دگرسانی گرمابی فراگیر در محدوده مورد بررسی، دگرسانی پروپلیتی است. از دیگر انواع دگرسانی های محدوده می توان دگرسانی های آرژیلیکی، سیلیسی و سرسیتی را نام برد.

در محدوده مورد مطالعه توده نفوذی رخنمون ندارد. سنگهای آتشفشانی شامل توف و گنبد های خروجی با ترکیب تراکی آندزیت به سن میوپلیوسن، در جنوب محدوده و در شمال روستای شرف آباد گسترش دارند. براساس اطلاعات موجود (پورنیک ۱۳۸۲) رگه ها و زون های کانی سازی در این محدوده از نوع کم سولفید (LS) با سنگ میزبان آتشفشانی است و از این جهت بسیار شبیه به ذخائر اپی ترمال شاخص است.

۳-۲-۲- محدوده اکتشافی صفی خانلو - نقدوز (محمدی ۱۳۷۹- قدیم زاده ۱۳۸۱)

محدوده مورد نظر به وسعت ۳۲ کیلومتر مربع در ۲۵ کیلومتری جنوب شرق شهرستان اهر بین روستای صفی خانلو و نقدوز واقع شده است.

مهمترین واحد سنگی تشکیل دهنده محدوده کانسار شامل توده نفوذی هورنبلند بیوتیت گرانیت تامونزوگرانیت است که بر اثر عملکرد محلولهای هیدروترمالی ناشی از تزریق توده نفوذی دگرسانی های گرمابی گسترده ای در منطقه، بویژه در قسمتهای شمالی و شمال شرق آن ایجاد شده است. این دگرسانی ها که تقریباً یک نظم چینه ای خاص را به نمایش می گذارد به ترتیب از بالا به پایین شامل سیلیس، آلونیت،

ژاروسیت و کائولینیت می باشد. علاوه بر دگرسانیهای فراگیر در سنگهای ولکانیکی، توده نفوذی نیز در مسیر عبور گسلهای اصلی متحمل فرآیند دگرسانی (سیلیسی، آرژیلیک - سرستیک) شده است. فرآیند کانه زائی طلا در محدوده مورد مطالعه کاملاً از روندهای ساختاری تبعیت نموده و بصورت زونهای سیلیسی شده، استوک و رکها، دایکهای ریوداسیتی و رگه های کوارتزی اپی ترمال در گستره ای به وسعت ۱۸ کیلومتر مربع (منطبق برگسترش توده نفوذی مورد مطالعه) در امتداد شکستگی ها در مناطق گسله (بویژه گسلهای شمال غرب - جنوب شرق) رخ داده است. نقاط کانی سازی شده اصلی شامل ۵ محدوده زیر است این محدوده ها عبارتند از:

- | | | |
|---------------------|--|-----------------------|
| ۱) محدوده یوسف لو | ۲) محدوده صفی خانلو | ۳) محدوده دره قزل قیه |
| ۴) محدوده غرب نقدوز | ۵) محدوده خاور بال دره (در جنوب رودخانه اهر) | |

۱) محدوده کانی سازی یوسف لو:

در ۲۰۰ متری جنوب خاوری روستای یوسف لو واقع شده است، دارای سنگ میزبان با ترکیب مونزوگرانیت بوده که توسط تعدادی دایک مافیک ترو گاهی آپلیتی با کانه زائی مس قطع شده است. تعداد ۱۲ رگه سیلیسی سولفیدی دانه ریز به رنگ خاکستری تا کرم و گاهی نیز قهوه ای قرمز با بافت متراکم و گاهی متخلخل همراه با ریز بلورهای کوارتز و با حاشیه های دگرسانی آرژیلیک وجود دارد. رگه های مذکور در برخی نقاط با آئینه گسل کاملاً مشخص و سطح افرازی بالاتر از سنگ میزبان خود با شیب تقریباً قائم به سمت جنوب غرب توسط گسله های فرعی با راستای N35E قطع و جاری شده اند.

۲) محدوده کانی سازی صفی خانلو:

در ۳۰۰ متری شرق و شمال شرق روستای صفی خانلو واقع شده است. تعداد ۶ رگه سیلیسی اصلی و تعدادی رگه فرعی کوچکتر رگه های فوق در یک سیستم گسله کششی (نرمال) تزریق شده اند سنگ میزبان این رگه ها نیز دارای ترکیب مونزوگرانیتی بوده و تغییرات بافتی و کانی شناسی محدودی در برخی نقاط آن مشاهده می شود.

کانی سازی پیریت بصورت تجمعات و لکه های خاکستری تیره در نقاط مختلف سنگ پراکنده شده است و همراه با طلا کانه زائی شدید آهن (هماتیت)، آنتیموان (استینیت)، اکسیدهای آهن و منگنز همراه با گانگ سیلیسی که دارای بافت اسفنجی، کلوئیدال و تیغه ای می باشد از ویژگیهای رگه های کانه دار می باشند.

۳) محدوده کانی سازی قزل قیه

کانه زائی بصورت رگه‌ای در داخل سطوح گسل می باشد و دگرسانی های همراه شامل سیلیسی شدن، آلونیتی، ژاروسیت، کائولینی و سرسیتیک می باشد.

۴) محدوده کانی سازی غرب نقدوز:

به شکل سنگهای ریوداسیتی، سیلیسی شده، استوک ورکهای سیلیسی سولفیدی و سنگهای به شدت دگرسان شده رخنمون یافته است سنگ میزبان گرانیات دگرسان شده می باشد و کانه‌زائی از روندهای ساختاری تبعیت می کند و در امتداد گسله های اصلی جداکننده مرز سنگهای ولکانیکی ائوسن و توده نفوذی مورد مطالعه با روند N10-15W شکل گرفته است.

فرآیند سیلیسی شدن در این محدوده بصورت رگچه‌های ظریف سیلیسی و همچنین دانه‌ای در متن سنگ رخ داده و پدیده کائولینیتی شدن نیز بطور گسترده این زون میزالیزه را تحت تأثیر قرار داده است. دگرسانی سرسیتیک نیز بطور محدودی در قسمتهای انتهایی رگه و بین ترانشه ها مشاهده می شود. کانی سازی پیریت بصورت پراکنده و گاه بصورت تجمعات خاکستری بویژه در بخشهای سیلیسی مشاهده می شود و عیارهای بالای این محدوده در ارتباط با زونهای سیلیسی - آرژیلیک می باشد.

۵) محدوده کانی سازی خاور بال دره (رگه M):

سنگ میزبان کانی سازی در این محدوده شامل یک گرانیات دگرسان شده بوده که در حواشی دو سمت رگه و در امتداد شکستگی ها به حالت کائولینیتی در آمده است.

نتایج بررسی کانی سازی طلا در این منطقه نشان می دهد که کانی سازی کاملاً از روندهای ساختاری تبعیت نموده و بصورت رگه های سیلیسی به زونهای سیلیسی شده و آپوفیزهای اسیدی (ریوداسیتی) که غالباً با کانی های سولفیدی پیریت و کانه های مس (کالکوپیریت، بورنیت) همراهند، در امتداد گسلهائی با روند شمال غرب - جنوب شرق و در یک میزبان گرانیاتی رخ داده است.

شواهد کانی شناسی، بافتی و دگرسانی کانسنگ در محدوده مورد مطالعه بیانگر شرایط ته نشست طلا در یک محیط حرارت پایین (اپی ترمال) بوده و انواع تیپ های اسید - سولفات قابل مقایسه است.

۳-۲-۳- اسکارن (مینت ۱۹۹۲)

وجود کانه‌زائی اسکارن در این زون از موارد شاخص کانه‌زائی در این منطقه محسوب می‌گردد به طوریکه می‌توان به مواردی از جمله اسکارن مزرعه، گودال، انجرد و بخش اسکارنی معدن سونگون اشاره نمود که

حکایت از استعداد بالای این زون برای این تیپ کانه‌زائی می‌باشد.

کانسارهای اسکارن به منظور عناصر مختلف از جمله آهن، تنگستن، مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره، طلا، اورانیوم، عناصر نادر خاکی، فلور، برم و قلع در جهان اهمیت یافته‌اند و بعضاً بر این اساس دسته‌بندی می‌شوند.

هرچند که اسکارن‌ها اغلب در سنگ‌های رسوبی و عمدتاً آهکی شکل می‌گیرند (در شیل و ماسه‌سنگ نیز امکان دارد) با این وجود در تمامی قاره‌ها و در تمامی زمانها یافت شده‌اند.

اسکارن‌ها در فرآیند دگرگونی مجاورتی و ناحیه‌ای و تحت تاثیر متاسوماتیزم سیالات ماگمائی، دگرگونی، جوی و سیالات با منشا دریائی در جوار پلوتون‌ها، در طول گسل‌ها، زون‌های برشی اصلی، در سیستم‌های ژئوترمال کم عمق کف دریا، بخش عمیق پوسته پائینی به صورت دگرگونی دفنی و شکل می‌گیرند.

آنچه یک سنگ را به عنوان اسکارن معین می‌کند مینرالوژی آن می‌باشد و به طور کلی موفعی که شرائط درجه حرارت، فشار، ترکیب سنگ میزبان و سیال مناسب در محدوده پایداری کانی‌های اسکارن قرار گیرد اسکارن تشکیل می‌گردد.

اصولاً اسکارن‌ها دارای زون بندی می‌باشند و بر اساس پارامترهای مختلف همچون نوع عناصر، دور و نزدیکی به توده نفوذی (Distal & Proximal) و..... تفسیم بندی می‌شوند.

۳-۲-۳-۱- اسکارن مس مزرعه

موقعیت: شمال شهرستان اهر

سنگ درونگیر: آهک‌های ضخیم لایه تا نازک لایه (اگزواسکارن) و بخش‌هایی از توده گرانودیوریتی (آندواسکارن)

ساخت و بافت: ماسیو

دامنه سن: بعد از ائوسن و همزمان با فاز کوه زایی پیرنه ای.

محیط تشکیل: در مجاورت بخش فوقانی توده نفوذی گرانودیوریتی تا دیوریتی.

خاستگاه تکتونیکی: قوس قاره ای (Continental Arc).

کانی شناسی: منیتیت، گارنت، پیروکسن، کالکوپیریت، پیریت، کوارتز، کلسیت، اپیدوت و....

ساخت و بافت کانه: جانشینی، رگه‌ای و رگچه‌ای.

عوامل کنترل کننده: همبری استوک‌های نفوذی با سنگ‌های آهکی از عوامل کنترل کننده مهم است.

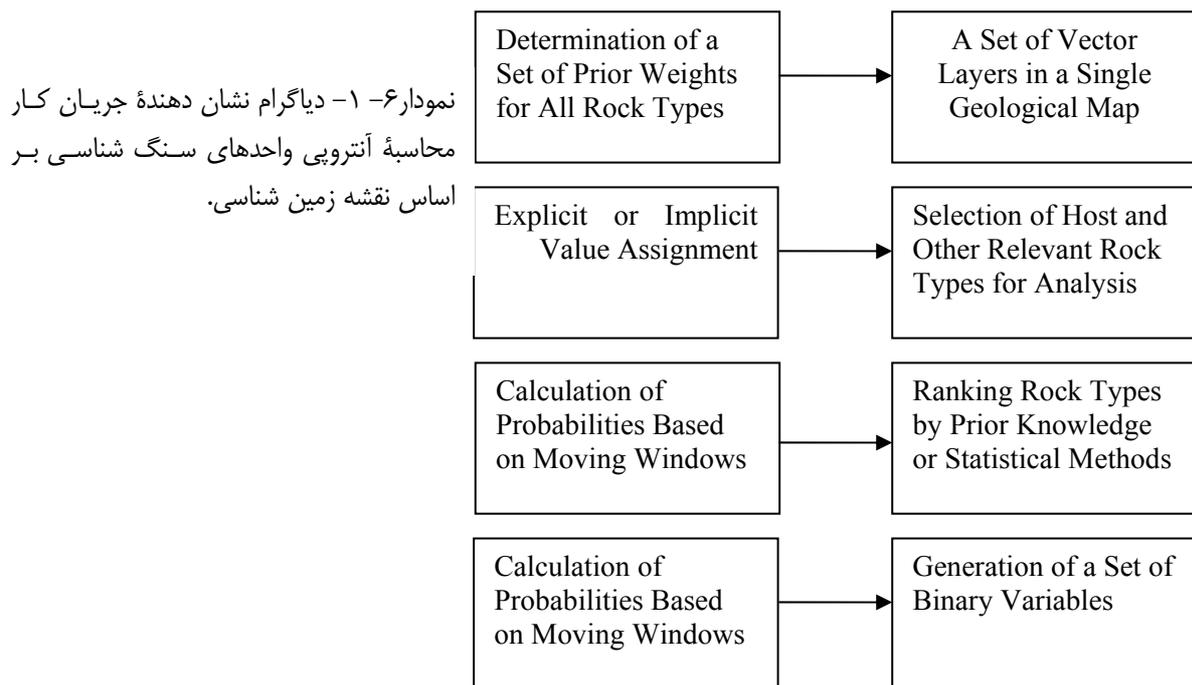
فصل چهارم:

بررسی و جمع آوری داده‌ها

۴-۱- پردازش داده‌های نقشه‌های زمین‌شناسی

لایه زمین‌شناسی مهمترین لایه اطلاعاتی در تهیه نقشه‌های نشانگر می‌باشد. در این مرحله از نقشه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی استفاده شد. همانطور که قبلاً ذکر شد، زون اکتشافی ارسباران - سبلان شامل ۱۰ ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ لاهرود، مشکین شهر، کلیبر، اهر، ورزقان، خواجه، سفید رود، تبریز، جلفا و مرند می‌باشد. به علت رقومی نبودن این نقشه‌ها، ابتدا با نظر مشاور زون، گسلها و واحدهای مهم از نظر کانه‌زایی مشخص و جدا شده (البته به علت موجود نبودن نقشه ورقه خواجه از اطلاعات نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ اهر در تلفیق فاز اول استفاده شد)، و با توجه به مشکلات متعددی که در رابطه با یکی کردن واحدهای رقومی شده وجود داشت (از جمله نامهای متعدد برای واحدهای یکجنس) و انجام مراحل مختلفی جهت رفع این مشکلات، لایه زمین‌شناسی جهت تلفیق با سایر لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS آماده گردید.

از نقشه زمین‌شناسی می‌توان داده‌هایی همچون لیتولوژی و گسلها را جهت استفاده در مطالعات اکتشافی استخراج نمود. لیتولوژی معمولاً به صورت پلی‌گون (چند ضلعی) به نمایش در می‌آید. در نمودار (۶-۱) مراحل اصلی در ترکیب اطلاعات زمین‌شناسی و آلتراسیون نشان داده شده است. آلتراسیون و واحدهای سنگ‌شناسی به علت اینکه هر دو به صورت پلی‌گون مورد استفاده قرار می‌گیرند در این شکل مشابه هم پردازش گردیده‌اند. مراحل اصلی آمیختن واحدهای سنگ‌شناسی در زیر آمده است. در مرحله اول واحدهای سنگی میزبان و سایر واحدهای وابسته مشخص می‌گردند، در مرحله دوم انواع سنگها به متغیرهای کیفی تبدیل می‌گردند، هر سنگی می‌تواند توسط متغیرهای دوتائی و یا سه‌تائی نمایش داده شود. هر یک از سنگهای میزبان و سنگهای وابسته به آن می‌توانند تبدیل به متغیرهای دوتائی با مقادیر ۱ و ۰ گردند.



در مرحله بعد تمامی سنگها بر اساس اهمیت نسبی در کانی سازی رتبه بندی می شوند. این عمل میتواند توسط زمین شناس متخصص و یا توسط آنالیزهای آماری صورت پذیرد. در این روش در نهایت تمامی سنگهای مناسب، با روش آنتروپی پردازش می شوند. میزان آنتروپی پیچیدگی محیط واحدهای سنگی را برای کانی سازی های مختلف بیان می کند.

آنتروپی در واقع پیچیدگی و به هم ریختگی در مرز واحدهای زمین شناسی را نشان می دهد. در مواقعی که واحدهای کانی ساز و واحدهای میزبان دارای به هم ریختگی باشد امکان کانه سازی بالا می رود که در اینجا نیز از این عامل جهت مکان یابی پتانسیل های معدنی استفاده شده است. آنتروپی واحدهای سنگی مناسب، توسط نرم افزارهای موجود برای زیر زون اهر-ارسباران تهیه گردیده که در شکل (۱) نشان داده شده است. جهت تهیه، ابتدا واحدهای مناسب برای کانی سازی در نقشه زمین شناسی از هم متمایز گردیده اند. در اینجا از مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ استفاده شده است.

علاوه بر واحدهای زمین شناسی از گسلهای زمین شناسی نیز برای تلفیق نهائی استفاده شده است این گسلها به همراه گسلهای استخراج شده از تصاویر ماهواره ای و داده های ژئوفیزیک هوئی مورد استفاده قرار گرفته اند. بدین ترتیب که ابتدا تمامی گسلها در یک فایل با هم یکی شده و سپس گسلهای تکراری حذف و تصحیح گردیده اند. این گسلها با توجه به معیارهای موجود در زمین شناسی و ارتباط کانه زائی های موجود با امتداد

گسلها در سه جهت از هم متمایز گردیده و به بافر آنها ارزشهای متفاوتی داده شده است. در شکل ۱-۲۲ گسلهای تفکیک شده زیر زون طارم نشان داده شده است.

۴-۲- نشانه های کانی زایی و معادن (داده های اکتشافات چکشی)

توزیع مکانی شاخص های معدنی و معادن شناخته شده به صورت نهشته های ارزشمند اقتصادی، مبنای ارزشمندی در تهیه نقشه های نشانگر و به دنبال آن، تهیه نقشه های پتانسیل معدنی می باشد. لازم به ذکر است از آنجا که هدف از این بررسی ها دستیابی به نقشه های پتانسیل معدنی عناصر فلزی بوده است. لذا تنها از معادن و شاخص های معدنی فلزی به عنوان داده های بسیار با اهمیت در مدل سازی استفاده شده است و از شاخص های معدنی و معادن غیر فلزی و کانیهای صنعتی و ... صرف نظر شده است .

۴-۳- جمع‌آوری داده‌های اکتشافات ژئوشیمیایی زون اهر- ارسباران

محدوده مورد مطالعه بین طولهای جغرافیایی $30^{\circ} 45'$ تا 48° شرقی و عرضهای جغرافیایی 38° تا 39° شمالی واقع شده است.

این منطقه شامل برکه‌های جلفا، سیه‌رود، ورزقان، کلیبر، لاهرود، مرند، تبریز، خواجه، اهر و مشکین‌شهر می‌باشد.

از محدوده مورد مطالعه تعداد ۵۳۰۰ نمونه ژئوشیمی (نمونه سیلت) برداشت شده است که از میان آنها ۴۳۶ نمونه مربوط به برکه جلفا، ۱۲۳۳ نمونه از برکه سیه‌رود، ۶۱۴ نمونه از برکه کلیبر، ۵۹۰ نمونه مربوط به برکه لاهرود، ۳۴۷ نمونه مربوط به برکه مرند، ۳۶۸ نمونه از برکه تبریز، ۴۲۰ نمونه از برکه خواجه، ۶۳۶ نمونه متعلق به مشکین‌شهر و ۶۵۶ نمونه مربوط به برکه اهر می‌باشد. لازم به یادآوری است که اطلاعات مربوط به برکه اهر از ابتدا در اختیار گروه قرار نداشت بنابراین جداگانه پردازش شده است، از گزارش برکه ورزقان نیز بجز نقشه‌ها، هیچگونه داده‌ای موجود نبود.

در ضمن ۱۶۲۴ نمونه کانی‌سنگین نیز برداشت شده که ۱۵۲ نمونه مربوط به برکه جلفا، ۴۱۴ نمونه مربوط به سیه‌رود، ۲۲۲ نمونه از برکه کلیبر، ۱۷۴ نمونه کانی‌سنگین از برکه لاهرود (که تنها محل نمونه‌ها بروی نقشه مشخص شده بود و نتایج مطالعات کانی‌سنگین موجود نبود)، ۱۲۴ نمونه متعلق به مرند، از برکه تبریز ۱۴۵ نمونه از برکه مشکین‌شهر ۲۷۷ نمونه برداشت شده است.

گزارش همه برکه‌ها توسط سازمان زمین‌شناسی تهیه شده است. در ضمن به غیر از نمونه‌های سیه‌رود و مرند که در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی آنالیز شده است (تحت روش اسپکترومتری)، مابقی نمونه‌ها جهت آنالیز به کشور استرالیا فرستاده شده است.

۴-۳-۱- بررسی مقدماتی توزیع داده‌ها در محدوده زون اهر- ارسباران

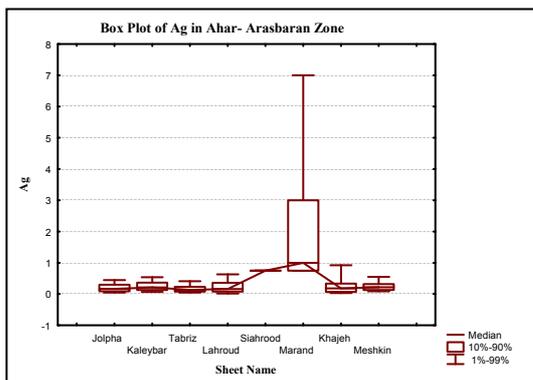
در بررسی مقدماتی جهت مقایسه پراکندگی داده‌ها اقدام به رسم دونمودار جعبه‌ای برای هر عنصر گردید. در نمودار اول تغییرات هر عنصر بر اساس ۹۹٪ و ۹۰٪ فراوانی، میان ۵۰٪ فراوانی، ۱۰٪ و ۱٪ فراوانی بعنوان حدود مورد مقایسه و در نمودار شماره ۲، ماکزیمم، میانگین باضافه دوبرابر انحراف معیار ($X+2S$)، میانگین، میانگین منهای دوبرابر انحراف معیار ($X-2S$) و مینیمم داده‌ها به تفکیک هر برکه مورد ترسیم قرار گرفته است که در بخشهای آتی نمودارهای ترسیمی به همراه شرح آنها خواهد آمد.

با توجه به اینکه مقدار میانه برخلاف مقدار میانگین نسبت به تغییرات در دوطرف دامنه (حداقل و حداکثر) حساس نمی‌باشد و مستقل از مقادیر دامنه‌ای است بیشتر نمودار دوم مد نظر ما بوده است.

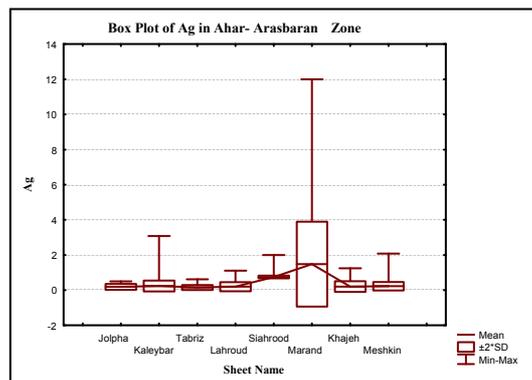
حال برای بررسی بهتر به مطالعه تک‌تک عناصر آنالیز شده بر اساس نمودارهای ترسیم شده می‌پردازیم:

Ag-

با توجه به نمودارها و دامنه پراکندگی مقادیر گزارش شده به این نتیجه می‌رسیم که هیچکدام از برگه‌ها را نمی‌توان باهم تحت یک جامعه معرفی نمود. همانگونه که مشاهده می‌گردد برگه مرند نسبت به سایر برگه‌ها متمایز می‌باشد.



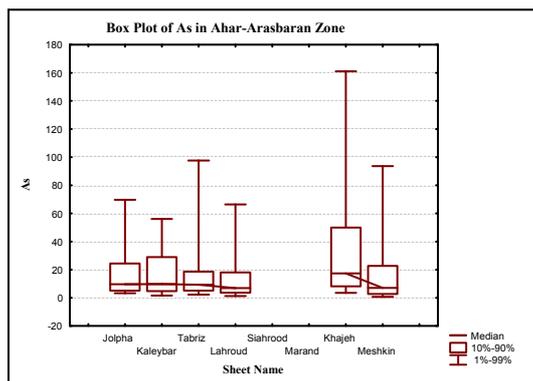
نمودار شماره ۲



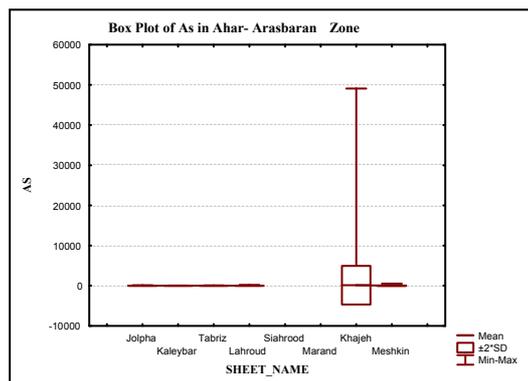
نمودار شماره ۱

As-

با توجه به نمودارها و دامنه پراکندگی مقادیر گزارش شده به این نتیجه می‌رسیم که برای این عنصر نیز هیچکدام از برگه‌ها را نمی‌توان باهم تحت یک جامعه معرفی نمود. همانگونه که مشاهده می‌گردد برگه خواجه سایر برگه‌ها متمایز می‌باشد. عنصر As در برگه‌های سیه‌رود و مرند آنالیز نشده است.



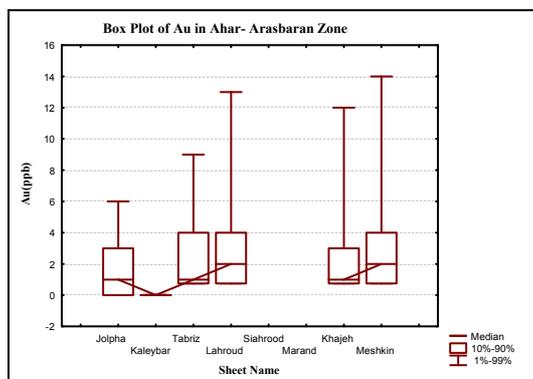
نمودار شماره ۲



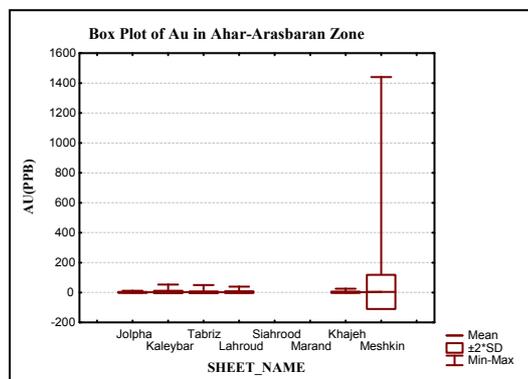
نمودار شماره ۱

Au-

با توجه به نمودارهای زیر عنصر Au را در برگه‌های مشکین شهر و لاهرود و نیز در برگه‌های خواجه و تبریز میتوان باهم و در یک جامعه در نظر گرفت و سایر برگه‌ها هر یک مجزا بررسی میشوند.



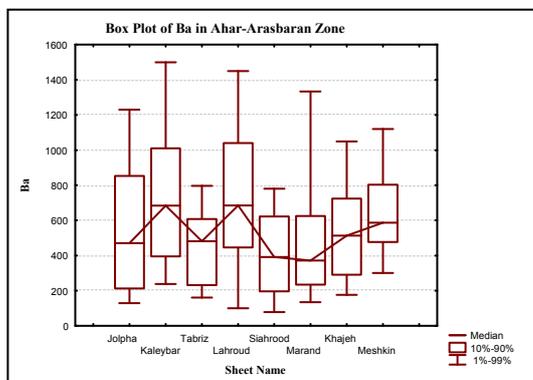
نمودار شماره ۲



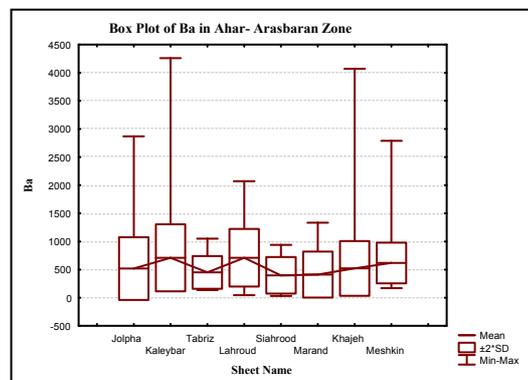
نمودار شماره ۱

Ba-

برای عنصر مورد نظر برگه‌های کلیبر و لاهرود و نیز برگه‌های تبریز و سیهرود را میتوان در یک جامعه بررسی نمود.



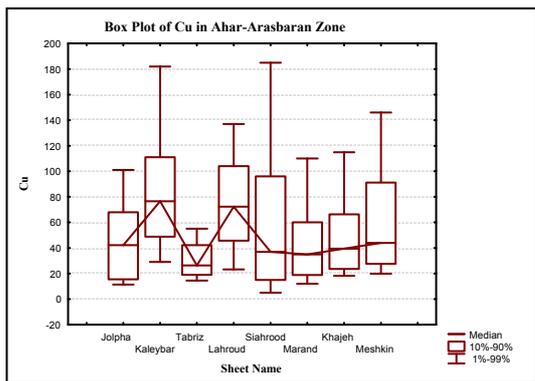
نمودار شماره ۲



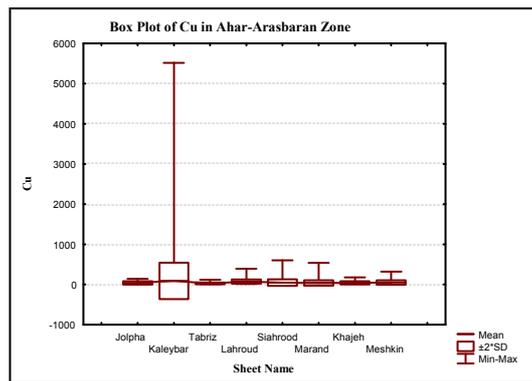
نمودار شماره ۱

Cu-

برای عنصر مورد نظر برگه‌های خواجه و جلفا را میتوان باهم بررسی کرد ولی سایر برگه‌ها طبق نمودارهای ترسیم شده هیچگونه همخوانی با هم نداشته و نمی‌توان تحت یک جامعه معرفی نمود.



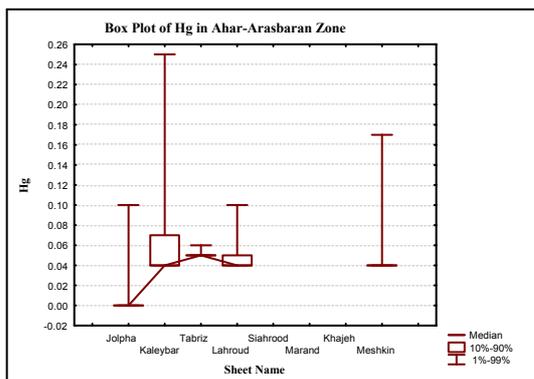
نمودار شماره ۲



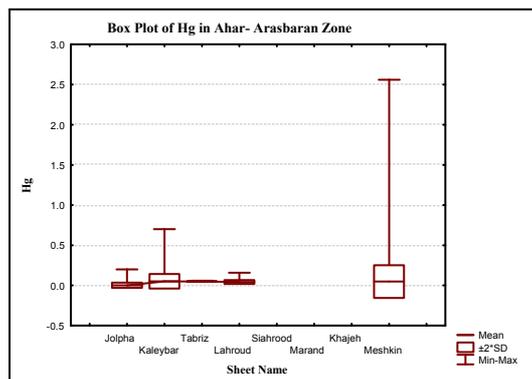
نمودار شماره ۱

Hg-

عنصر Hg در برگه‌های مختلف طبق نمودارهای ترسیم شده هیچگونه تشابه توزیعی با هم نداشته و نمی‌توان تحت یک جامعه معرفی نمود.



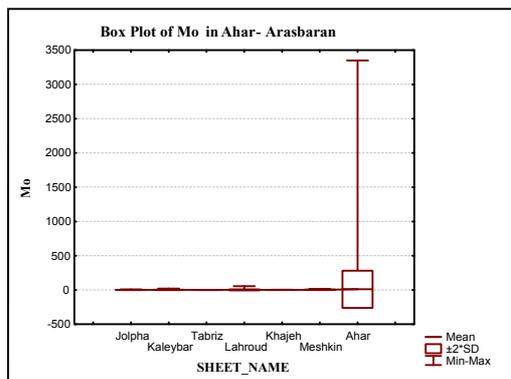
نمودار شماره ۲



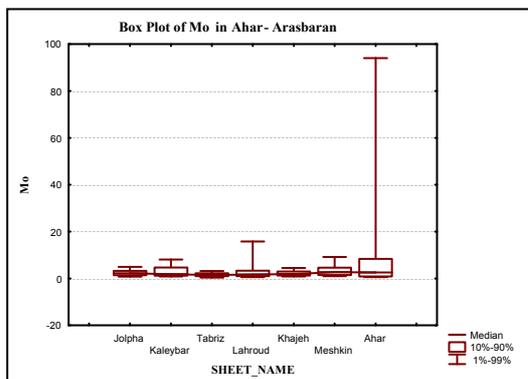
نمودار شماره ۱

Mo -

عنصر Mo در برگه اهر و سایر برگه‌ها طبق نمودارهای ترسیم شده بعلت عدم وجودهمخوانی توزیعی بصورت جداگانه بررسی میشوند. در ضمن این عنصر در برگه مرند گزارش نشده است.



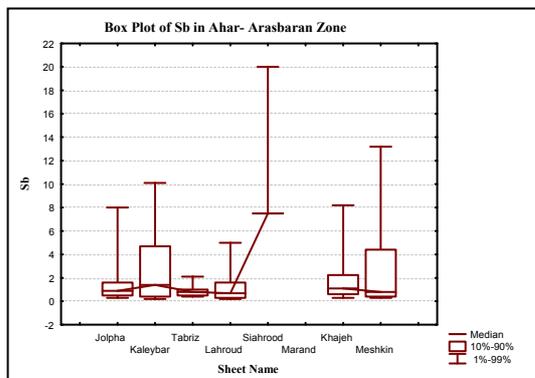
نمودار شماره ۲



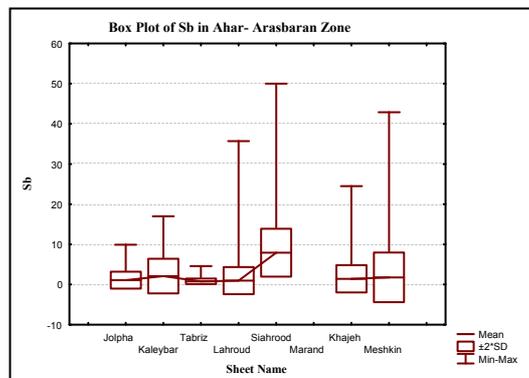
نمودار شماره ۱

Sb-

عنصر Sb در برگه‌های مختلف طبق نمودارهای ترسیم شده هیچگونه همخوانی با هم نداشته و هیچکدام را نمی‌توان با سایر برگه‌ها در یک جامعه آماری تلفیق نمود.



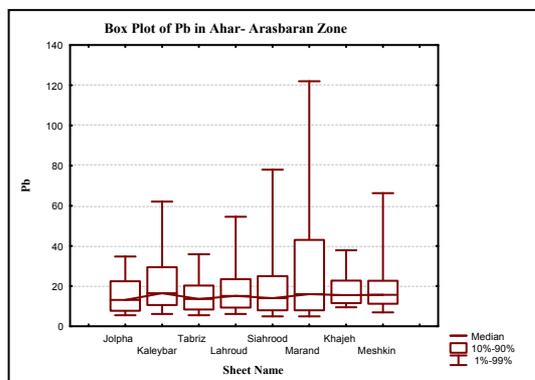
نمودار شماره ۲



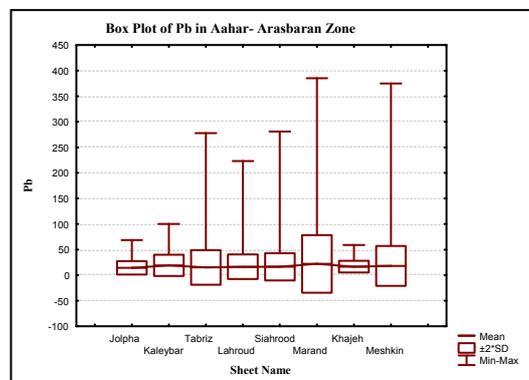
نمودار شماره ۱

Pb-

عنصر Pb برگه‌های جلفا و تبریز، کلیبر و لاهرود، و مشکین‌شهر و سیهرود را میتوان در گروه‌های جدا بررسی نمود.



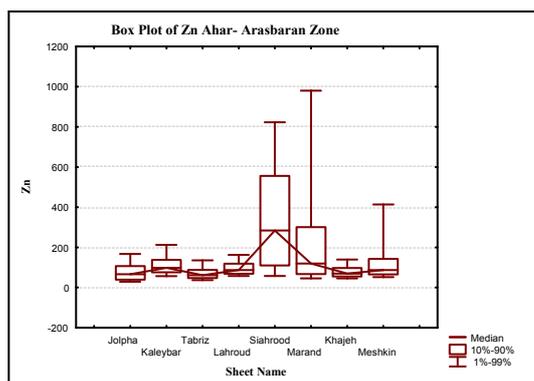
نمودار شماره ۲



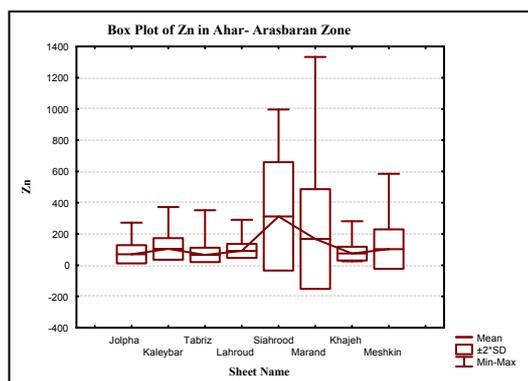
نمودار شماره ۱

Zn-

عنصر Zn در برگه‌های مختلف طبق نمودارهای ترسیم شده هیچگونه همخوانی توزیعی با هم نداشته و نمی‌توان تحت یک جامعه معرفی نمود.



نمودار شماره ۲



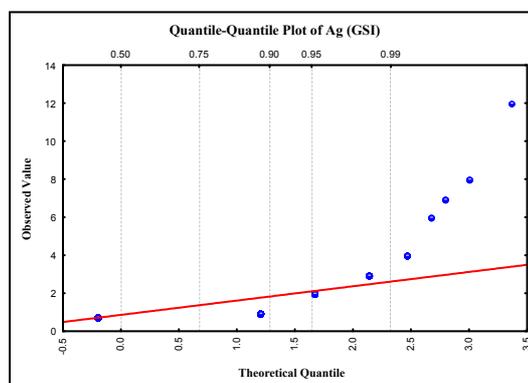
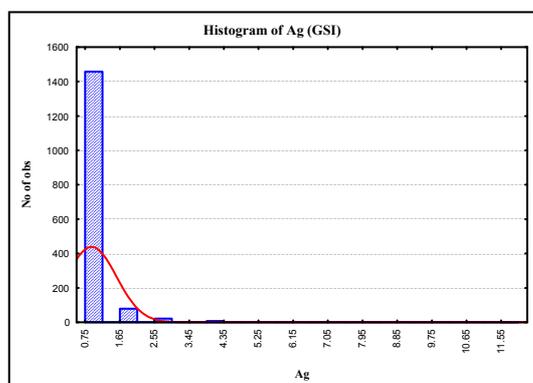
نمودار شماره ۱

در خاتمه چنین می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌ها و بر اساس نمودارهای ترسیم شده شماره ۱ و ۲ و بدلیل عدم همخوانی دامنه تغییرات بین برگه‌ها، بجز در چند مورد، در بقیه عناصر پردازش داده‌ها باهم ممکن نیست و امکان همگن کردن آنها با یکدیگر وجود ندارد. بدین منظور با توجه به اینکه آنالیز نمونه‌ها در دو آزمایشگاه مختلف و با روشهای آنالیز متفاوت صورت گرفته است تفکیک برگه‌ها را انجام داده و برگه سیه- رود و مرند که در آزمایشگاه سازمان آنالیز شده‌اند از سایر برگه‌ها مجزا شده و باهم تحت یک جامعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. لازم به یادآوری است که بقیه نمونه‌ها جهت آنالیز به خارج از کشور (استرالیا) فرستاده شده‌اند.

۴-۳-۲- پردازش داده‌ها

Ag-

توزیع نقره در برگه‌های سیه رود و مرند دارای توزیعی با چولگی شدید مثبت است که ناشی از وجود نمونه‌های خارج از رده می‌باشد. با توجه به این نمودارها، یک مورد بعنوان نمونه خارج از ردیف مورد جدایش قرار گرفته است.



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۲ برگه

مقدار میانگین، انحراف معیار و حد آستانه‌ای آنومالی قبل از جدا نمودن نمونه‌های خارج از رده بصورت جدول زیر می‌باشد:

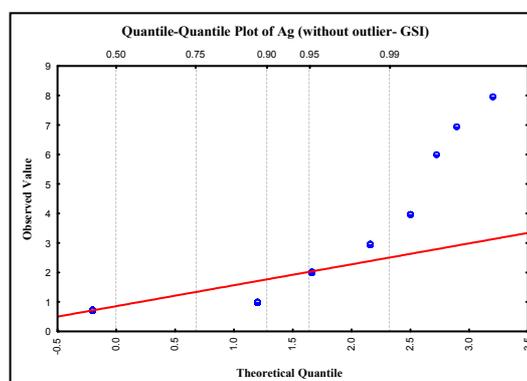
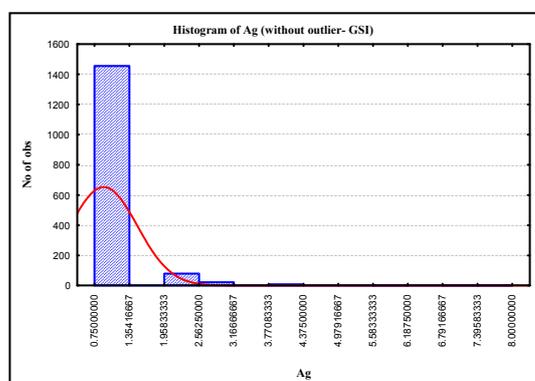
GSI	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
AG	1573	0.9134	1	12	0.6434	2.200192

با در نظر گرفتن ۱۵۷۲ نمونه باقیمانده (بدون نمونه‌های خارج از رده) مجدداً نمودار چندک-چندک و هیستوگرام رسم شده و طبق جدول زیر مقادیر میانگین، انحراف معیار و حد آستانه‌ای آنومالی بترتیب ۰/۹۰۶، ۰/۵۷ و ۲/۰۶ بدست آمده است.

GSI(without outlier)	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
AG	1572	0.9060	1	8	0.5700	2.06

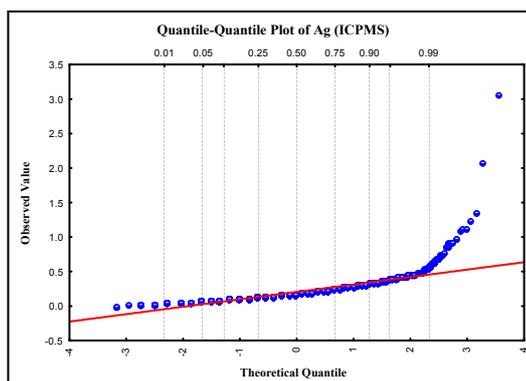
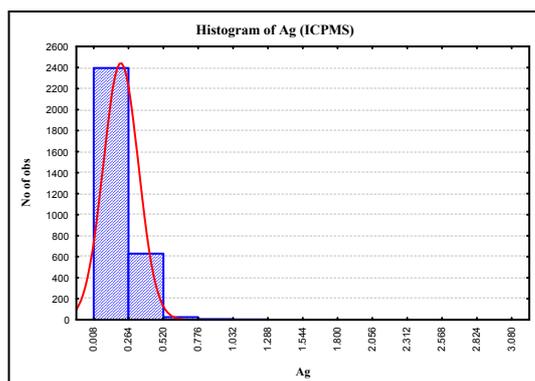
مختصات و مقدار نقره در نمونه خارج از رده بصورت جدول زیر می‌باشد.

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	AG
1	MK-204	Marand	551407	4234340	12.000



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۲ برگه پس از حذف نمونه‌های خارج از رده

توزیع نقره در ۶ برگه جلفا، کلیبر، تبریز، لاهرود، خواجه و مشکین شهر، باتوجه به نمودارهای آماری، دارای توزیعی دومدی و نزدیک به نرمال در هر یک از جوامع می‌باشد که مد دوم بیشتر متأثر از بخش آنومال توزیع است. در این جامعه دو نمونه خارج از ردیف بروشنی خود را از سایر مقادیر جدا کرده‌اند که در پردازش داده‌ها مورد جدایش قرار گرفته‌اند. توزیع داده‌ها قبل و بعد از جدایش موارد خارج از ردیف دارای چولگی مثبت است.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه

مقدار میانگین، انحراف معیار و حد آستانه‌ای آنومالی قبل از جدا نمودن نمونه‌های خارج از رده بصورت جدول زیر می‌باشد:

ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
AG	3064	0.2057	0.00800	3	0.1281	0.461856

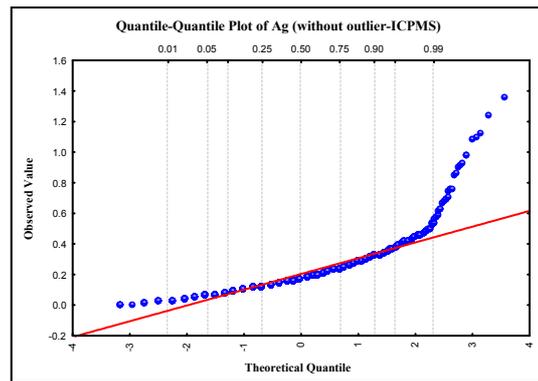
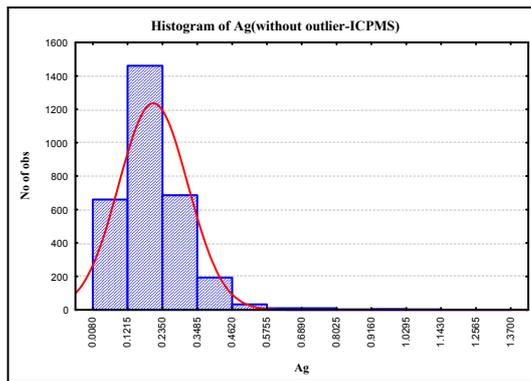
با توجه به نمودار فوق نمونه‌های خارج از رده بصورت جدول زیر مورد جدایش قرار گرفته است.

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	AG
1	81-Ka-327	Kaleybar	717064	4290420	3.080
2	Me-431	Meshkin	723199	4220930	2.080

مقدار میانگین، انحراف معیار و حد آستانه‌ای آنومالی بعد از جدا نمودن نمونه‌های خارج از رده بصورت جدول زیر می‌باشد.

ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
AG	3062	0.204138	0.008	1.37	0.112102	0.428343

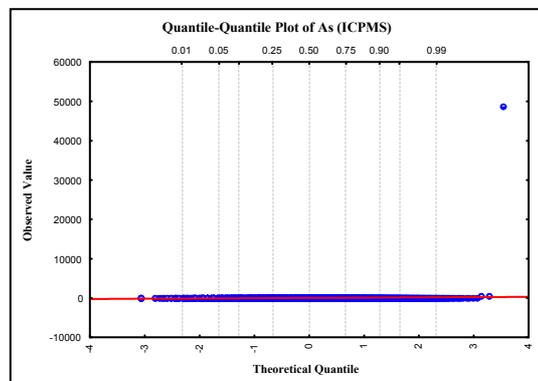
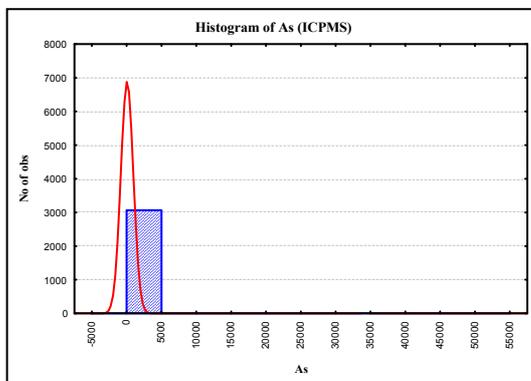
پس از جدا نمودن نمونه‌های خارج از رده ، مجدداً نمودار چندک-چندک و هیستوگرام رسم شده است.



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

As-

همانطور که در بخش قبل ذکر گردید آرسنیک در برگه های سیه رود و مرند آنالیز نشده است لذا فقط داده های ۶ برگه دیگر بررسی میگردد. این ۶ برگه دارای ۳۰۶۴ نمونه است. آنچه که در نمودارهای آماری واضح است، وجود یک مقدار خارج از رده می باشد که هیستوگرام این عنصر را تحت تاثیر قرار داده است. پس از حذف این نمونه خارج از رده در نمودار چندک- چندک مشخص است که بخش اصلی توزیع تقریباً دارای توزیع لاگ نرمال می باشند.



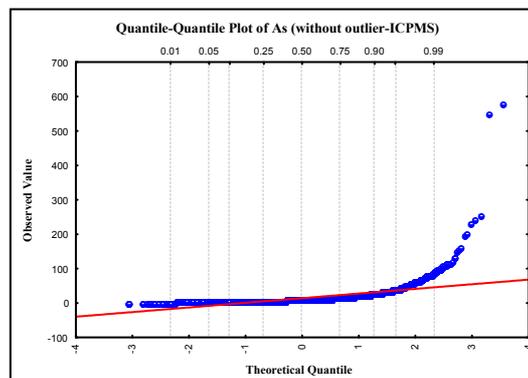
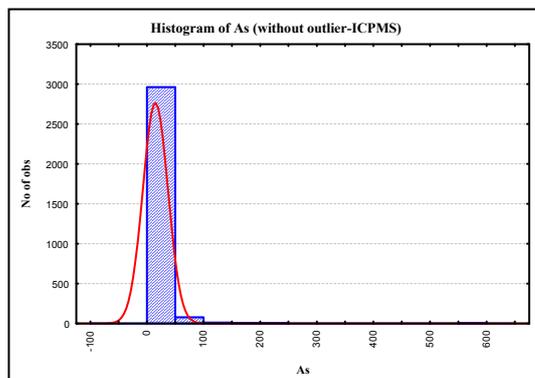
نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف:

ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
AS	3064	30.1835	0.53000	49100	887.0469	1804.277

بر اساس نمودارهای فوق نمونه خارج از رده زیر مورد شناسایی و جدایش قرار گرفته است.

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	AS
1	Kh-505A	Khajeh	635236	4230500	49100



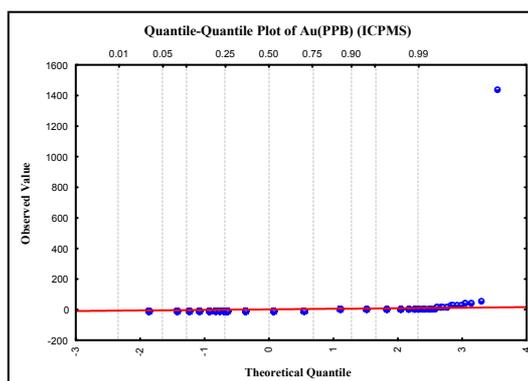
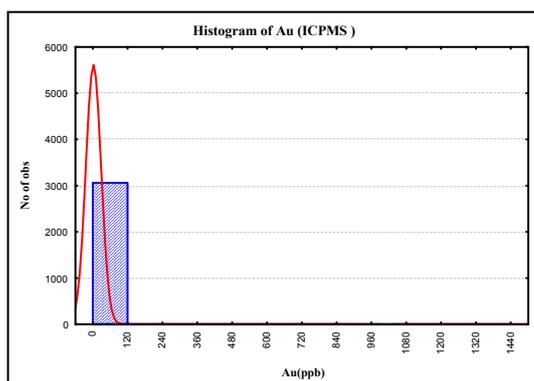
نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

پس از جدایش نمونه خارج از ردیف ، با استفاده از ۳۰۶۳ نمونه باقیمانده، هیستوگرام و نمودار چندک- چندک داده ها رسم گردید که مقدار میانگین، انحراف معیار و حد آنومالی طبق جدول زیر، بترتیب ۱۴/۱۶، ۲۲/۰۹ و ۵۸/۳۵ می باشد.

ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
AS	3063	14.16335	0.53	577	22.09756	58.35846

Au-

در برگه های سیه رود و مرند طلا آنالیز نشده است لذا به بررسی توزیع طلا در ۶ برگه باقیمانده میپردازیم. نمودار چندک- چندک و هیستوگرام عنصر Au مربوط به ۶ برگه در این زون با ۳۰۶۳ نمونه، نشاندهنده توزیعی با چولگی مثبت است که دارای یک نمونه خارج از رده می باشد. نمودارهای آماری پس از حذف نمونه خارج از ردیف حاکی از وجود یک توزیع دومی نزدیک به نرمال دارد.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف:

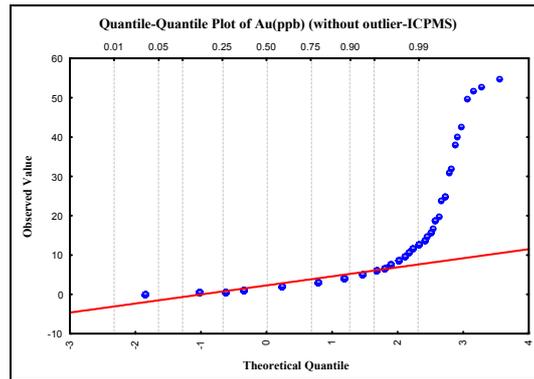
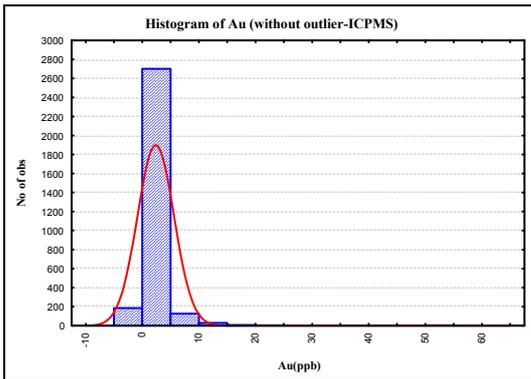
ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
AU(PPB)	3063	2.3006	0.00000	1440	3.2145	8.729525

تنها نمونه خارج از رده بقرار زیر است:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	AU(PPB)
1	Me-544.1	Meshkin	727422	4237160	1440

پس از جدایش نمونه خارج از ردیف، با استفاده از ۳۰۶۲ نمونه باقیمانده، هیستوگرام و نمودار چندک-چندک داده ها رسم شده که مقدار میانگین، انحراف معیار و حد آنومالی طبق جدول زیر، بترتیب ۱/۵۹، ۶/۹۱ و ۲/۶۶ می باشد.

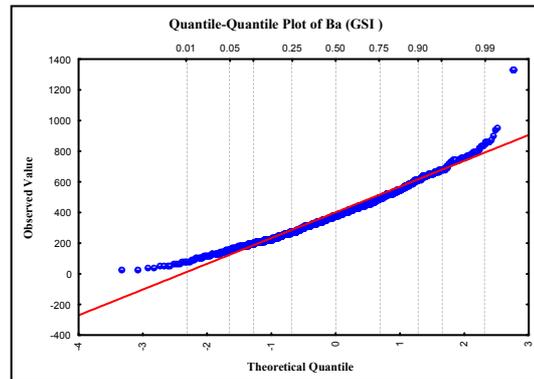
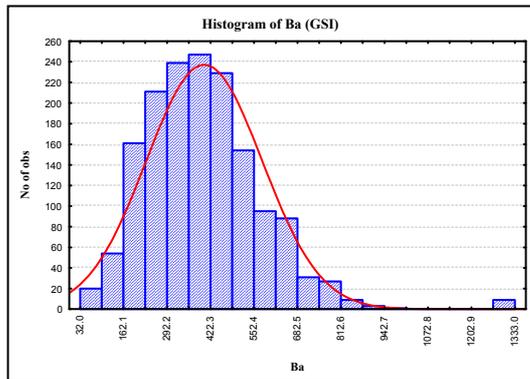
ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
AU(PPB)	3062	1.590	0	55	2.664593	6.919053



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

Ba-

نمودار چندک-چندک و هیستوگرام نشان می دهد که توزیع عنصر Ba مربوط به ۲ برگه در این زون با ۱۵۷۸ نمونه تک مدی و نزدیک به نرمال است که در بخشهای ابتدائی و انتهائی توزیع دارای انحرافات از حالت نرمال می باشد. چولگی توزیع، مثبت است و دارای ۹ نمونه خارج از ردیف با مقدار ۱۳۳۳ گرم در تن می باشد. حذف نمونه های خارج از ردیف نزدیک بودن توزیع داده ها به توزیع نرمال را بخوبی نشان می دهد.



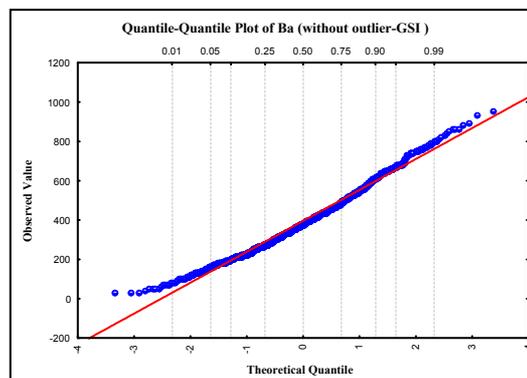
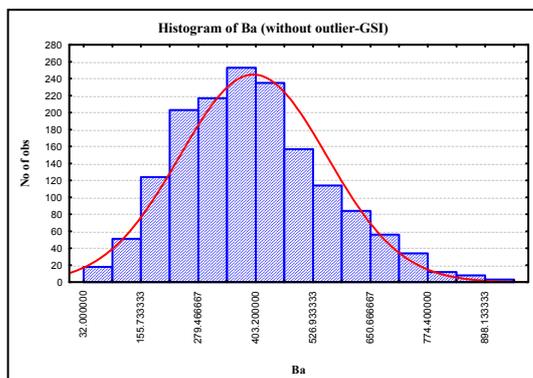
نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۲ برگه

نمونه های خارج از رده بقرار زیر است

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	BA
1	MK-75	Marand	560378	4234140	1333
2	MK-108	Marand	544885	4242790	1333
3	MK-111	Marand	546182	4248400	1333
4	MK-124	Marand	559746	4238440	1333
5	MK-189	Marand	554040	4235900	1333
6	MK-230	Marand	543799	4246090	1333
7	MK-231	Marand	544008	4245890	1333
8	MK-246	Marand	545334	4249870	1333
9	MK-252	Marand	546223	4252330	1333

پارامترهای آماری توزیع داده ها در جدول زیر ذکر گردیده است. این جدول با توجه به کل داده ها، بدون حذف موارد خارج از ردیف تهیه گردیده است.

GSI	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
BA	1578	401.4474	32	1333	172.7591	746.9656

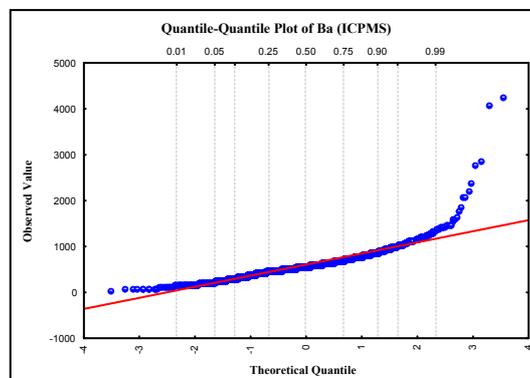
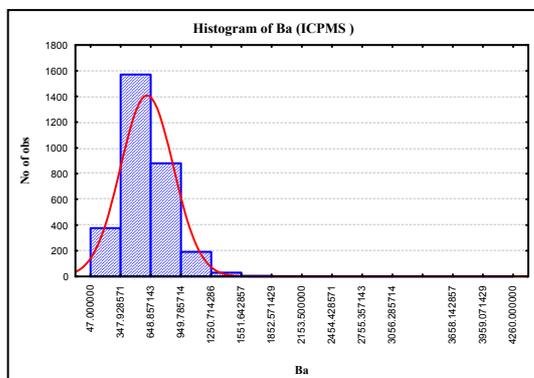


نمودار چنک-چنک و هیستوگرام ۲ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

پارامترهای آماری توزیع داده ها پس از حذف موارد خارج از ردیف تهیه گردیده که بصورت زیر میباشد:

GSI(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
BA	1569	396.1039	32	960	158.1376	712.3791

هیستوگرام و نمودار چندک- چندک داده ها برای ۶ برگه بدون در نظر گرفتن موارد خارج از ردیف نشاندهنده یک جامعه تقریباً نرمال با چولگی مثبت به همراه بخش آنومال (بصورت مدوم توزیع) می باشد.



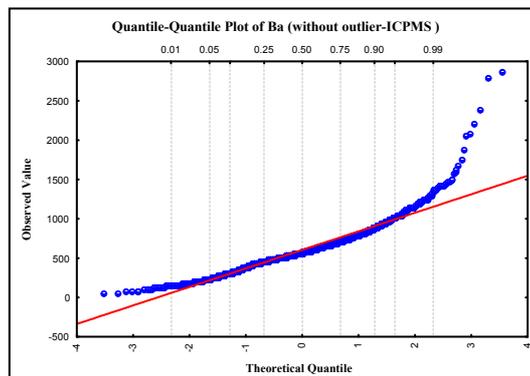
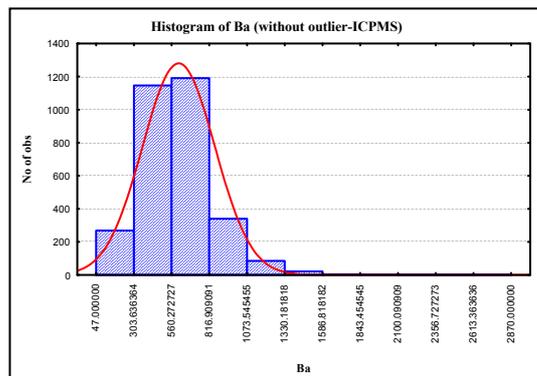
نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف

ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
BA	3064	607.5561	47.00000	4260	261.0782	1129.713

نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	BA
1	81-Ka-589	Kaleybar	707924	4304790	4260
2	Kh-269	Khajeh	636860	4255460	4070



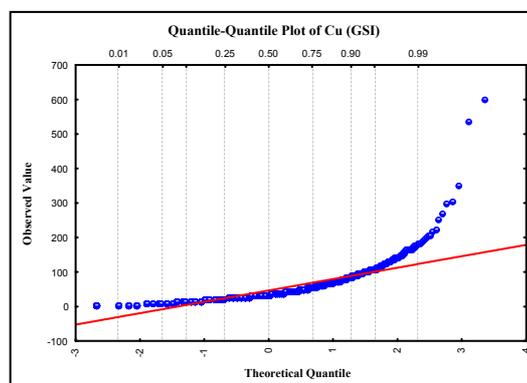
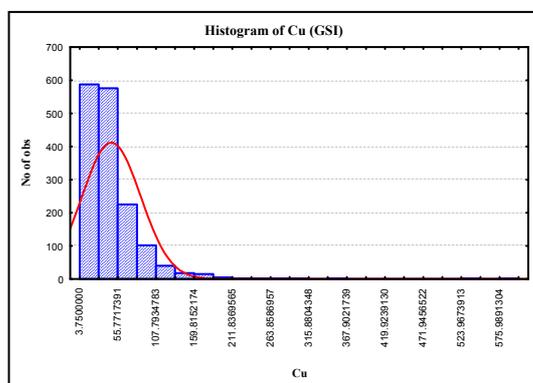
نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف

ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
BA	3062	2.300555	47	2870	244.7984	1094.829

Cu-

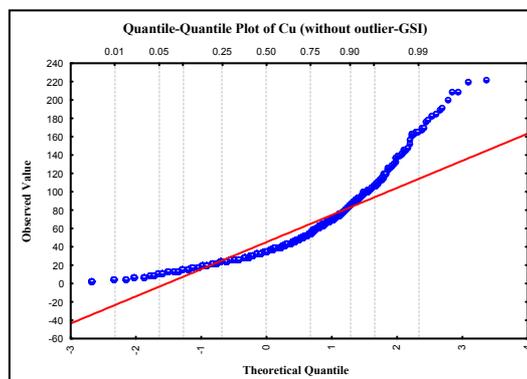
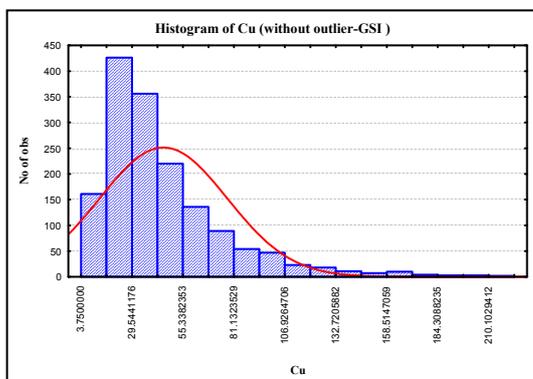
بطوریکه در هیستوگرام و نمودار چندک- چندک ۲ برگه سیه‌رود و مرند مشاهده می‌شود توزیع داده‌های مس در این برگه دارای توزیع نزدیک به لاگ نرمال با چولگی مثبت است که دارای چندین مشاهده خارج از ردیف می‌باشد.



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۲ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

GSI	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
CU	1577	46.7040	4	602	39.7496	126.2033



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۲ برگه پس از حذف نمونه‌های خارج از رده

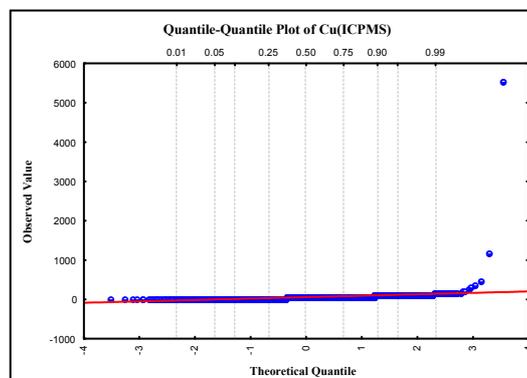
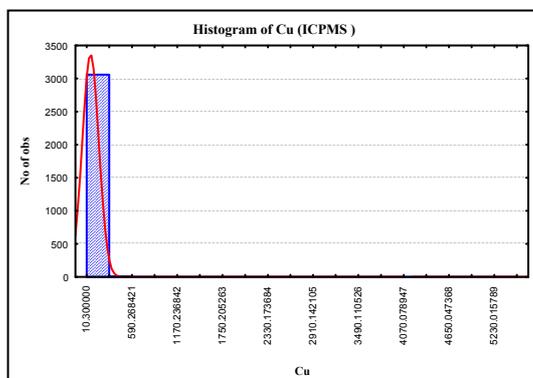
نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	CU
1	67-S-6097	Siahrood	627816	4296725	602
2	MM-394	Marand	567131	4244940	540
3	67-S-8011	Siahrood	626041	4290413	353
4	67-S-2517	Siahrood	615845	4287440	304

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

GSI(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
CU	1573	46.70403	3.75	602	39.74962	126.2033

نمودار چندک-چندک و هیستوگرام عنصر Cu مربوط به ۶ برگه در این زون با ۳۰۶۴ نمونه، نشان‌دهنده توزیعی با چولگی مثبت است که چولگی شدید آن بعلت وجود نمونه‌های خارج از رده می‌باشد. با توجه به این نمودارها، توزیع مس در ۶ برگه، دارای دو مقدار خارج از ردیف می‌باشد که مورد جدایش قرار گرفته است.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه

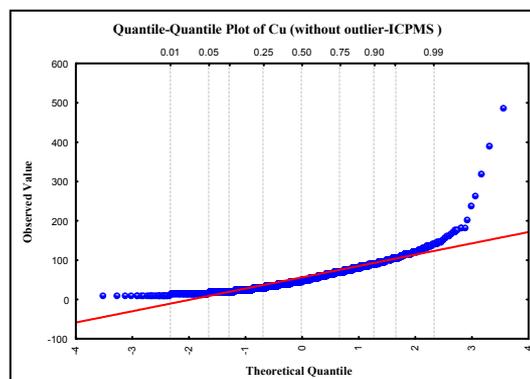
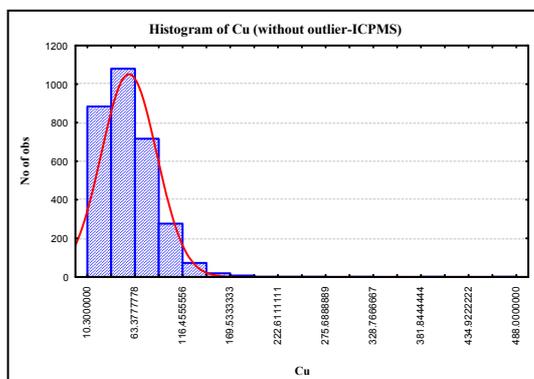
پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
CU	3064	58.6235	10.30000	5520	105.3646	269.3527

نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	CU
1	81-Ka-327	Kaleybar	717064	4290420	5520
2	81-Ka-98	Kaleybar	688209	4274750	1180

پس از جدا نمودن نمونه‌های خارج از رده ، نمودارهای چندک- چندک و هیستوگرام بصورت ذیل می‌باشد. این نمودارها نشان‌دهنده توزیعی تک مدی و نزدیک به لاگ نرمال هستند.



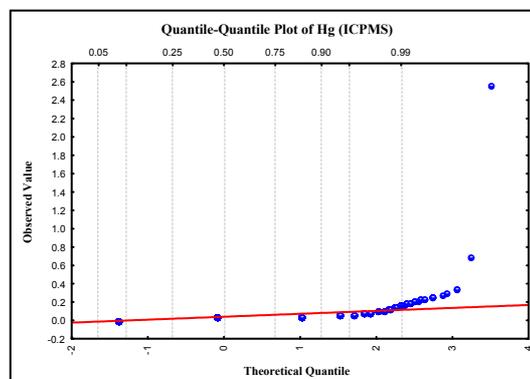
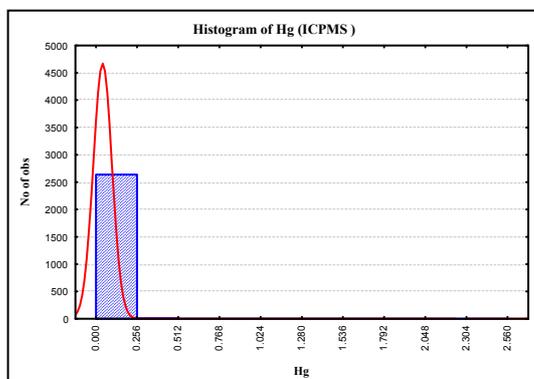
نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف:

ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
CU	3062	56.47371	10.3	488	30.81297	118.0997

Hg-

نظر به اینکه در برگه‌های سیاه‌رود و مرند جیوه آنالیز نشده است لذا به بررسی این عنصر در ۶ برگه دیگر می‌پردازیم. با توجه به نمودارهای چندک- چندک و هیستوگرام داده ها در ۶ برگه مشخص است که با جامعه- ای روبرو هستیم که وجود چندین مقدار خارج از ردیف باعث ایجاد چولگی مثبت در توزیع داده‌ها گردیده و در ضمن دومی می‌باشد.



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
HG	2644	0.0407	0.00000	3	0.0578	0.156383

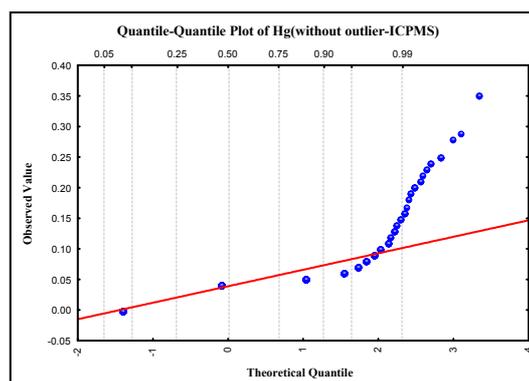
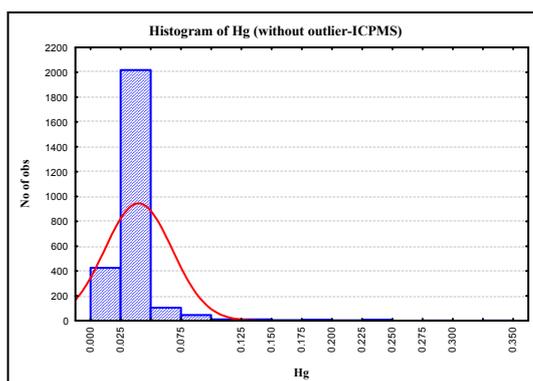
نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	HG
1	Me-82	Meshkin	755779	4255710	2.56
2	81-Ka-8	Kaleybar	707348	4310690	0.70

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
HG	2642	0.039527	0	0.35	0.027879	0.095285

حذف نمونه‌های خارج از ردیف در نمودارهای زیر بروشنی دو مدی بودن توزیع جیوه را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه وجود چولگی مثبت در توزیع داده‌ها حتی پس از حذف نمونه‌های خارج از ردیف می‌باشد.

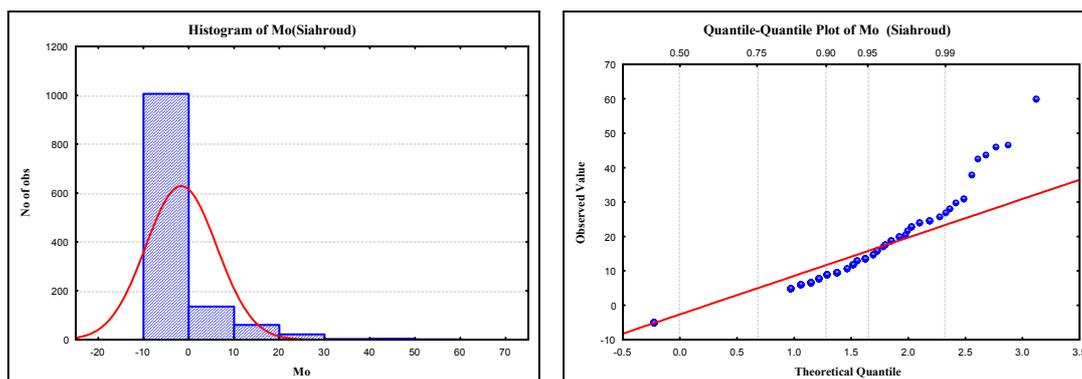


نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه‌های خارج از رده

Mo –

با توجه به اینکه مولیبدن در برگه مرند مورد آنالیز قرار نگرفته است لذا در این بخش فقط داده‌های سیه‌رود بررسی می‌گردد.

نمودار چندک-چندک و هیستوگرام داده‌ها نشان می‌دهد که توزیع عنصر Mo مربوط به برگه سیه‌رود در این زون با ۱۲۳۲ نمونه نزدیک به نرمال است.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام برگه سیه‌رود

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

siahroud	count	X	Min	Max	S	X+2S
Mo	1232	5.355113636	3.75	60	5.159953	15.67502

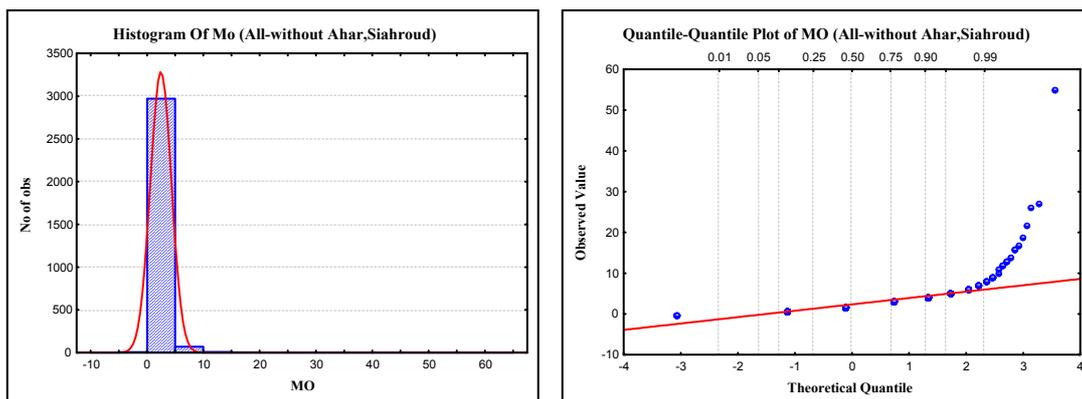
نمونه‌های خارج از ردیف عبارتند از:

Count	SAMPLE_NO.	SHEET_NAME	X	Y	Mo
1	67-S-2510	Siahrood	616948	4289821	60
2	67-S-2523	Siahrood	609341	4296549	60

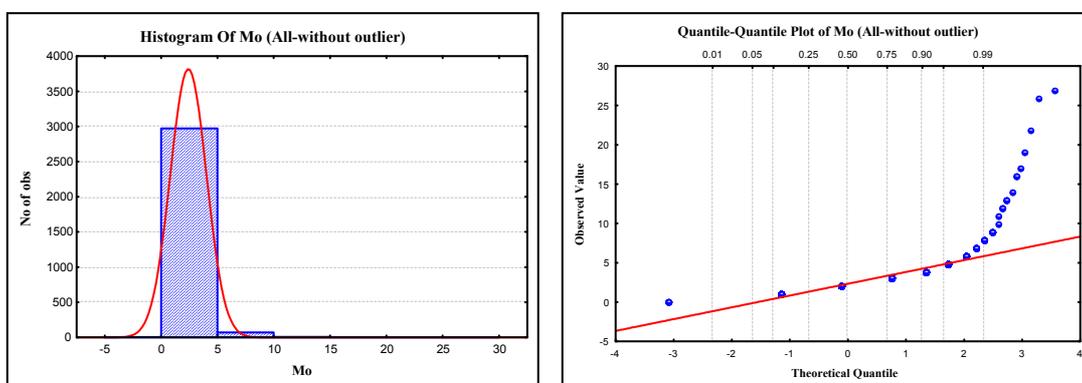
پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

siahroud(without outlier)	count	X	Min	Max	S	X+2S
Mo	1230	5.266260163	3.75	47	4.669176	14.60461

نمودار چندک-چندک و هیستوگرام نشان می‌دهد که توزیع عنصر Mo مربوط به سایر برگه‌ها (باستثنای اهرود سیه‌رود) در این زون با ۳۰۶۴ نمونه دارای یک نمونه خارج از رده می‌باشد.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

All(without Ahar,Siahroud)	count	X	min	max	S	X+2S
Mo	3064	2.35656	0.3	54.7	1.83561	6.02778

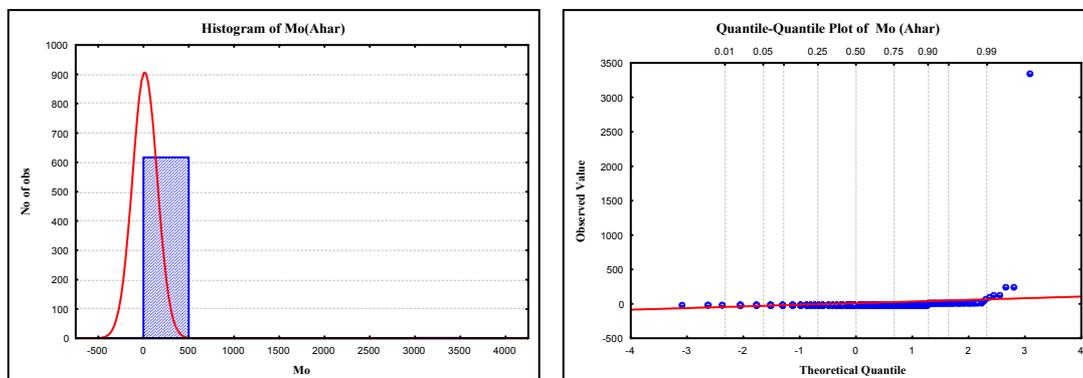
نمونه خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE_NO.	SHEET_NAME	X	Y	Mo
1	LM-203	Lahroud	725803	4267880	54.7

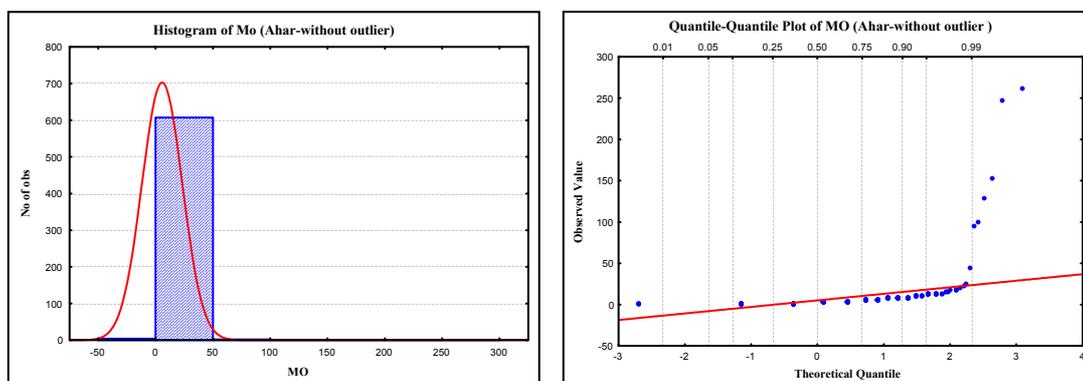
پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

All(without outlier)	count	X	min	max	S	X+2S
Mo	3063	2.339471	0.3	27.1	1.573368	5.486207

نمودار چندک-چندک و هیستوگرام نشان می‌دهد که توزیع عنصر Mo مربوط به این برگه با ۶۱۸ نمونه دارای یک نمونه خارج از رده می‌باشد.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام برگه اهر



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام برگه اهر پس از حذف نمونه خارج از رده.

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

Ahar	count	X	min	max	S	X+2S
Mo	618	10.70453	0.3	3350	135.6747	282.0539

نمونه خارج از رده عبارتند از:

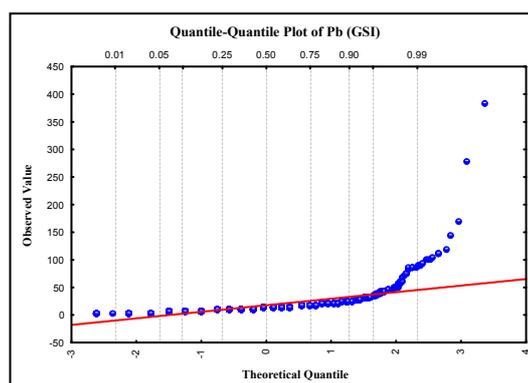
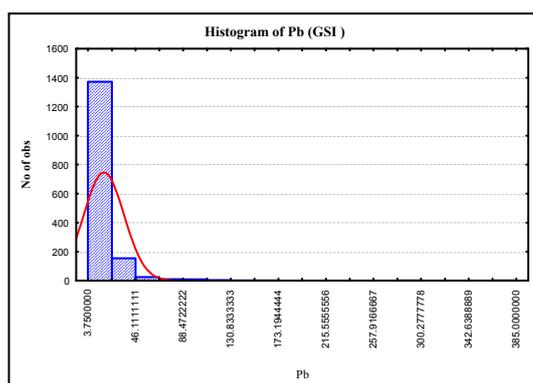
Count	SAMPLE_NO.	SHEET_NAME	X	Y	Mo
1	82-AH-314	Ahar	681498	4241830	3350

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

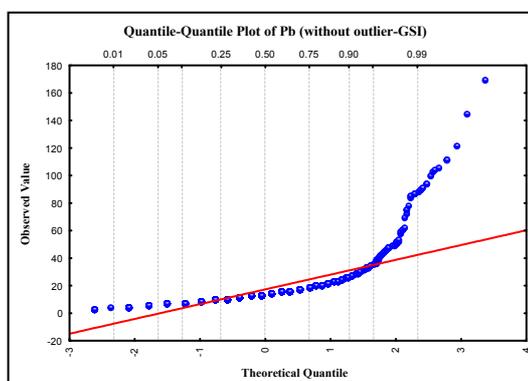
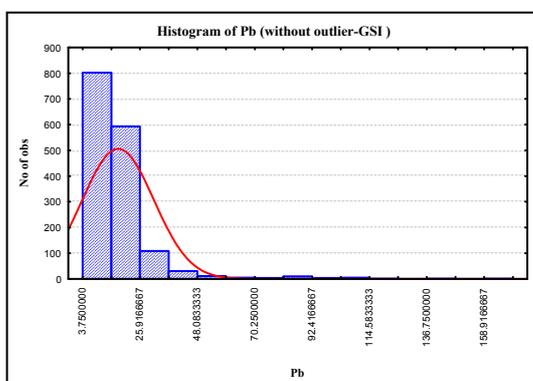
Ahar(without outlier)	Count	X	Min	Max	S	X+2S
Mo	617	5.292382	0.3	262	17.49464	40.28166

Pb-

از هیستوگرام و نمودار چندک- چندک دو برگه مرند وسیه‌رود، چولگی مثبت و دو مدی بودن توزیع، وجود نمونه های خارج از ردیف بخوبی قابل مشاهده است. از نمودارهای آماری تریسم شده پس از حذف موارد خارج از ردیف نیز میتوان چنین نتیجه گرفت که مد اول جامعه دارای توزیعی نزدیک به لاگ نرمال میباشد.



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۲ برگه



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۲ برگه پس از حذف نمونه های خارج از رده

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

GSI	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
PB	1579	17.7630	4	385	17.8642	53.4913

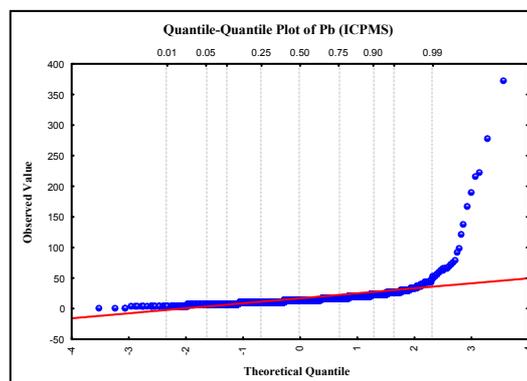
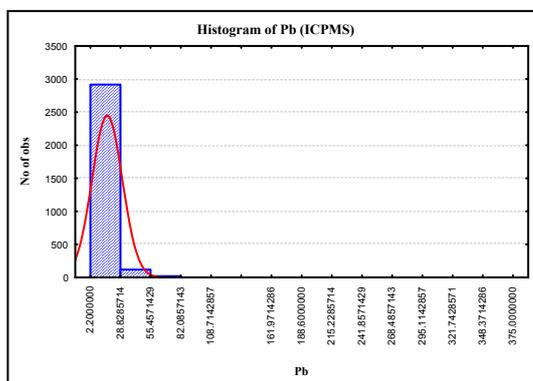
نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	PB
1	MK-173	Marand	557167	4237660	385
2	67-S 9206	Siahrood	596583	4281290	281

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

GSI(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
PB	1577	17.36319	3.75	170	13.77795	44.9191

هیستوگرام و نمودار چندک-چندک، زیر نمودارهای آماری ۶ برگه دیگر را نمایش می‌دهند. همانطور که مشاهده می‌گردد توزیع سرب دومدی با چولگی شدید مثبت می‌باشد و نیز موارد خارج از ردیف متعدد نیز در آن وجود دارد.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

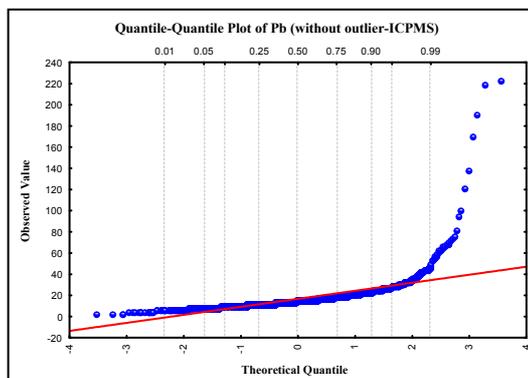
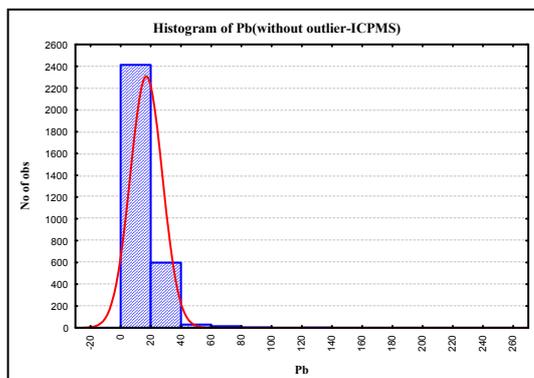
ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
PB	3064	16.9768	2.20000	375	13.2624	43.50157

موارد خارج از ردیف به همراه مختصات نمونه‌ها و مقدار سرب هریک از آنها بشرح جدول زیر است:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	PB
1	Me-431	Meshkin	723199	4220930	375
2	TA-63	Tabriz	602745	4242010	278

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

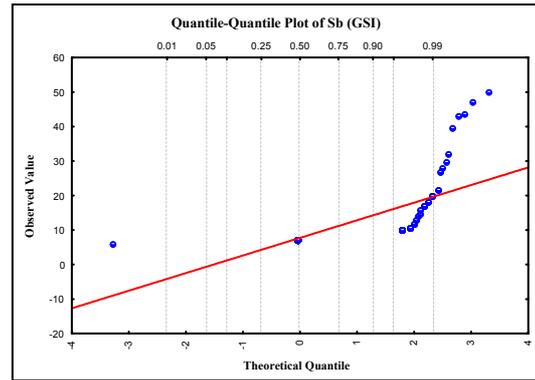
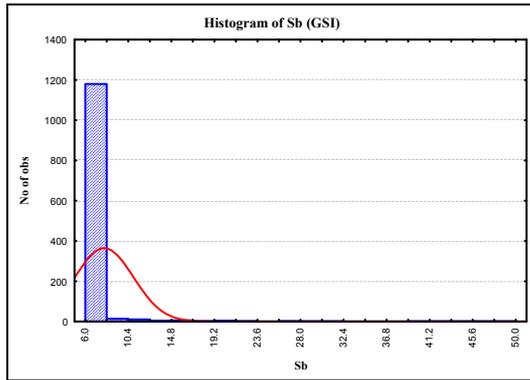
ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
PB	3062	16.77459	2.2	223	10.57505	37.92468



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برجه پس از حذف نمونه‌های خارج از رده

Sb-

هیستوگرام و نمودار چندک-چندک در ۲ برجه مرند وسیه‌رود نمایانگر توزیعی دومی با چولگی مثبت بسیار بالاست. بخش اعظم جامعه دارای مقادیری کمتر از ۱۰ گرم در تن می‌باشد. ضمناً در این برجه متغیر هیچ نمونه‌ای بعنوان خارج از ردیف مورد جدایش قرار نگرفته است.

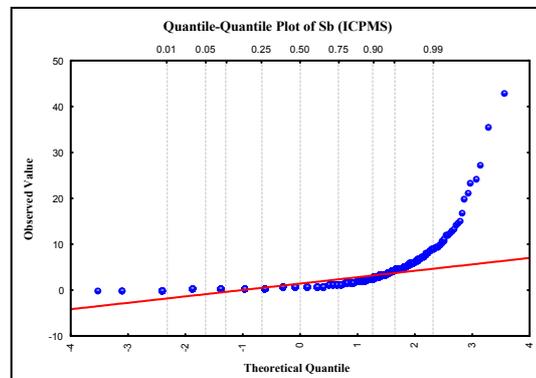
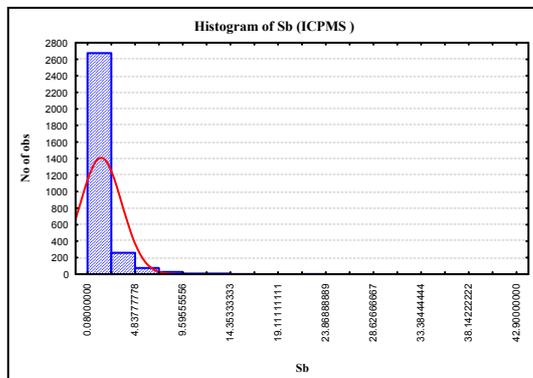


نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۲ برگه

پارامترهای آماری جامعه عبارتند از:

GSI	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
SB	1232	7.9282	6	50	2.9693	13.86676

توزیع داده‌ها در ۶ برگه دیگر دارای توزیعی دومدی با مقادیر خارج از ردیف می‌باشد. در نمودارهای آماری ترسیم شده پس از حذف مقادیر خارج از ردیف چنین استنباط می‌شود که مد اول توزیع بیشتر گرایش به توزیع لاگ نرمال دارد.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

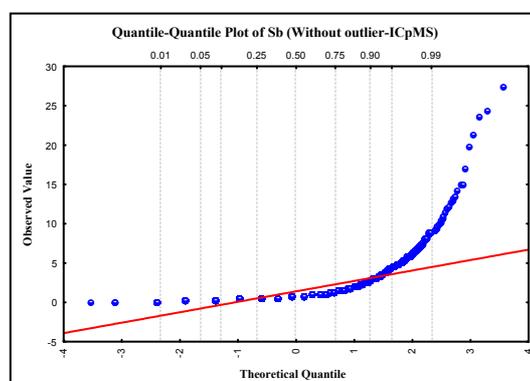
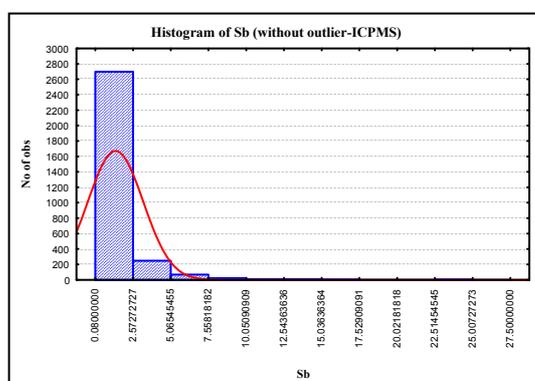
ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
Sb	3064	1.4323	0.08000	43	2.0634	5.559161

نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	Sb
1	Me-431	Meshkin	723199	4220930	43
2	LM-143	Lahroud	719886	4278180	36

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از رده عبارتند از:

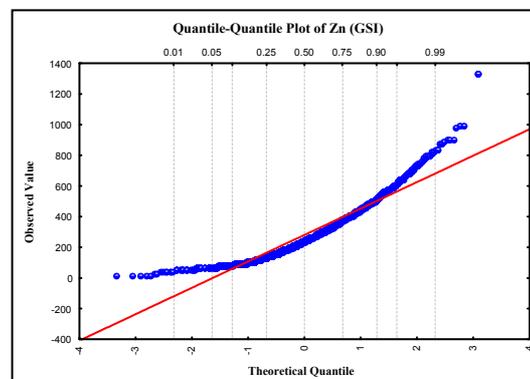
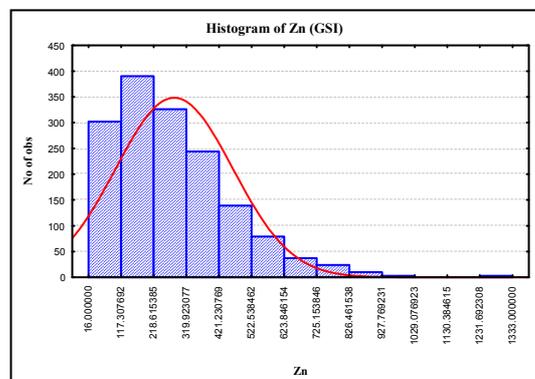
ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
Sb	3062	1.407538	0.08	27.5	1.820599	5.048735



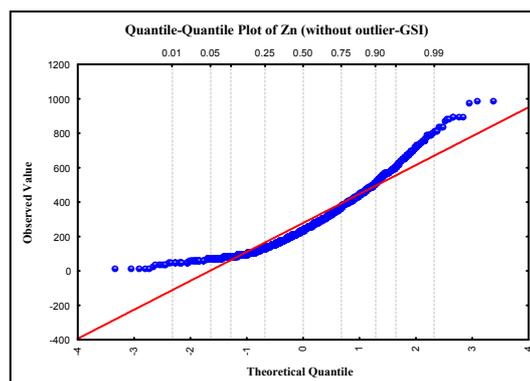
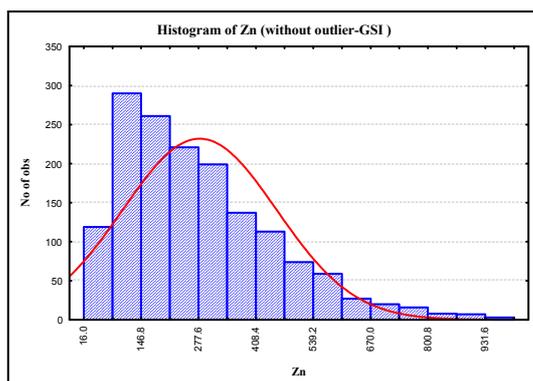
نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۶ برجه پس از حذف نمونه‌های خارج از رده

Zn-

عنصر روی در دوبرجه مرند و سیه‌رود دارای توزیع دومی است که مد اول نزدیک به نرمال و مد دوم نزدیک به لاگ نرمال می‌باشد، چولگی توزیع مثبت است. موارد فوق از نمودارهای آماری پس از حذف موارد خارج از رده نیز قابل مشاهده و استنتاج می‌باشد.



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۲ برجه



نمودار چندک-چندک و هیستوگرام ۲ برجه پس از حذف نمونه های خارج از رده.

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

GSI	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
ZN	1557	280.7553	16	1333	180.6507	642.0568

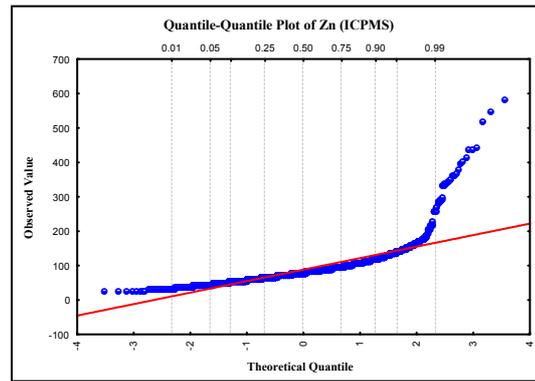
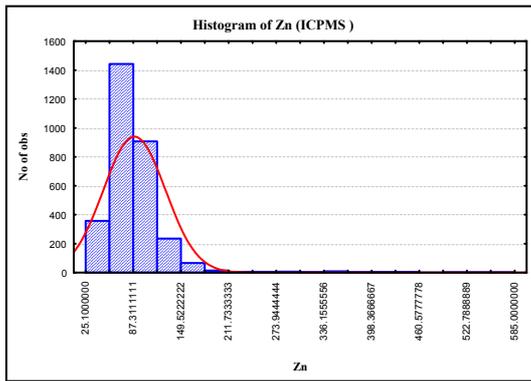
نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	ZN
1	MK-204	Marand	551407	4234340	1333
2	MK-118	Marand	565316	4237190	1333
3	MK-87	Marand	555232	4247380	1333

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

GSI(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
ZN	1554	278.7239	16	997	174.7991	628.3222

بطوریکه در هیستوگرام و نمودار چندک-چندک ۶ برجه مشاهده می شود، توزیع داده‌های سرب در این برجه دارای خصلت دو مدی با چولگی مثبت نزدیک به نرمال است.



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه

پارامترهای آماری جامعه قبل از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

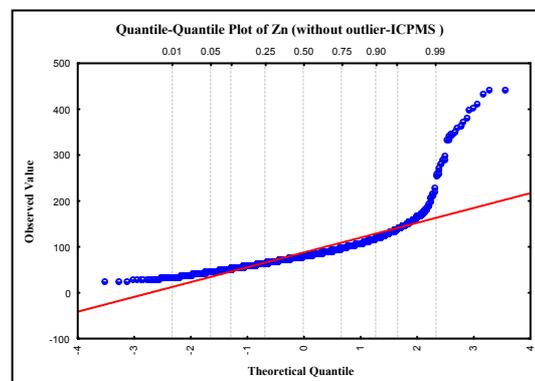
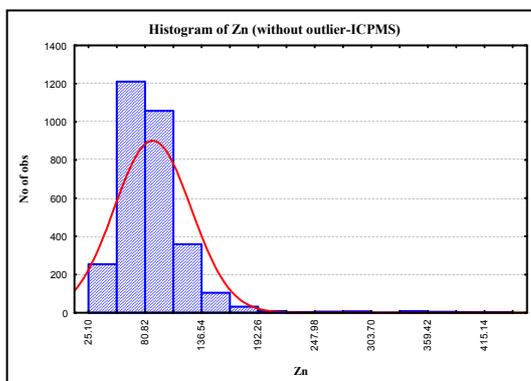
ICPMS	Count	X	Min	Max	Std.Dev.	X+2S
ZN	3063	88.4083	25.10000	585	40.4290	169.2662

نمونه‌های خارج از رده عبارتند از:

Count	SAMPLE NO.	SHEET NAME	X	Y	ZN
1	Me-408	Meshkin	723614	4218910	585
2	Me-431	Meshkin	723199	4220930	551
3	Me-562	Meshkin	738242	4239200	519

پارامترهای آماری جامعه پس از حذف مشاهدات خارج از ردیف عبارتند از:

ICPMS(without outlier)	Count	X	MIN	MAX	S	X+2S
ZN	3060	87.95408	25.1	443	37.74543	163.445



نمودار چندک- چندک و هیستوگرام ۶ برگه پس از حذف نمونه‌های خارج از رده

۴-۴- پردازش و تفسیر داده های ژئوفیزیک هوایی

داده های موجود ژئوفیزیک هوایی در زون اهر - ارسباران شامل داده های با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر در برگه های مشکین شهر، اهر، خواجه، تبریز و مرند و نیمه پایینی برگه های لاهرود، کلیبر، ورزقان، سیه رود و جلفا می باشد. همچنین داده های انرژی اتمی تنها در بخشهایی از برگه های اهر، خواجه و تبریز موجود می باشد. این داده ها شامل داده های مغناطیسی با فاصله خطوط پرواز ۵۰۰ متر و داده های رادیومتری پتاسیم، توریم و اورانیوم می باشد. مشخصات این دو سری داده شامل موارد زیر می باشد:

(۱) داده های ۷/۵ کیلومتر:

الف) ارتفاع متوسط پرواز	۶۵۰۰ تا ۸۰۰۰ فوت از سطح زمین
ب) فاصله خطوط برداشت	۷/۵ کیلومتر و در بعضی نواحی ۳/۵ کیلومتر
ج) فاصله خطوط کنترلی	۴۰ کیلومتر
د) راستای خطوط برداشت	شمالی - جنوبی
و) راستای خطوط کنترلی	شرقی - غربی

ه) دستگاه برداشت مگنتومتر بخار سزیوم

(۲) داده های انرژی اتمی:

الف) ارتفاع متوسط پرواز	۱۲۰ متر از سطح زمین
ب) فاصله خطوط برداشت	۵۰۰ متر
ج) فاصله خطوط کنترلی	۵ کیلومتر
د) راستای خطوط برداشت	شمالی - جنوبی
و) راستای خطوط کنترلی	شرقی - غربی

ه) دستگاه برداشت مگنتومتر پروتون برای داده های مغناطیسی با حساسیت ۰/۵ نانوتلا.

ی) دستگاه برداشت اسپکترومتر پرتوگاما برای داده های رادیومتری.

محدوده داده های ۷/۵ کیلومتر از ۳۰° تا ۴۵° طول شرقی و ۳۶° تا ۳۷°۴۵' عرض شمالی می باشد. محدوده داده های انرژی اتمی تنها در بخشهایی از سه برگه یاد شده (اهر، خواجه و تبریز) وجود دارد که در نقشه های تفسیری آتی قابل مشاهده است.

داده های ۷/۵ کیلومتر بصورت یک فایل grid مغناطیسی و داده های انرژی اتمی بصورت ۴ فایل grid مغناطیسی، پتاسیم، توریم و اورانیوم موجود می باشد. کار پردازش و انجام تصحیحات بر روی داده ها توسط

شرکتهای خارجی طرف قرار داد با سازمان زمین شناسی (داده های ۷/۵ کیلومتر) و انرژی اتمی انجام شده است. در اینجا فقط به این تصحیحات اشاره و علل آن بطور مختصر توضیح داده می شود.

میدان مغناطیسی اندازه گیری شده در سطح زمین برآیندی از میدان چند منبع می باشد که عبارتند از: هسته زمین، اثر مغناطیسی کرات دیگر، مواد موجود در پوسته و نزدیک به سطح زمین. در اکتشافات مواد معدنی میدان مغناطیسی حاصل از مورد آخر مورد نظر می باشد و اثر میدان مغناطیسی سایر موارد باید حذف شود. بدین منظور بر روی داده های مغناطیسی تصحیحاتی انجام می گیرد که عمده ترین آنها شامل تصحیحات IGRF یا تصحیح اثر میدان کل زمین و تصحیح روزانه که تغییرات میدان مغناطیسی در طول مدت برداشت می باشد هستند. بنابراین میدان باقیمانده مربوط به مواد پوسته و نزدیک به سطح زمین می باشند. تصحیحی IGRF طبق مدل IGRF سال ۱۹۷۵ انجام شده است. لازم به ذکر است که ارتفاع پرواز در وضوح داده ها مؤثر است، بدین معنا که هرچه ارتفاع پرواز کمتر باشد میدان ناشی از مواد سطحی و ساختارهای کوچکتر قابل ثبت توسط دستگاه خواهد بود و با افزایش ارتفاع میدان ناشی از منابع بزرگتر و عمیق تر بهتر ثبت می گردد. همچنین فاصله خطوط پرواز نیز در این امر مؤثر می باشد بطوریکه با پرواز بر روی خطوط برداشت بافاصله کمتر آنومالیهای با ابعاد کوچکتر قابل ثبت خواهند بود.

پرتو گامای ساتع شده از عناصر پتاسیم، توریوم، اورانیوم مربوط به سطح و حداکثر ۳۵ سانتیمتری عمق سطح زمین می باشد. بنابراین این اطلاعات برای مطالعه سطح زمین و بویژه واحدهای لیتولوژی مختلف و نیز نواحی دارای آلتراسیون مفید می باشد. واحدهای لیتولوژی و نواحی آلتراسیون بدلیل دارا بودن مقادیر متفاوت این سه عنصر دارای میزان پرتوئی متفاوتی هستند، بنابراین از این داده ها می توان برای تفکیک آنها بهره گرفت.

بر روی داده های رادیومتری نیز تصحیحاتی انجام می شود که عبارتند از:

۱- تصحیح زمان مرده (Dead Time): مدت زمانی است که اسپکترومتر نسبت به تغییرات پرتوگاما عکس العمل نشان نمی دهد.

۲- تصحیح اثرات جوی و کیهانی (Cosmic): بوسیله این تصحیح اثر پرتوگامای رسیده از فضای خارج جو از داده ها حذف می شود.

۳- تصحیح رادون: گاز رادون متصاعد شده از سطح زمین جذب پرتوهای گاما را با مشکل مواجه می کند که اثر این گاز با استفاده از آشکارسازهای رو به بالا (Upward-Looking) حذف می گردد.

۴- تصحیح اثر کامپتون: گاهی اوقات پرتو گامای ساطع شده از عناصر رادیواکتیو (پتاسیم، توریم و اورانیوم) با یکدیگر تداخل کرده و ممکن است دستگاه پرتوگامای مربوط به یک عنصر را بجای دیگری ثبت کند که این اثر نیز از روی داده ها حذف می گردد.

۵- تصحیح افزایش ارتفاع: هوای بین سطح زمین و دستگاه، پرتوگاما را جذب می کند. بنابراین با افزایش ارتفاع مقدار جذب بیشتر می شود در این صورت با تغییر ارتفاع پرواز این تصحیح بر روی داده ها اعمال می گردد. تصحیحاتی که در بالا ذکر شد در قالب ضرابی محاسبه شده و بر روی داده ها اعمال شده است. لازم به ذکر است واحد اندازه گیری پرتوهای گاما "شمارش برثانیه (CPS)" می باشد که با تبدیلاتی این مقادیر برای پتاسیم به درصد و برای توریم و اورانیوم به ppm (بخش بر میلیون) تبدیل و ارائه می گردد. پس از اعمال تصحیحات بر روی داده های مغناطیسی و رادیومتری داده ها برای تفسیر آماده است. برای تفسیر داده های مغناطیسی ابتدا فیلترهایی بر روی داده اصلی (شدت کل میدان مغناطیسی) اعمال می گردد که شامل فیلتر برگردان به قطب، مشتق اول قائم، سیگنال تحلیلی و ادامه فراسو می باشد که در بخش تفسیر نقشه ها به تشریح و بررسی این فیلترها پرداخته می شود.

در مورد داده های رادیومتری نیز با استفاده از ترکیب خطی و یا نسبت های آنها می توان اطلاعاتی را در مورد تغییرات لیتولوژی و نواحی دارای آلتراسیون بدست آورد که با تلفیق آن با اطلاعات بدست آمده از روش مغناطیسی می توان نواحی مناسب و امیدبخش را برای پیجویی مواد معدنی معرفی نمود. همانطور که قبلاً گفته شد پوشش داده های ژئوفیزیک هوایی در این زون اکتشافی نسبتاً محدود است بطوریکه داده های مغناطیسی و رادیومتری مربوط به انرژی اتمی تنها در برکه های اهر، خواجه و تبریز موجود می باشد و داده های مغناطیسی ۷/۵ کیلومتر نیز نقاط نزدیک به مرز را پوشش نمی دهد (تصویر ۴-۱).

۴-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی

تصویر ۴-۱ نقشه شدت کل میدان مغناطیسی را در زون اهر - ارسباران نشان می دهد. همانطوریکه در این نقشه دیده می شود در بعضی نواحی داده های ۷/۵ کیلومتر و در بخشهایی از برکه های خواجه، اهر، تبریز نیز داده های انرژی اتمی وجود دارد که در تفسیر این نواحی از داده های رادیومتری نیز استفاده خواهد شد ولی در مورد سایر بخشها تنها می توان از داده های ۷/۵ کیلومتر استفاده نمود.

همانطوریکه در محدوده داده های انرژی اتمی دیده می شود این داده ها دارای بافت و جزئیات بیشتری می باشد که این امر بدلیل ارتفاع پروازی و فاصله خطوط پروازی کمتر است. بنابراین در مورد آنومالیهای سطحی و خطواره ها بهتر می توان قضاوت نمود.

در این نقشه خط AB محل گسل تبریز را نشان می دهد که بصورت یک روند جنوب شرقی - شمال غربی دیده می شود. نکته قابل توجه در مورد خصوصیات مغناطیسی این گسل و محدوده اطراف آن وجود آنومالی پایین مغناطیسی با روند ذکر شده بر روی گسل و نواحی اطراف آن است که در بعضی نقاط آنومالیهای با شدت بالاتر مغناطیسی بر روی این گسل و یا در اطراف آن مشاهده می گردد که می تواند از لحاظ پیجویی معدنی و ایجاد زونهای آلتراسیون مهم باشد که در بخشهای بعدی به آن اشاره خواهد شد.

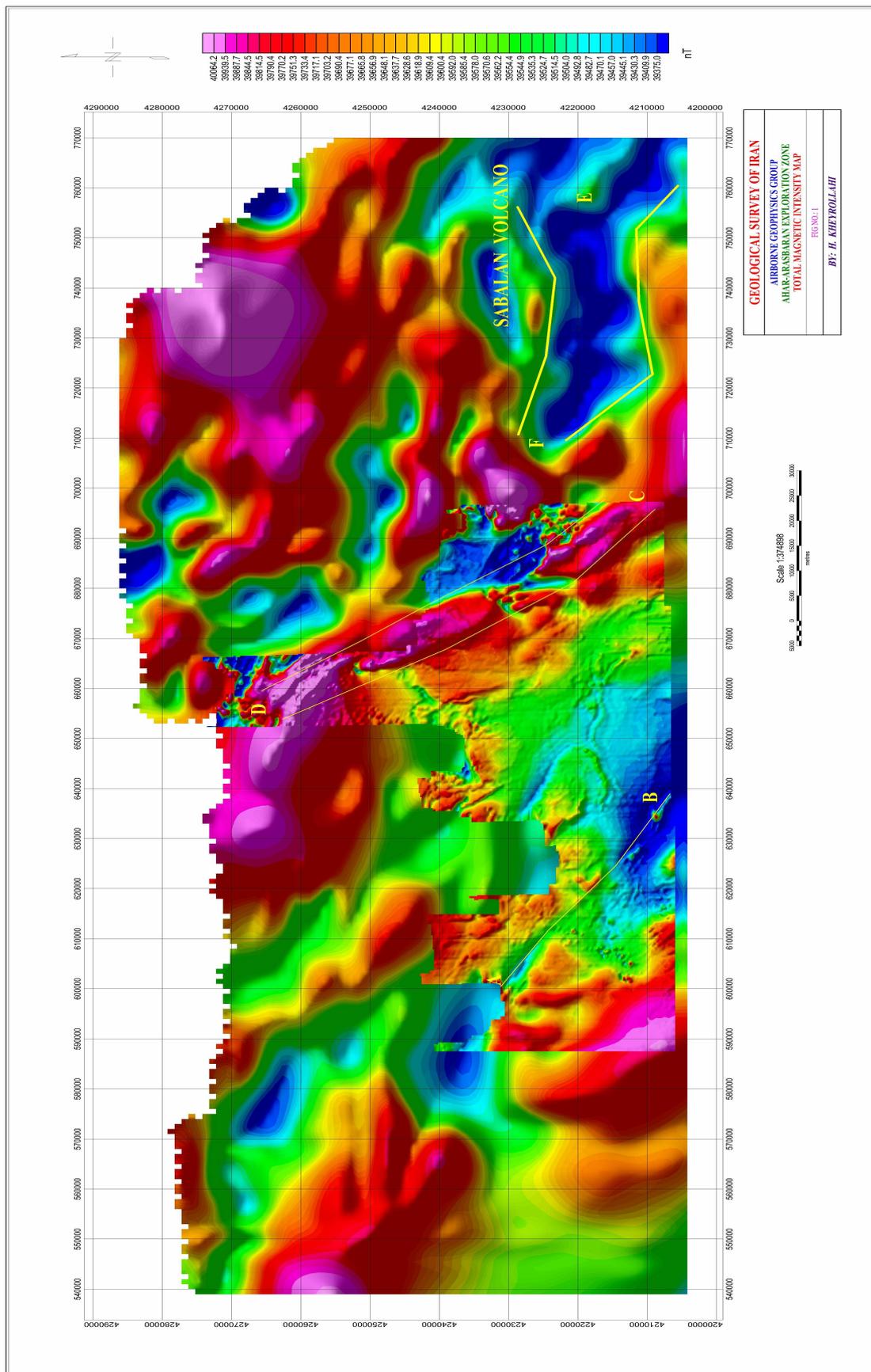
روند CD نیز که عمدتاً دارای آنومالیهای بالای مغناطیسی است بر روی سنگهای ولکانیک زیردریایی اسیدی تا متوسط، پیروکسن آندزیت، ایگنمبریت، لاتیت مگاپورفیری، داسیت و تراکی آندزیت قرار گرفته است. ساختار این آنومالی و بافت آن وجود خطواره های احتمالی و یا زونهای تصادم پوسته اقیانوسی با پوسته قاره ای را نشان می دهد.

در محدوده آتشفشان سبلان (SABALAN VOLCANO) نیز مشاهده می شود که آنومالی مغناطیسی غالب در این محدوده پایین می باشد که بطور عمده روند EF با شدت آنومالی مغناطیس پایین مربوط به واحدهای تراکی آندزیتی و نیز آندزیت بازالتیهای کواترنری باشد. روند EF در جنوب آتشفشان سبلان واقع شده است.

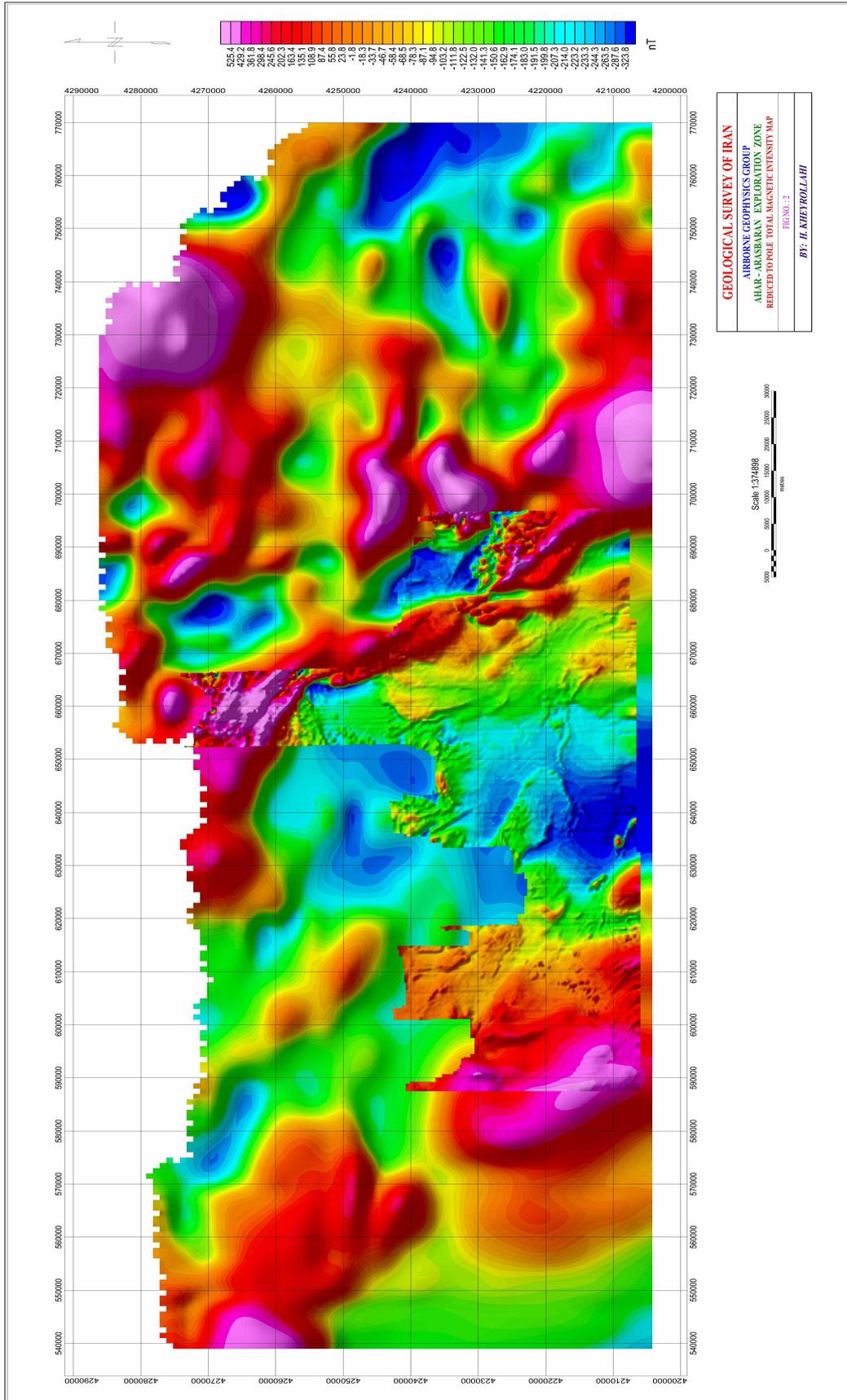
در شمال آتشفشان سبلان نیز آنومالی مغناطیسی بالا مشاهده می شود که ظاهراً مربوط به واحدهای اولیوین لاتیت - بازالت و داسیت، تراکی آندزیت ایگنمبریت با سن ائوسن می باشد که در شمال آتشفشان سبلان رخنمون دارند، آنومالی با شدت بالای مغناطیسی در غرب محدوده زون نیز احتمالاً مربوط به واحدهای دیاباز دگرگون شده، گابرو و آمفیبولیت می باشد.

۴-۲- نقشه برگردان به قطب

تصویر ۴-۲ نقشه برگردان به قطب شدت کل میدان مغناطیسی است. با اعمال این فیلتر اثر دو قطبیهای مغناطیسی و نیز جابجایی آنومالیهای مغناطیسی حذف شده و این آنومالیها بر روی منبع ایجاد کننده شان قرار



تصویر ۴-۱: نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



تصویر ۴-۲: نقشه برگردان به قطب شدت کل میدان مغناطیسی

می گیرند. برای اعمال این فیلتر نیاز به دانستن زوایای میل و انحراف مغناطیسی می باشد. با توجه به مختصات محدوده زون مورد مطالعه متوسط زوایای میل و انحراف مغناطیسی به ترتیب $۵۶/۰۴۳۷$ و $۳/۱۷۱۱$ درجه می باشد. میانگین شدت کل میدان مغناطیسی $۴۷۸۴۸/۱$ نانوتسلا می باشد. این مقادیر برحسب مدل IGRF سال ۱۹۷۵ محاسبه و اعمال گردیده است.

با اعمال این فیلتر آنومالیهایی کمی به سمت شمال جابجا شده و نیز شدت میدان در بعضی نواحی تغییر کرده است که این امر طبیعی می باشد ولی در ساختار و بافت آنومالیهایی تغییری ایجاد نشده است. از این نقشه می توان بعنوان نقشه پایه برای اعمال سایر فیلترها و تعیین منبع آنومالیهایی و نیز خطواره ها استفاده نمود که در بخشهای بعدی به آن پرداخته می شود.

۴-۳- نقشه سیگنال تحلیلی

این فیلتر که مستقیماً بر روی نقشه شدت کل میدان مغناطیسی اعمال می گردد تغییرات کل میدان مغناطیسی را در سه جهت نشان می دهد. با اعمال این فیلتر و تهیه نقشه مربوط (تصویر ۴-۳) می توان محل مرز منابعی مغناطیسی را تعیین نمود، بگونه ای که نقاط ماکزیمم در این نقشه مرز واحدهای مغناطیسی را نشان می دهد. در مورد توده ها و منابع بزرگ مغناطیسی نقاط ماکزیمم یک شکل خاص را نشان می دهند که واقع بر لبه های این منابع است ولی در مورد منابع خطی و طویل این نقاط ماکزیمم بصورت یک روند خطی و بر روی مرکز این منابع واقع می شوند. در نقشه سیگنال تحلیلی در محدوده داده های $۷/۵$ کیلومتر بدلیل فاصله خطوط پرواز زیاد نمی توان محل مرز توده ها و سایر ساختارها را مشخص نمود زیرا محدوده ماکزیمم این نقشه وسیع (گاهاً تا چندین کیلومتر) می باشد. ولی در مورد محدوده داده های انرژی اتمی بدلیل ارتفاع و فاصله خطوط پرواز کمتر و نیز جزئیات بیشتر آنومالیهایی این مرزها مهمترین عوارضی که می توان با نقشه سیگنال تحلیلی مشخص نمود مرز توده های مغناطیسی، مرز بلوکها یا واحدهای مغناطیسی، گسلها و زونهای خردشده که دارای تفاوت در میزان خاصیت مغناطیسی نسبت به واحدهای مجاور خود هستند می باشند. البته عملکرد این فیلتر شبیه به فیلتر مشتق اول قائم است با این تفاوت که در اینجا تغییرات میدان در سه جهت مد نظر است ولی در فیلتر مشتق اول قائم تغییرات تنها در جهت قائم لحاظ می گردد.

با توجه به بافت و میزان تغییرات سیگنال تحلیلی می توان جنس و محدوده تقریبی لیتولوژیهای مختلف را تعیین نمود. براین اساس در محدوده داده های انرژی اتمی نواحی مختلف با لیتولوژی مختلف تعیین گردیده اند. محدوده A که تغییرات سیگنال تحلیلی (تغییرات کل میدان) در آن کم است مربوط به واحدها و حوضه های رسوبی می باشد. محدوده B نیز مربوط به واحدهای ولکانیک می باشد که در آن تغییرات کل میدان و بافت این تغییرات شاخص می باشد. محدوده C

نیز حد واسط این دو سری واحد می باشد که یک منطقه بندی از جنس رسوبی تا ولکانیک را از خود نشان می دهد.

گسل تبریز نیز بطور شاخص در نقشه مشخص شده است که در محدوده زیرین این گسل (F) نسبت به محدوده فوقانی آن (A) دارای تغییرات لیتولوژیکی مختصر می باشد. بر روی محدوده خود گسل نیز در بخش پایینی آن تغییرات کل میدان به طور شاخص مشاهده می گردد که احتمالاً مربوط به نفوذ توده های ولکانیکی در این بخش از گسل می باشد.

در مورد سایر بخشهای زون که داده های ۷/۵ کیلومتر وجود دارد با توجه به الگوی بدست آمده از داده های انرژی اتمی می توان تغییرات بالای کل میدان (سیگنال تحلیلی) را مرتبط با واحدهای ولکانیک و آذرین دانست و تغییرات کم این فیلتر را نشان دهنده حوضه های رسوبی و یا نواحی که پوسته و یا لیتوسفر در آنها نازک شده است دانست.

۴-۴-۴- نقشه خطواره های مغناطیسی:

اصطلاح خطواره یک اصطلاح عام بوده که در تفسیر داده های ژئوفیزیکی بویژه داده های مغناطیسی و EM بکار برده می شود. از لحاظ ژئوفیزیکی خطواره به کلیه عوارضی گفته می شود که دارای امتداد زیاد و پهنا یا عرض کم می باشند. چنین عوارضی در زمین شناسی شامل گسلها، دایکها، کنتاکت لایه ها، محل شکستگیها و زونهای خرد شده، محل افتادگی یا بالا آمدگی توده ها در مجاورت هم که در ساختارهایی نظیر هورست و گراین دیده می شود می باشند. این عوارض بدلیل نفوذپذیری قابل توجه، محلهای مناسبی برای عبور سیالات و نیز نفوذ توده های نفوذی در نواحی سست خود هستند.

در عوارض ذکر شده در بالا بدلیل تغییراتی که در اثر عبور سیالات و یا جایگیری توده های نفوذی در خواص فیزیکی و بویژه خاصیت مغناطیسی و مقاومت الکتریکی سنگها ایجاد می شود لذا می توان آنها را از طریق این تغییرات در خواص فیزیکی شناسایی نمود. مهمترین عوارضی که بصورت خطی (خطواره) تشکیل می شوند و می توانند محلهای مناسبی برای کانی سازی باشند شامل موارد زیر هستند:

گسلهای کانی سازی شده و دارای کانی مگنتیت.

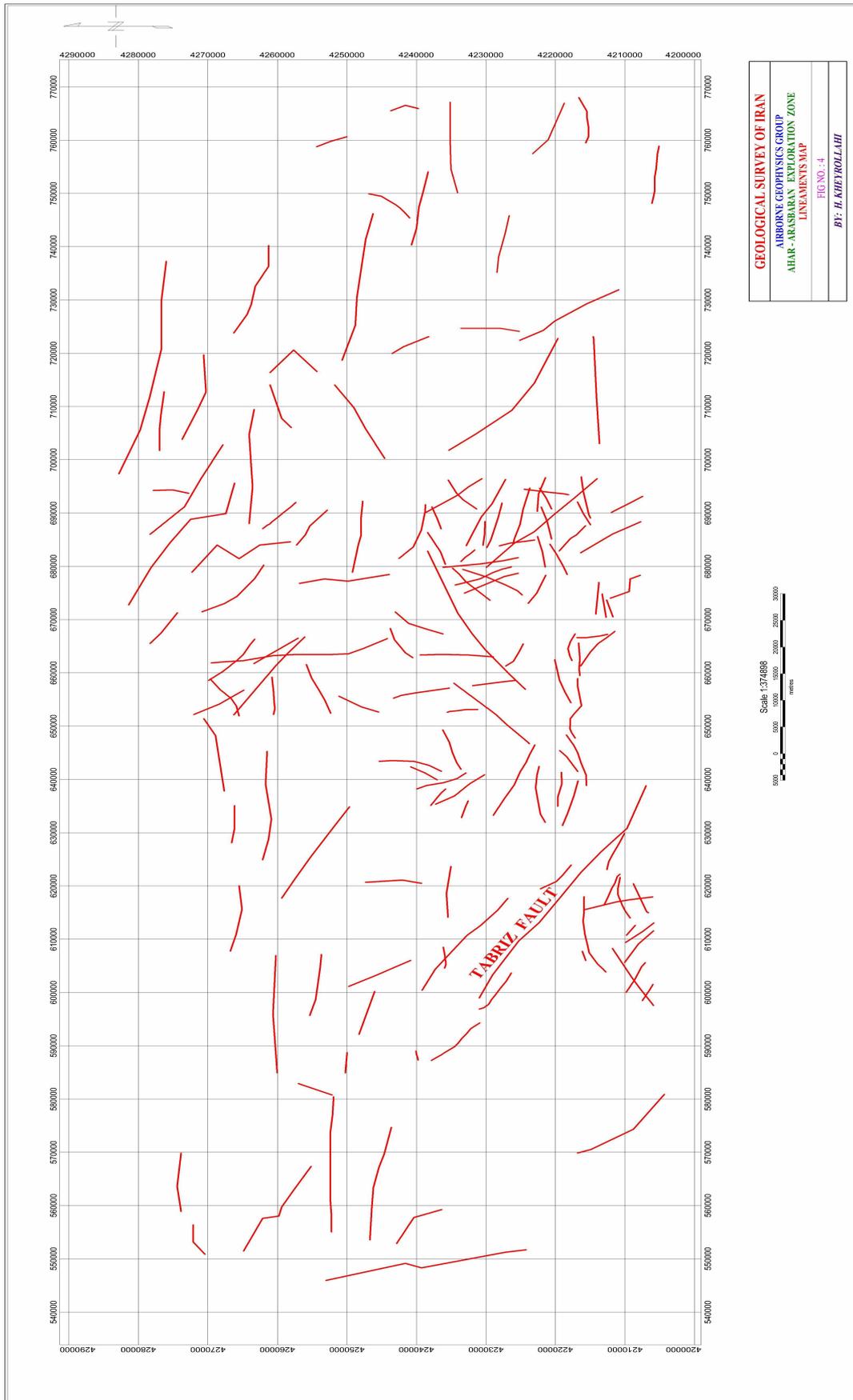
گسلهایی که در اثر محلولهای هیدروترمال از مگنتیت تهی شدگی پیدا کرده اند.

مرز بلوکهای مغناطیسی که نسبت به یکدیگر جابجایی قائم یا افقی پیدا کرده اند.

زونها و شکستگیهایی که در پوسته زمین تشکیل می شوند.

همچنین تقاطع این خطواره ها محیط مضاعفی را جهت تشکیل کانی سازی مهیا می کنند. بنابراین تشخیص

این نواحی برای پیجویی مواد معدنی مفید است.



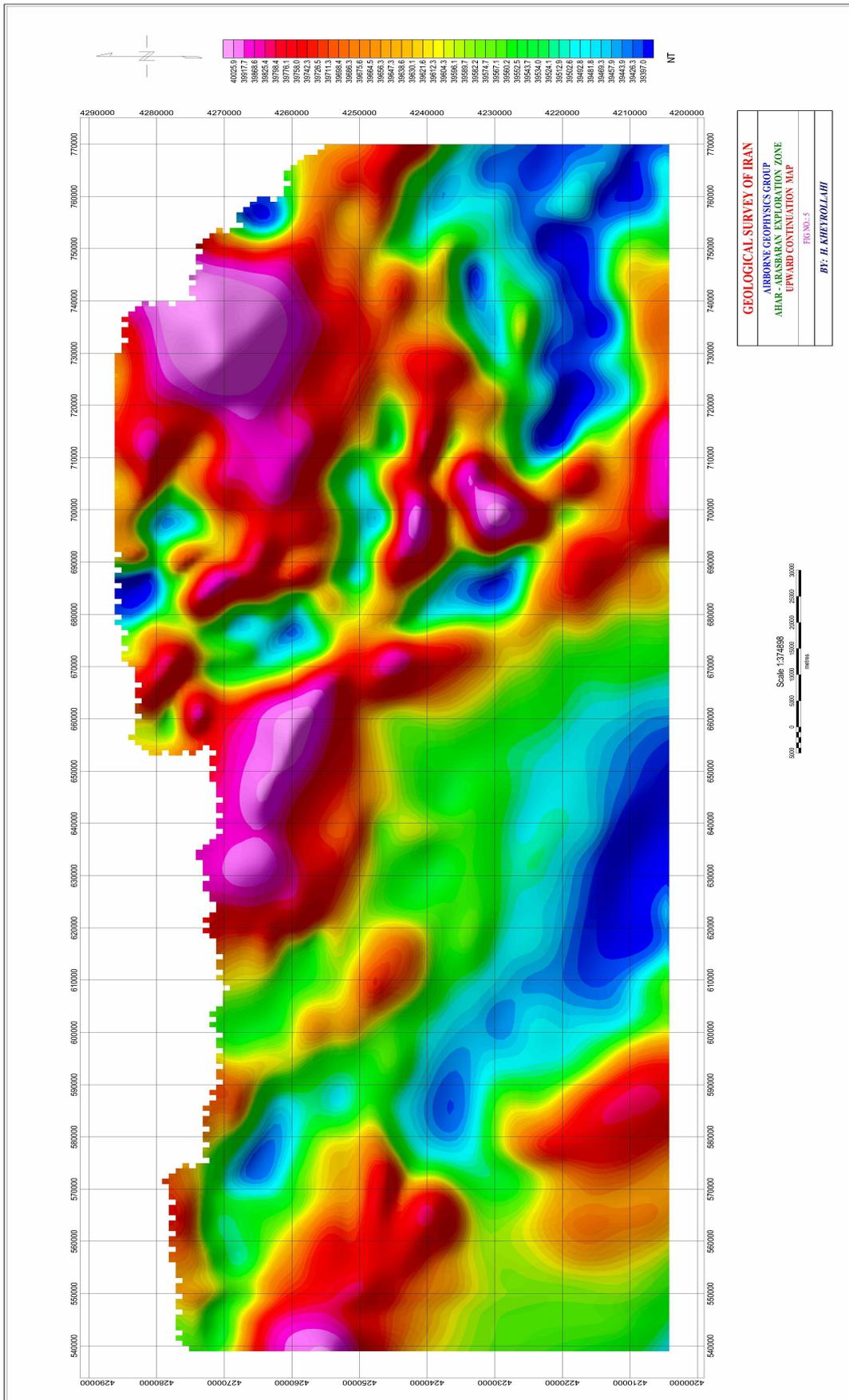
تصویر ۴-۴ : نقشه خطواره‌های مغناطیسی

برای تشخیص این نواحی می توان از داده های مغناطیسی بهره برده و با اعمال فیلتر مشتق اول قائم و بررسی تغییرات ناگهانی میدان مغناطیسی که معمولاً بر روی عوارض ذکر شده تشکیل می گردند می توان این خطواره ها و محل آنها را شناسایی نمود. البته الزاماً این خطواره ها دارای کانی سازی نیستند ولی در هر صورت بدلیل اینکه می توانند روندهای کانی سازی را بوجود آورده و مشخص نمایند از آنها برای مدلسازی پیجویی مواد معدنی استفاده می شود. تصویر ۴-۴ نقشه خطواره های موجود در زون اهر - ارسباران را با توجه به پوشش داده ها و بویژه داده های انرژی اتمی نشان می دهد. گسل تبریز نیز که روند جنوب شرقی - شمال غربی دارد در این نقشه مشخص شده است. همانطوریکه در این نقشه دیده می شود اکثر خطواره ها دارای روند شرقی - غربی و جنوب شرقی - شمال غربی هستند. که این خود دلیل بر روند تکتونیکی حاکم بر این زون می باشد. البته روندهای شمالی - جنوبی و شمال شرقی - جنوب غربی نیز بوسیله بعضی از خطواره ها دیده می شود ولی بنظر می رسد که این خطواره ها از لحاظ تکتونیکی ثانویه و یا فرعی باشند.

۴-۵- نقشه ادامه فراسو (۶۰۰ متر):

در نقشه ادامه فراسو که با اعمال این فیلتر بر نقشه برگردان به قطب بدست می آید آنومالیهای با فرکانس کم نسبت به آنومالیهای با فرکانس بالا تقویت می شوند. در واقع آنومالیهای مربوط به توده ها و منابع عمیق تر خود را بهتر نمایان می سازند. با اعمال این فیلتر فرض براین می شود که فاصله ارتفاع پرواز از زمین افزایش یافته و در نتیجه فرکانسهای بلند آنومالیها حذف می گردند.

تصویر ۴-۵ نقشه ادامه فراسو زون اهر- ارسباران می باشد که ۶۰۰ متر به سمت بالا ادامه یافته است. همانطوریکه در این نقشه دیده می شود آنومالیهای با شدت کم مغناطیسی بیشتر در جنوب آتشفشان سهند و نیز در اطراف گسل تبریز واقع شده اند و سایر نواحی آنومالی با شدت بالا نشان می دهند. در این نقشه فیلتر ادامه فراسو تنها به داده های ۷/۵ کیلومتر اعمال شده تا از اعماق بیشتر اطلاعاتی بدست آید. محل آنومالیهای با شدت کم مغناطیسی که تا عمق ادامه دارند می توانند محللهای مناسبی برای نفوذ توده ها و تشکیل کانسارها باشد.



تصویر ۴-۵: نقشه ادامه فراسو (۶۰۰ متر) داده‌های ۷/۵ کیلومتر مغناطیسی

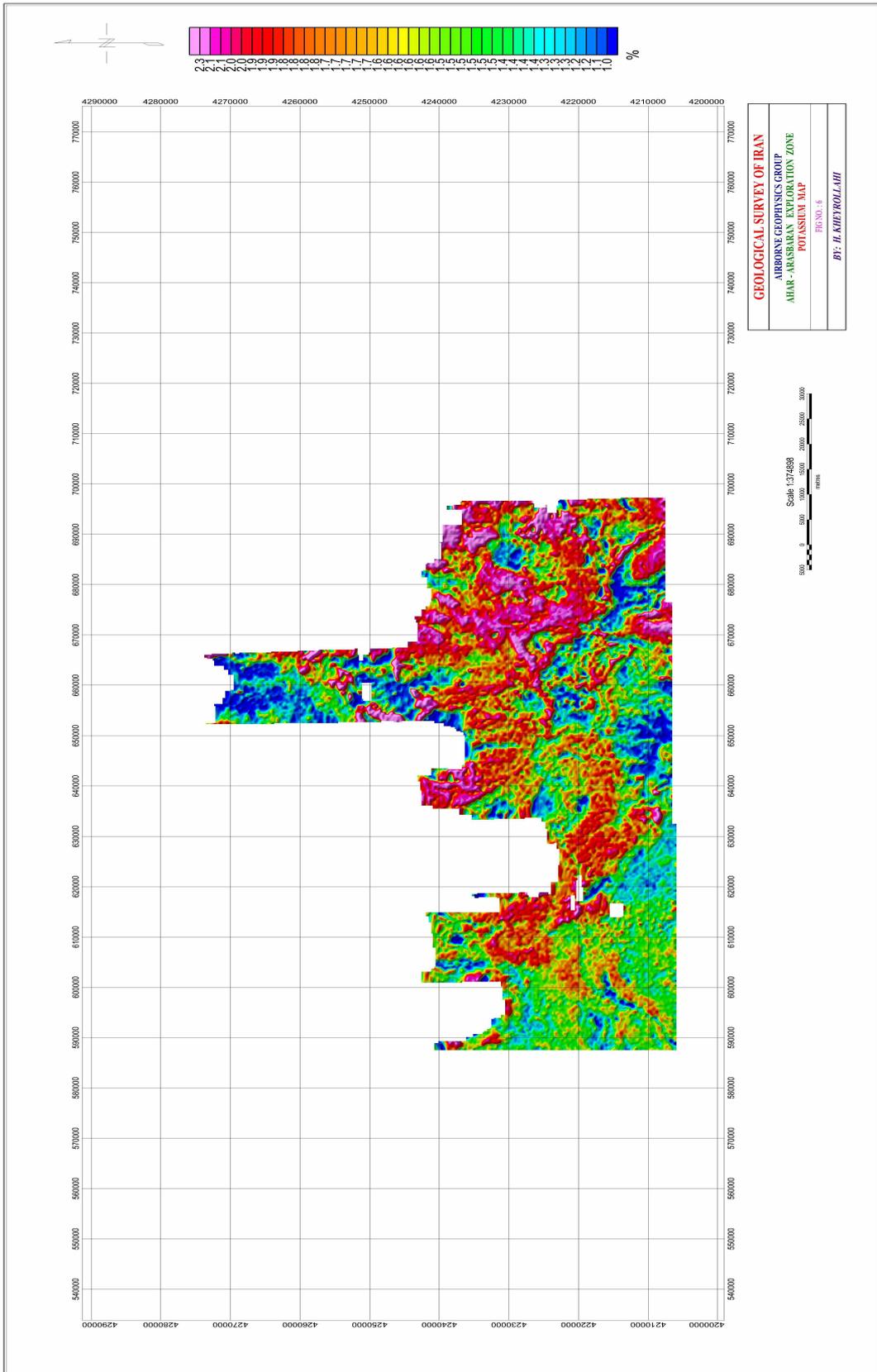
۴-۴-۶- نقشه های رادیومتری:

تصویرهای ۴-۶، ۴-۷ و ۴-۸ به ترتیب نقشه های توزیع عناصر پتاسیم، توریم و اورانیوم را نشان می دهد. این نقشه ها مربوط به محدوده داده های انرژی اتمی می باشد که شامل برگه های اهر، خواجه و تبریز می باشد. تغییرات این سه عنصر در سنگها و رسوبات مختلف باعث تغییرات پراکندگی این سه عنصر در نقشه های رادیومتری می گردد. همچنین نواحی آلتراسیونی نیز بعضاً در داده های رادیومتری خود را با علائم خاص خود نشان می دهند.

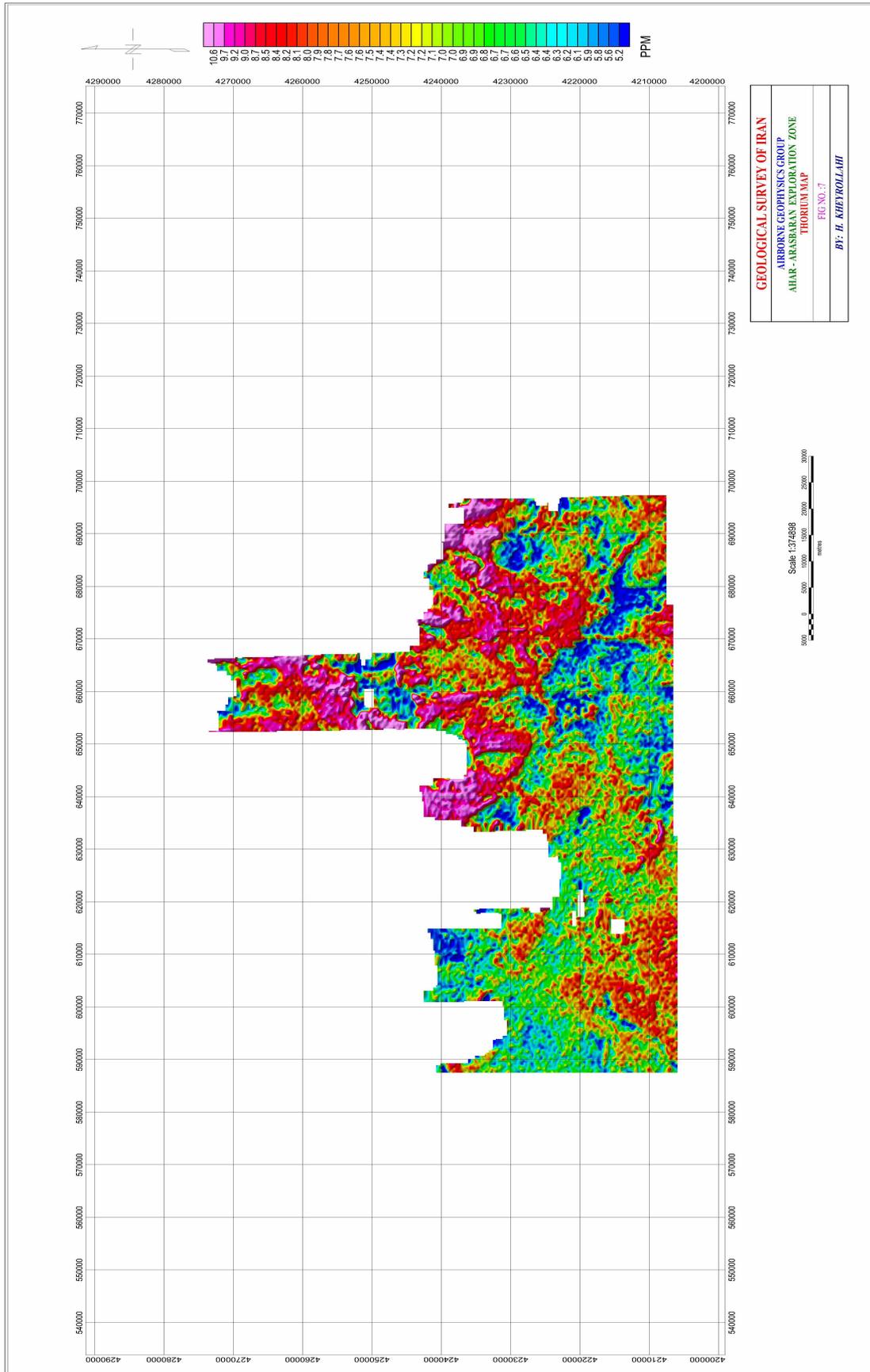
مهمترین کاربرد نقشه های رادیومتری در تعیین نواحی آلتراسیون و زونهای هوازده است. یکی از مهمترین نوع آلتراسیون که با داده های رادیومتری قابل تشخیص است آلتراسیون پتاسیک است. در فرآیند آلتراسیون پتاسیک، با غنی شدن این زون آلتراسیون از عنصر پتاسیم بدلیل عدم همراهی عنصر توریم با پتاسیم، این زون نسبت به توریم تهی شدگی پیدا می کند. بنابراین برای تشخیص این زون آلتراسیون کافی است نواحی را که دارای آنومالی بالای پتاسیم و نسبت Th/k کم هستند در نظر بگیریم. طبق تجربیات بدست آمده نسبت Th/k در سنگها بطور معمول حدود ۵ می باشد که مقادیر کمتر از آن می تواند ما را به سمت زون آلتراسیون پتاسیک راهنمایی کند (بویژه مقادیر کمتر از ۲/۵). در اینجا برای تعیین زون آلتراسیون پتاسیک آنومالی بالای پتاسیم همراه با آنومالی Th/k کمتر از ۳/۱ در نظر گرفته شده است که نواحی بدست آمده در تصویر ۴-۹ (نقشه نواحی محتمل آلتراسیون پتاسیک) نشان داده شده است. لازم به ذکر است که مقادیر ذکر شده در صورتی معتبر است که پتاسیم بر حسب درصد و مقادیر توریم بر حسب PPM (بخش بر میلیون) باشند.

۴-۴-۷- نقشه توده های نفوذی کم عمق

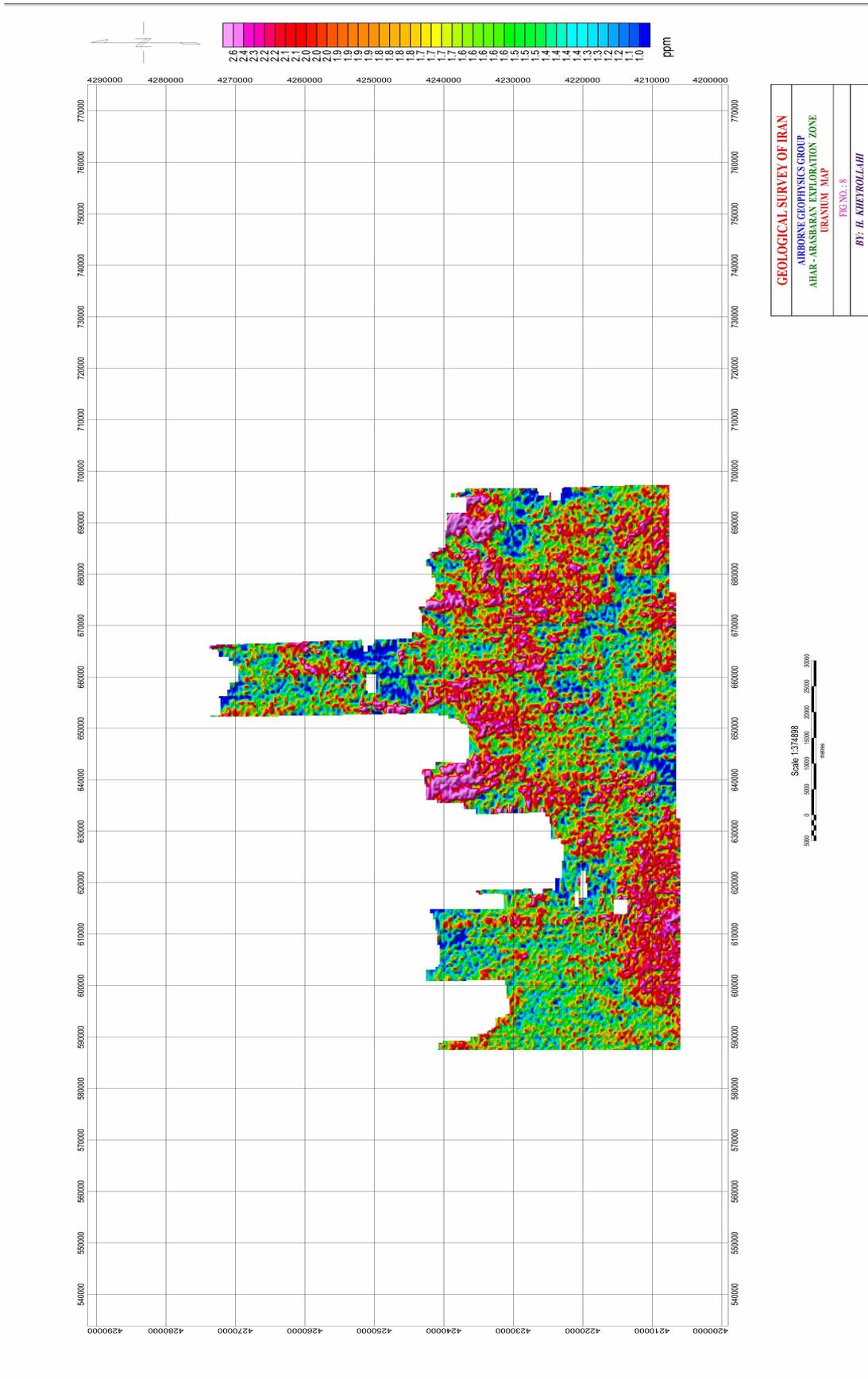
در این نقشه (تصویر ۴-۱۰) محل های توده های نفوذی ولکانیکهایی که در عمق کم قرار گرفته اند مشخص شده اند. تخمین عمق و محل این توده ها براساس روش (Werner Deconvolution) انجام شده است. اطلاعات دقیق تر و مشخصات این توده ها در نقشه های مغناطیسی در مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ برگه های اهر و تبریز که از داده های ۷/۵ کیلومتر چاپ شده است آورده شده است که در اینجا تنها محل این توده های کم عمق در این نقشه برای تلفیق و مدلسازی اکتشافی آورده شده است. البته براساس اطلاعات موجود این نواحی ممکن است مربوط به سنگ بستر نیز شوند که تعیین این امر از طریق داده های جزئی تر (مانند داده های انرژی اتمی) امکان پذیر است ولی بدلیل فقدان داده های انرژی اتمی در بخشهایی از این زون اکتشافی تعیین چنین امری فعلاً امکان پذیر نمی باشد و تنها محل های این توده های کم عمق در نقشه تصویر ۴-۱۰ مشخص گردیده اند.



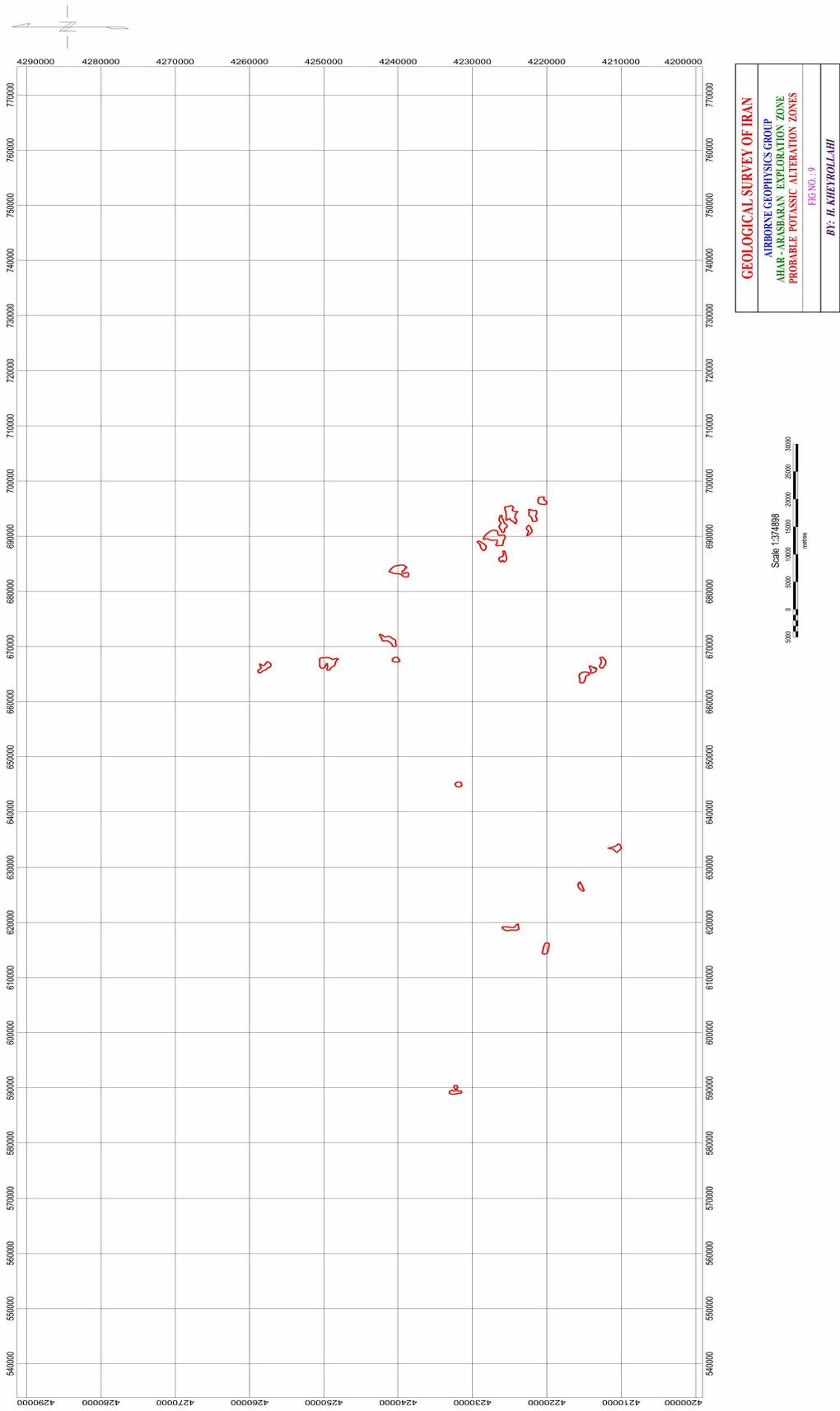
تصویر ۴-۶: نقشه توزیع پتاسیم



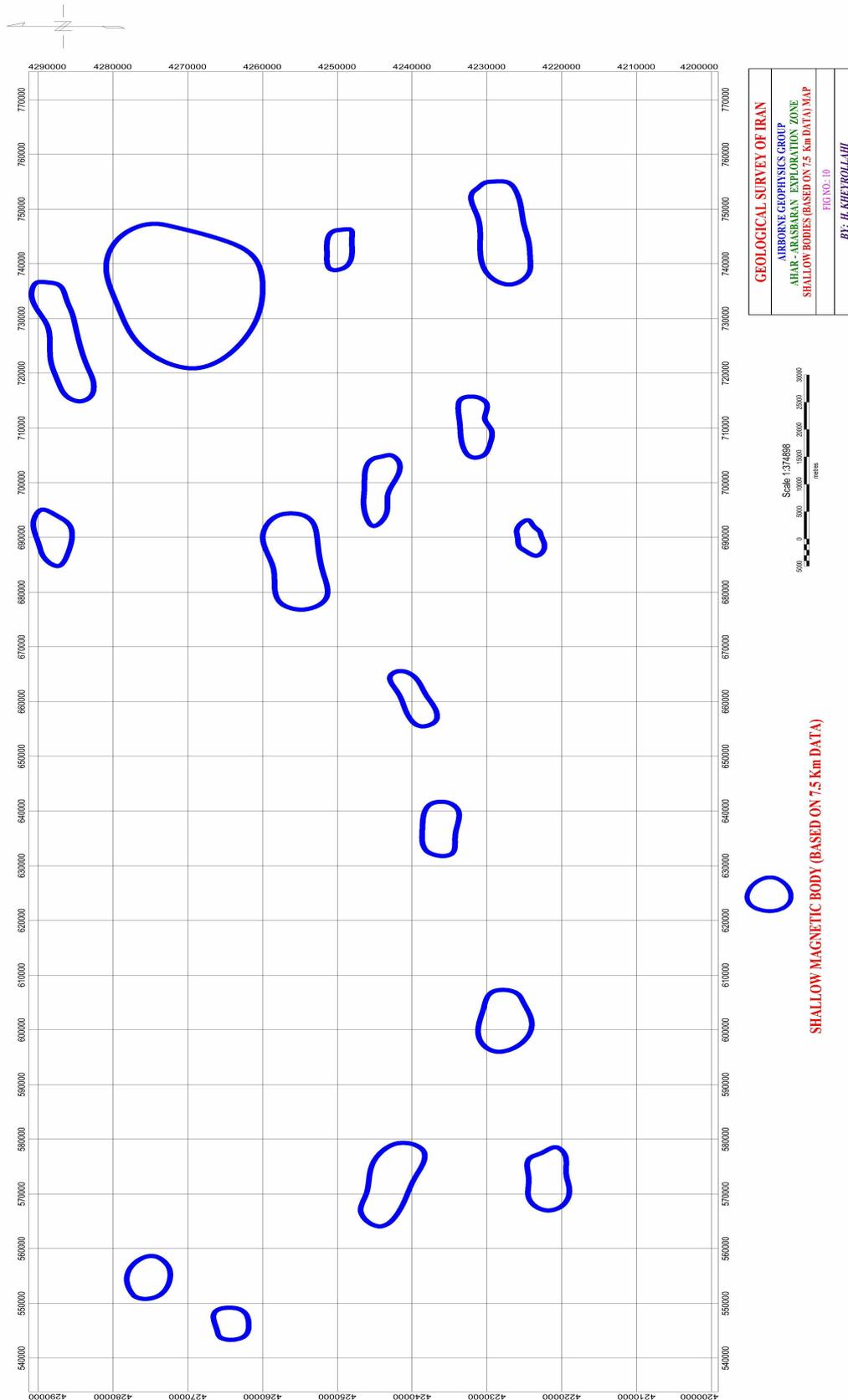
تصویر ۴-۷: نقشه توزیع توریم



تصویر ۴-۸ : نقشه توزیع اورانیوم



تصویر ۴-۹: نواحی محتمل آلتراسیون پتاسیک



تصویر ۴-۱۰: محدوده توده‌های نفوذی کم عمق (بر اساس داده‌های ۷/۵ کیلومتر)

۴-۵- پردازش و آماده سازی داده های دورسنجی



۴-۵-۱- مقدمه

استفاده از تصاویر ماهواره ای مزیت های فراوانی دارد که از جمله می توان به تصویربرداری در نواحی مختلف طیف الکترومغناطیسی از مرئی تا مادون قرمز، داشتن دید وسیع جهت مطالعه پدیده های بزرگ مقیاس ، تکرار زمانی و قدرت تفکیک زمینی متنوع و متناسب با اهداف مطالعاتی مورد نظر و تصویربرداری از نواحی صعب العبور اشاره نمود. بنابراین به دلیل دید وسیع ، یکنواخت و امکان پردازش بر روی آنها در تعیین شکستگی ها و دگرسانی ها می توانند مفید باشند.

۴-۵-۲- تصاویر مورد استفاده

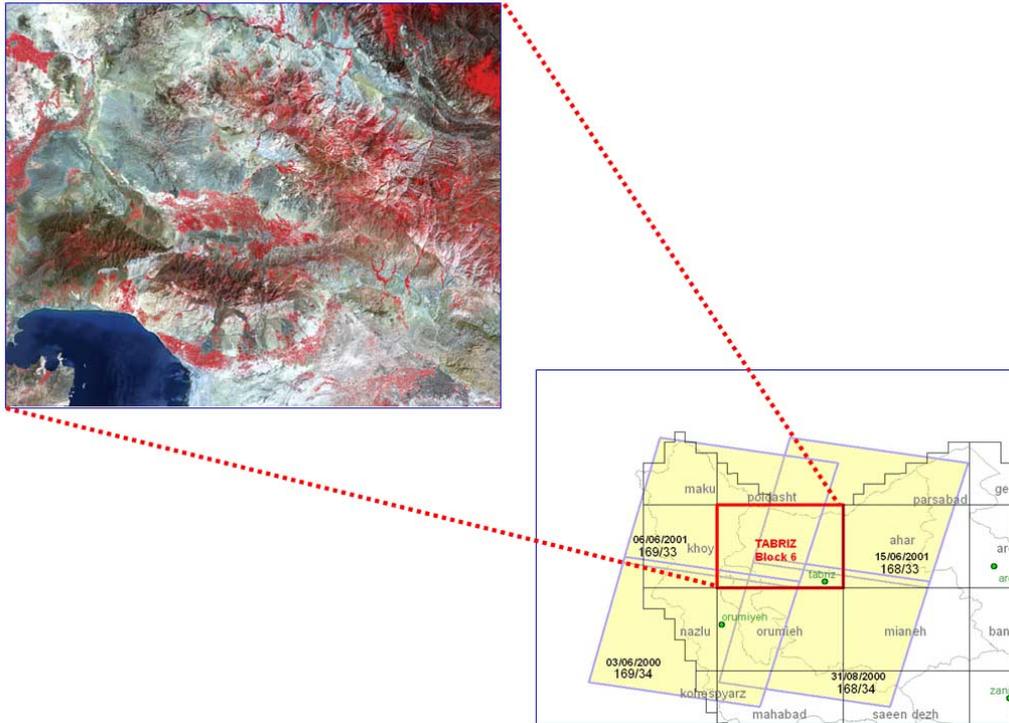
در این بررسی از تصاویر ماهواره ETM+ لندست ۷ مربوط به سالهای ۲۰۰۱-۱۹۹۹ میلادی استفاده گردید که محدوده الکترومغناطیسی تحت پوشش توسط این سنجنده عبارتند از:

باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک (VNIR) در ۶ باند با قدرت تفکیک زمینی ۳۰ متر

باندهای مادون قرمز میانی حرارتی (TNIR) در ۲ باند با قدرت تفکیک زمینی ۶۰ متر

باند پانکروماتیک در محدوده مرئی با قدرت تفکیک زمینی ۱۵ متر

زون مربوطه شامل دو بلوک اطلاعاتی اهر و تبریز است. هر بلوک دو صحنه اطلاعاتی را در برمی گیرد بنابراین محدوده زون شامل چهار صحنه با ردیف و گذرهای ۱۶۷ / ۳۳، ۱۶۸ / ۳۳، ۱۶۷ / ۳۴ و ۱۶۸ / ۳۴ اطلاعاتی می گردد که دو صحنه اول پوشش کاملی از منطقه را دارا می باشد و دو صحنه اطلاعاتی دیگر بخشی از زون رادبرمی گیرد. تصویر ۴-۱۱ موقعیت بلوک های اهر و تبریز را نشان می دهد.



تصویر ۴-۱۱: موقعیت بلوک های تبریز و اهر

۴-۵-۳- داده های ساختاری (گسل ها و ساختارهای حلقوی)

با توجه به اهمیت عوارض ساختاری در ارتباط با کانی-زایی، برای تهیه یک نقشه ساختاری حتی المقدور کامل، از چندین منبع اطلاعاتی استفاده شده است که به ترتیب عبارتند از:

الف) گسل های استخراج شده از نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (نقشه ۵۹)

ب) گسل های عمقی و ساختارهای حلقوی حاصل از استنتاج اطلاعات ژئوفیزیک هوایی ۷/۵ کیلومتری

ج) گسل ها و کلیه عوارض خطی و ساختارهای حلقوی حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره ای ETM+

از آنجائیکه برخی گسلهای ناحیه در نقشه های زمین-شناسی نشان داده نشده اند و برخی گسلهانی پوشیده می باشند، لذا جهت تکمیل گسل ها یی که در روی نقشه های زمین شناسی ثبت نشده اند، اقدام به استفاده از گسل های حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره ای لندست و اطلاعات ژئوفیزیک هوایی شده است در مرحله تصحیح گسل ها، ابتدا گسل ها و کلیه عوارض خطی ناحیه که از روی تصاویر ماهواره ای توسط گروه سنجش از دور استخراج شده بود برای تصحیح و تکمیل به گسل های نقشه های زمین شناسی و ژئوفیزیکی اضافه

گردید، سپس با حذف گسل های تکراری و عوارض خطی که نقشی در کانی سازی در مقیاس مورد مطالعه نداشته اند، نقشه نهایی گسله ها تهیه گردید (نقشه ۶۰).
قابل ذکر است که از Lineament های دورسنجی و گسله های ژئوفیزیکی تنها به عنوان کمک و راهنما جهت استخراج گسله های صحیح و مهم از دیگر اطلاعات استفاده شده است.
ساختارهای حلقوی حاصل از اطلاعات ماهواره ای نیز به عنوان لایه اطلاعاتی جداگانه ای مورد استفاده قرار گرفتند.

۴-۶- نقشه های توپوگرافی

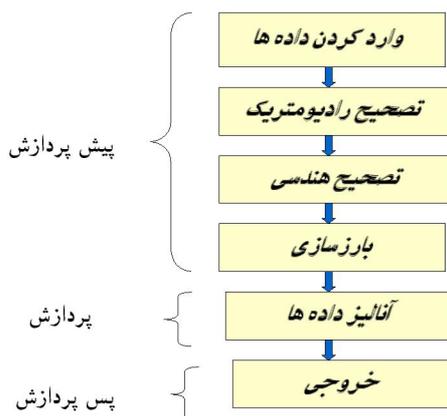
در طی انجام مراحل جمع آوری و آماده سازی لایه های اطلاعاتی زون اکتشافی ارسباران - سبلان، نقشه های رقومی شده توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ مربوط به زون موجود بوده و در نتیجه این نقشه ها در مراحل مطالعاتی مورد استفاده قرار گرفتند.

۴-۷- پردازش نهایی داده های زمین شناسی

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، جهت مراحل مطالعات مقدماتی زون ارسباران - سبلان، از نقشه های ۱:۱۰۰،۰۰۰ زون استفاده شد. این نقشه ها با انجام تصحیحاتی جهت استفاده در تهیه نقشه آنتروپی زمین شناسی، نقشه و نیز نقشه واحدهای مهم زمین شناسی جهت کانی زایی مس و طلا استفاده گردید. واحدهای مهم زمین شناسی در اینجا شامل مونزونیت، گرانودیوریت، دیوریت، سینیت، گرانیت و گابرو می باشد که با ارزش دادن به واحدهای مختلف (با توجه به مدل اکتشافی و روش تلفیق نهایی) استفاده می شود.

۴-۸ آماده سازی تصاویر

مراحل آماده سازی تصاویر طبق فلوچارت زیر تعریف می شود که به هر مرحله بطور خلاصه پرداخته می شود.

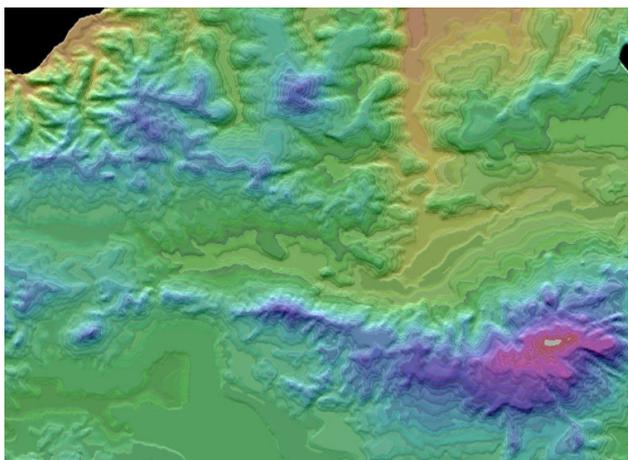


۴-۸-۱- تصحیح رادیومتریکی

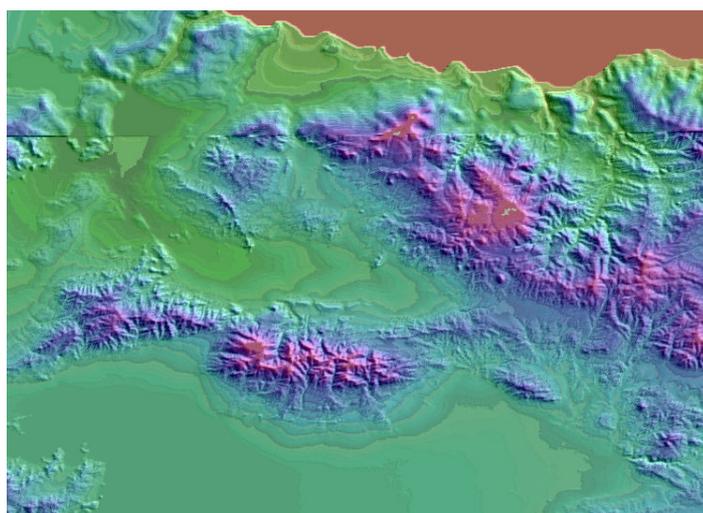
تصحیح رادیومتریکی شامل تصحیح خطای سنجنده و اتمسفریک است. به دلیل یکسان بودن رفتار آشکار سازهای سنجنده در تبدیل داده های رادیانس به مقادیر DN از یک سو و در دسترس نبودن فایل کالیبراسیون مربوط به سنجنده ETM^+ از سوی دیگر، از تصحیح خطای سنجنده صرف نظر کردیم. در تصحیح اتمسفریک هدف تبدیل داده های رادیانس به بازتابش یا میزان انرژی منعکس شده از هدف قبل از عبور از اتمسفر می باشد. تصمیم گیری در مورد انجام این مرحله به روش پردازش داده ها یا نوع داده-ها بستگی دارد.

۴-۸-۲- تصحیح هندسی

تصحیحات هندسی به دو صورت دو بعدی و سه بعدی انجام می شود. اطلاعات برداری استفاده شده در این مطالعه نقشه های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ است. امکان تهیه مدل رقومی بر اساس این اطلاعات پوششی با قدرت تفکیک زمینی ۱۰ متر وجود دارد. اطلاعات ارتفاعی بکارگرفته شده شامل منحنی های میزان، نقاط ارتفاعی، شبکه آبریز، خطوط شکستگی، خط الرأس ها و خط القعر ها می باشد. تصویر ۴-۱۲ مدل های ارتفاعی (DEM) بلوک اهر و تبریز را نمایش می دهد.



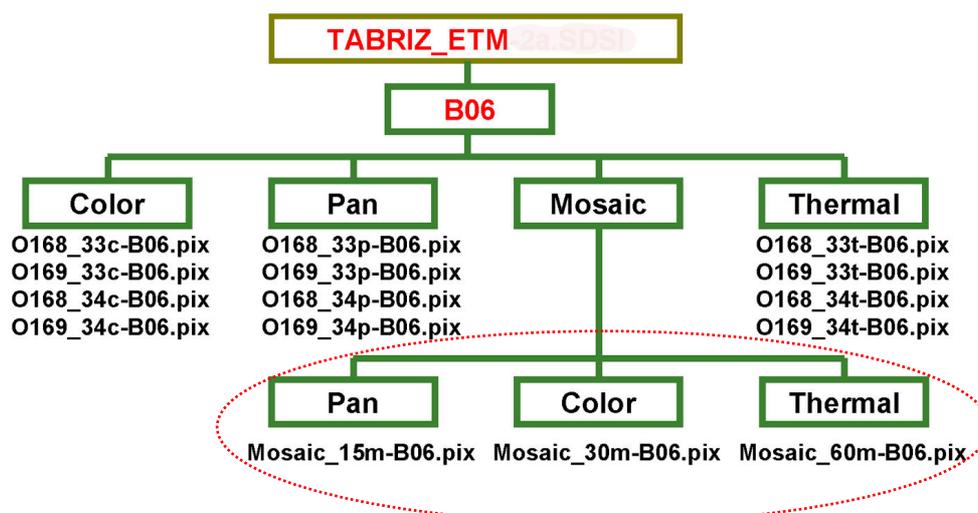
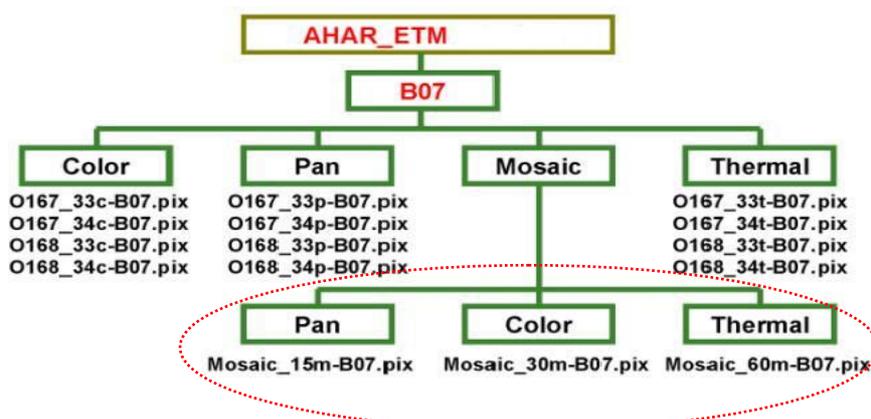
تصویر ۴-۱۲ الف مدل ارتفاعی اهر



تصویر ۴-۱۲ ب مدل ارتفاعی تبریز

تصویر ۴-۱۲ مدل ارتفاعی (DEM) بلوک های اهر و تبریز

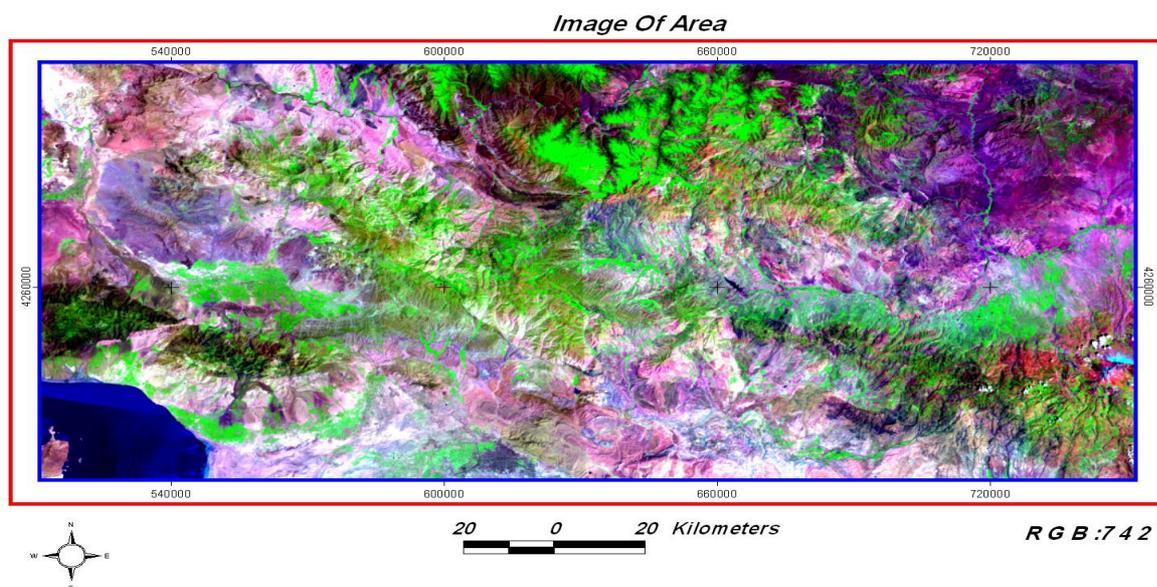
جهت تصحیحات از پارامترهای مداری و ۳۰ نقطه کنترل زمینی بصورت سه بعدی (استخراج X و Y از نقشه های توپوگرافی و Z از مدل ارتفاعی) استفاده گردید. دقت تصحیحات زیر پیکسل (کمتر از ۱۵ متر) می- باشد. بعد از تصحیحات تصاویر، موزائیک و یکپارچه شدند. تصویر ۴-۱۳ نحوه موزائیک صحنه های مطالعاتی را در هر بلوک به نمایش می گذارد.



تصویر ۴-۱۳ : نحوه موزائیک صحنه های مطالعاتی

۴-۸-۳- بارزسازی

بارزسازی تصاویر شامل رادیومتریک ، طیفی و مکانی است. در بارزسازی رادیومتریک دامنه هیستوگرام تصاویر بانواع روش های خطی و غیرخطی بسط داده میشود. جهت بارزسازی طیفی از سیستم رنگی قرمز سبز آبی R G B استفاده می گردد و در بارزسازی مکانی ، تصاویر با قدرت تفکیک مکانی مختلف در هم ادغام شده و ترکیب میشوند. در تصویر ۴-۱۴ می توان تصویر ماهواره ای گستره مورد مطالعه را بعد از پیش پردازش بصورت یکپارچه ملاحظه نمود.



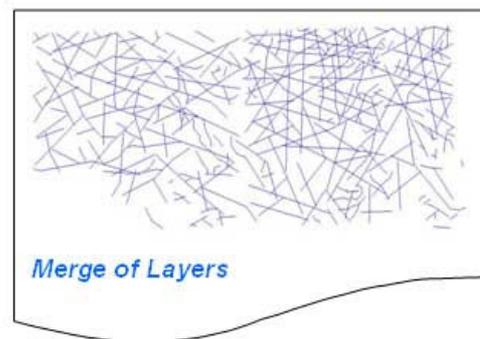
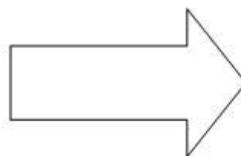
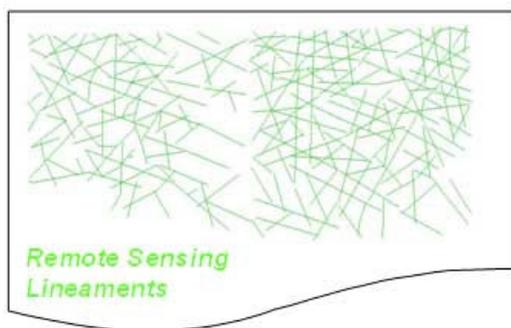
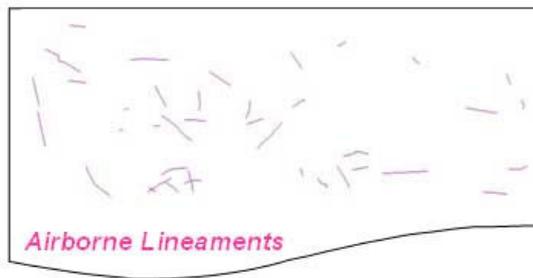
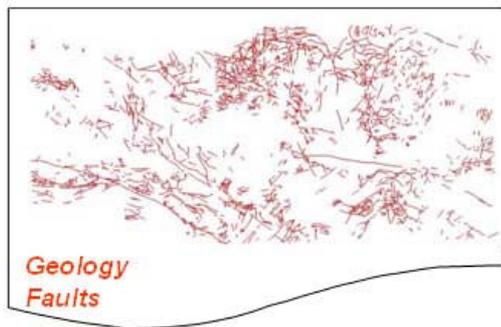
تصویر ۴-۱۴ : تصویر ماهواره ای گستره مورد مطالعه بعد از پیش پردازش

۴-۸-۴- آنالیز داده ها

هدف از آنالیز داده ها دستیابی به الگوی مؤثری جهت شناسایی ویژگی های تصویر می باشد که به دو صورت پردازش بصری و رقومی امکان پذیر است . در پردازش بصری کاربر از دانش خود استفاده می کند در حالی که در پردازش رقومی الگوی موردنظر کاربر توسط نرم افزار در طول مراحل انجام کار اعمال می شود. روش های پردازش رقومی عبارتند از: طبقه بندی تصاویر ، تحلیل مؤلفه های اصلی ، نسبت گیری بین باندها و فیلتر نمودن تصاویر. در واقع پردازش رقومی تفسیر بصری را بهبود می بخشد. اطلاعات استخراج شده از تصاویر در این بررسی لایه ساختاری و دگرسانی ها می باشد که در ذیل به آنها اشاره می شود.

۴-۸-۵- لایه ساختاری

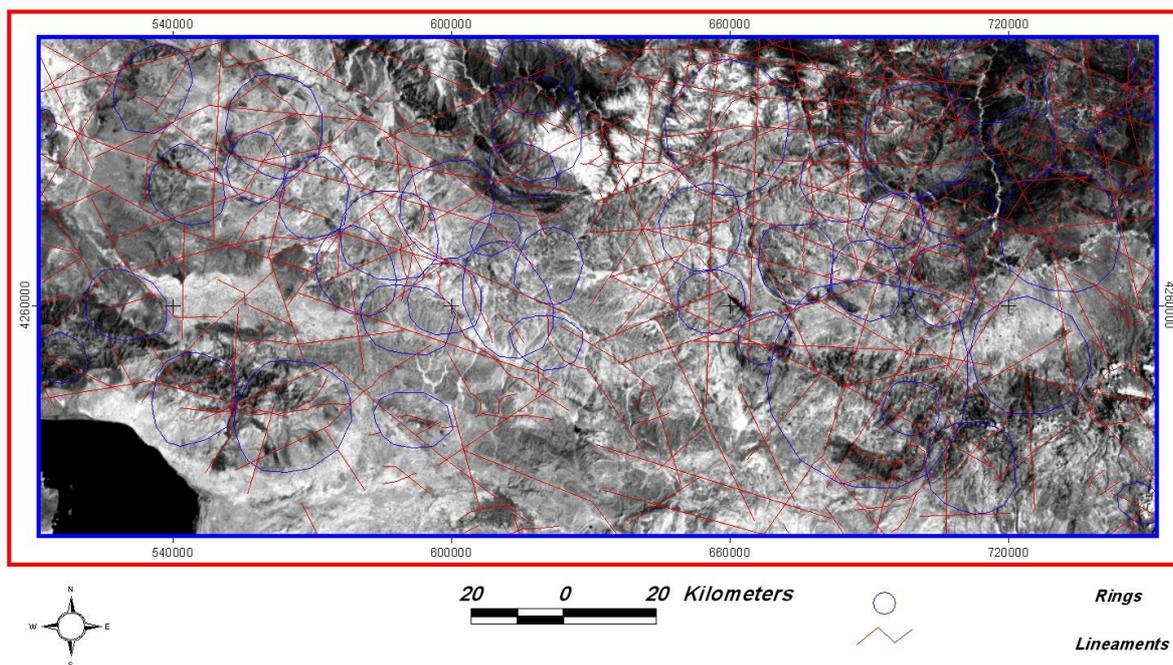
لایه ساختاری شامل خطواره ها و ساختار های حلقوی می باشد که ابتدا به نحوه استخراج خطواره ها پرداخته می شود. عوارض خطی از جمله عوارض با فرکانس بالا هستند که می توان جهت بارزسازی آنها از فیلتر های بالاگذر استفاده نمود. شناسایی خطواره ها بر روی تصاویر با ترکیب باندهای $R\ G\ B : ۷\ ۴\ ۲$ و آشکارسازی معادل سازی صورت گرفت و به منظور تفسیر بصری با درصد صحت بیشتر فیلتر بالا گذر $EdgeSharpening$ اعمال شد. علاوه بر خطواره های بدست آمده از تصاویر، گسله های نقشه های زمین شناسی $۱:۲۵۰۰۰۰$ و خطواره های ژئوفیزیک هوایی مورد بررسی قرار گرفتند و پس از مقایسه بین این سه لایه ، لایه نهائی ساختاری با نظر کارشناسان بدست آمد. از آنجائی که ساختارهای کوچک و محلی کمتر در متالوژنی نقش دارند روندهای اصلی و یکپارچه جدا شدند. همانطور که ملاحظه می شود روند غالب شمال باختر - جنوب خاور است و تعدادی گسستگی شمال خاوری نیز وجود دارد (تصویر ۴-۱۵).



تصویر ۴-۱۵: لایه نهایی خطوارها

پس از استخراج خطواره ها ، ساختارهای حلقوی نیز جدا شدند. این ساختارها بیانگر احتمال وجود نفوذی ها در زیر سطح زمین می توانند باشند. بنابراین شواهدی دال بر آثار کانه زائی در منطقه هستند. در تصویر ۴-۱۶ لایه ساختاری نهائی نشان داده شده است.

Structure



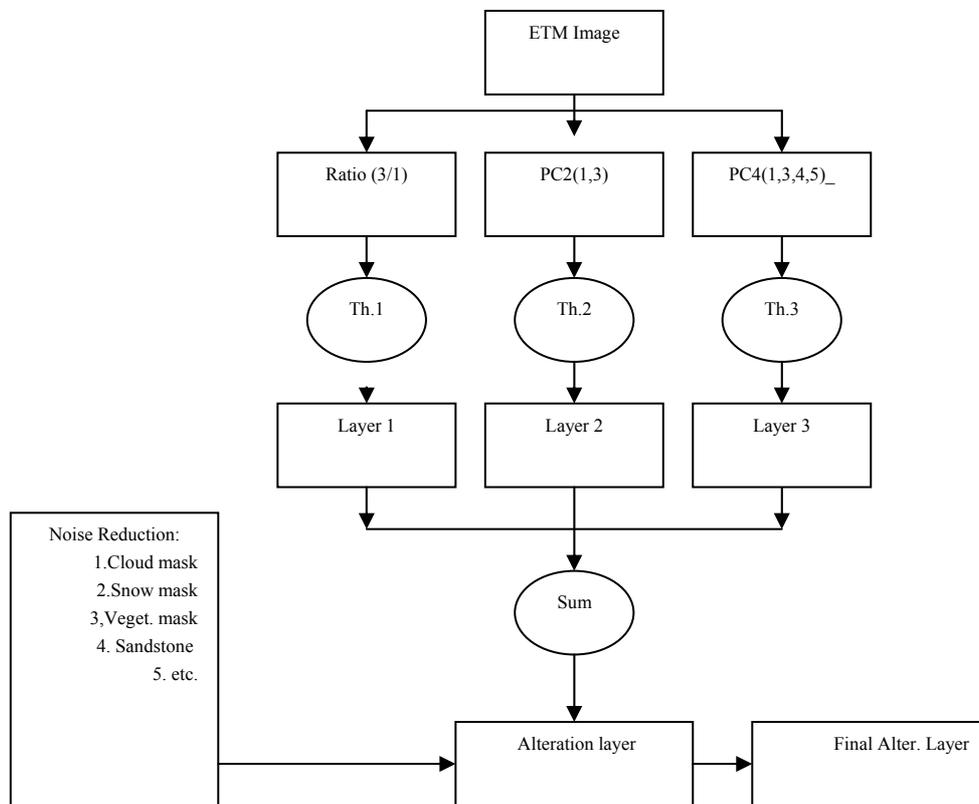
تصویر ۴-۱۶: لایه ساختاری

۴-۸-۶- لایه دگرسانی

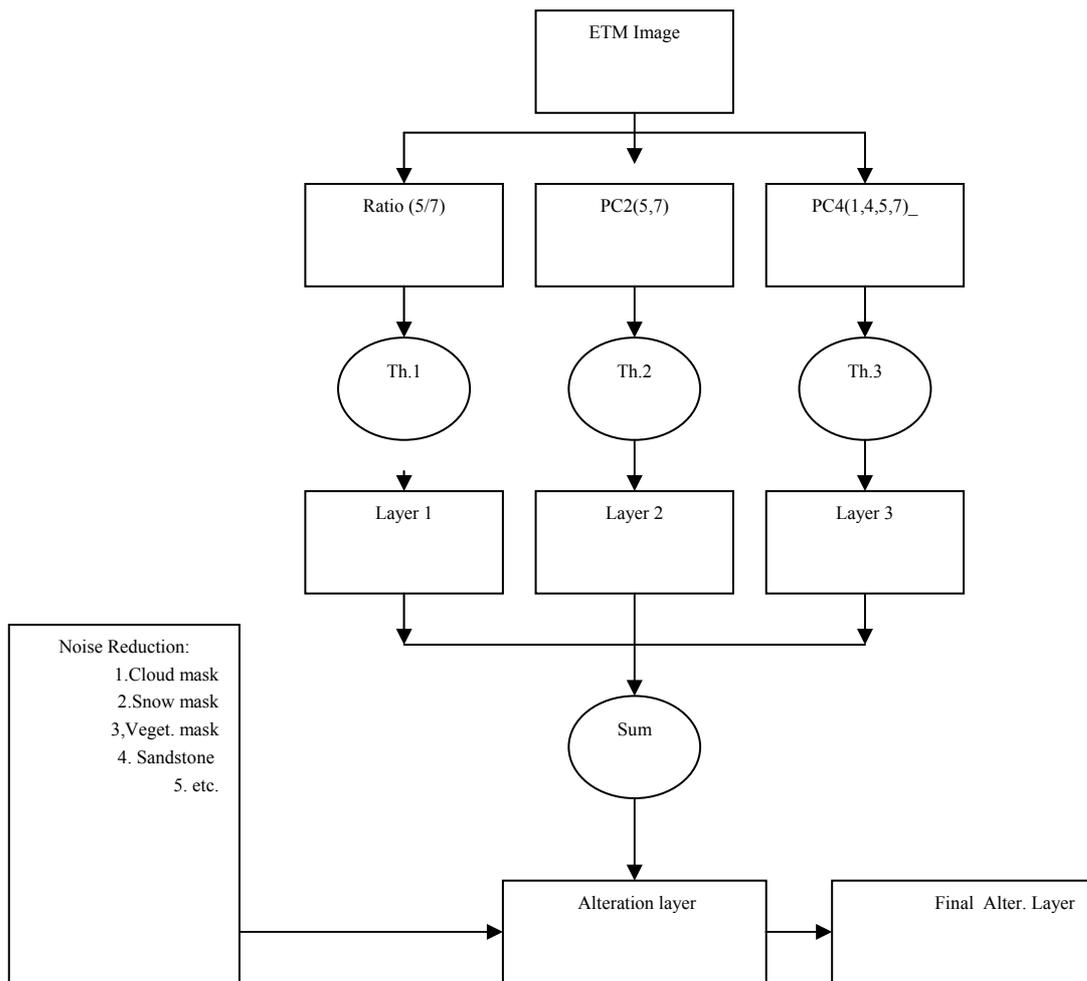
در این مطالعه دگرسانی های اکسید آهن و رسی جدا گردید. قبل از انجام آنالیز، بدلیل وجود پوشش گیاهی در گستره، شاخص پوشش گیاهی اعمال گردید (NDVI) تا خطا در محاسبات آماری به حداقل ممکن برسد. با توجه به منحنی طیفی آهن، این عنصر در باند ۳ بیشترین بازتاب و در باند ۱ کمترین را دارد. در نتیجه جهت جداسازی مناطق دگرسان از نسبت طیفی ۳ به ۱ و همچنین از دومین مؤلفه اصلی باندهای ۱ و ۳ به جهت بیشترین اختلاف در باندهای ۱، ۳ استفاده گردید. علاوه بر این، از چهارمین مؤلفه اصلی باندهای ۱، ۳، ۴ و ۵ نیز استفاده شد. سپس طبق روش حد آستانه (Thresholding) یک مقدار حد آستانه برای سه تصویر بدست آمد (تصویر ۴-۱۷).

لایه دگرسانی رس نیز طی روندی مشابه تهیه گردید (تصویر ۴-۲۰). در این مرحله از نسبت باندی ۵ به ۷، دومین مؤلفه اصلی باندهای ۵، ۷ و چهارمین مؤلفه اصلی باندهای ۱، ۴، ۵ و ۷ استفاده شد. لازم به ذکر است مناطقی که دگرسانی نبودند و در طی پردازش به صورت دگرسانی بارز شده بودند با کمک نقشه های زمین

شناسی و فیلترگذاری حذف گردیدند. در تصویر ۴-۲۰ دگرسانی های رسی و آهنی منطقه ارائه شده اند. همانطور که مشاهده می شود دگرسانی ها از دو رژیم تکتونیکی فشارشی و کششی ناحیه پیروی می کنند.

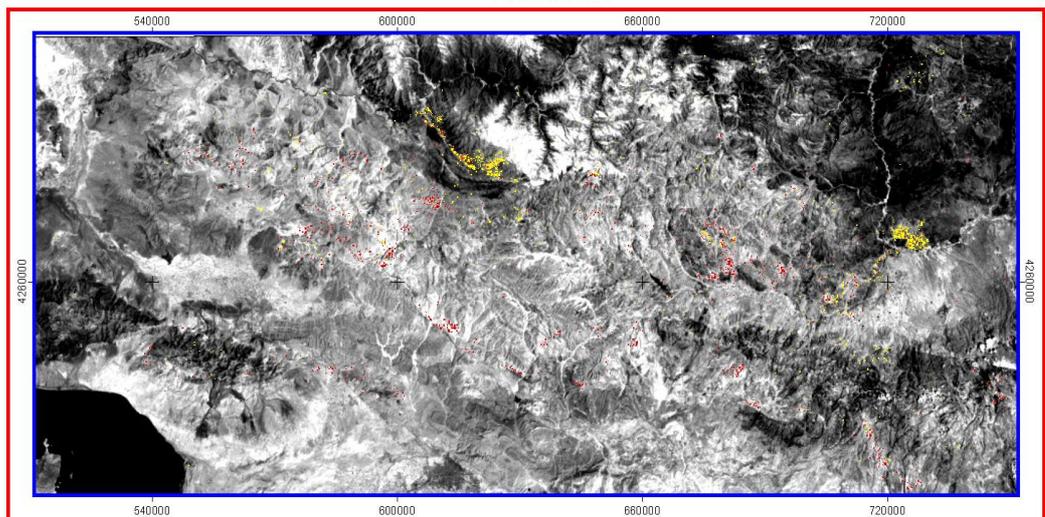


تصویر ۴-۱۷: روند استخراج لایه دگرسانی اکسید آهن



تصویر ۴-۱۸: روند استخراج لایه دگرسانی

Alterations



20 0 20 Kilometers

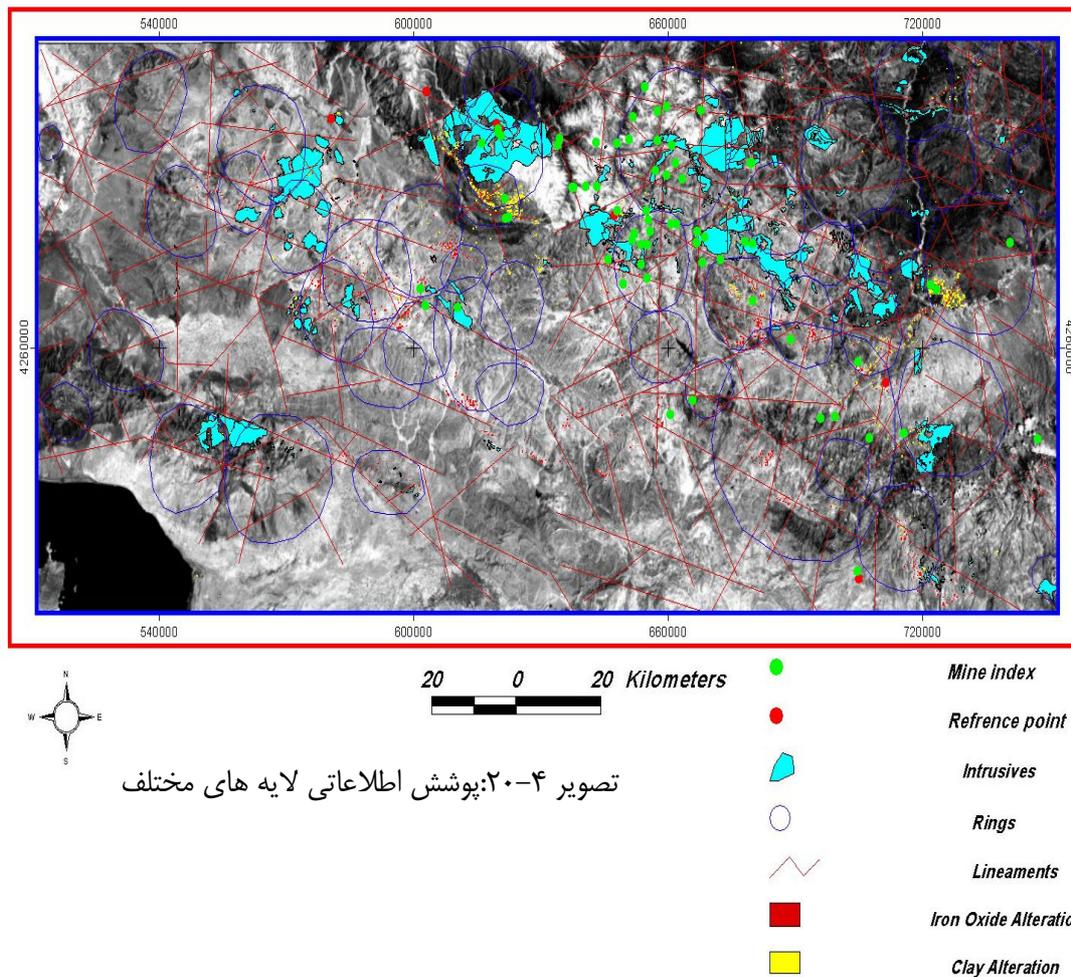
Yellow Clay Alteration
Red Iron Oxide Alteration

تصویر ۴-۱۹: دگرسانی ها

۴-۸-۷- نتیجه

در نهایت به منظور بررسی صحت آنالیز داده ها، لایه ساختاری و دگرسانی با لایه های اطلاعاتی دیگر از جمله اندیس های معدنی، سنگ های نفوذی منطقه، نقاط مرجع (نقاطی که در مطالعات میدانی کانی سازی آنها مشاهده شده است) مورد مقایسه قرار گرفتند همانطور که در تصویر ۴-۲۰ ملاحظه می شود انطباق خوبی بین داده ها وجود دارد.

Overlay of Layers



۹-۴- پردازش و تهیه نقشه های نشانگر گسله ها و ساختارهای حلقوی

در این مرحله ابتدا گسل های تصحیح شده در چهار گروه با روندهای (به ترتیب اهمیت) WE, NS, NE, NW تفکیک شدند، زیرا طبق نظر مشاور زون هر روند اهمیت خاص خود را در کانی سازی داشته است. از آنجا که گسل ها نه در مفهوم خطوط بلکه در وسعت زون یا زون های گسله مد نظر هستند به منظور ارزش دار کردن این محدوده و مشخص نمودن بهترین شعاع از نظر داشتن بیشترین ارتباط با کانی سازی، نقشه با فر گسل ها در یک کلاس ۳۰۰ متری برای هر چهار گروه تهیه شد (نقشه ۵-۲). همچنین براساس اهمیت در کانی سازی به ترتیب جهت های یاد شده ارزش دهی شده (به روشی که محل تقاطع گسلها دارای بالاترین ارزش گردیدند زیرا محل تقاطع عوارض خطی بهترین مکان برای کانی سازی می باشند) و بدین ترتیب در این مرحله نیز نقشه نشانگر گسله ها بعد از ارزش دهی تهیه و مدل سازی نهایی مورد استفاده قرار گرفت.

ساختارهای حلقوی حاصل از تفسیر اطلاعات ماهواره ای نیز بعد از تصحیح هر کدام جداگانه براساس مساحت به سه گروه (ساختارهای بزرگ، متوسط و کوچک) تقسیم شدند، زیرا این عوارض نیز براساس مساحت تأثیر خاص خود را در کانی سازی داشته اند و بدین ترتیب نقشه نشانگر آنها نیز تهیه گردید.

فصل پنجم :

مدلسازی و معرفی نواحی امید بخش

معدنی

۵-۱- مقدمه

همانگونه که در صفحات پیش اشاره شد مدلسازی و شناسایی نواحی امیدبخش، بستگی زیادی به چگونگی آماده سازی و پردازش داده ها و استخراج پارامترهای زایشی از یک سو و بکارگیری مدل های مناسب تلفیق و ارزش دهی آنها از سوی دیگر دارد در مطالعه زون اکتشافی اهر- ارسباران از دو فاز بهره گرفته شده که در فاز اول نتایج دو روش fuzzy logic و Overlay آورده شده است که در آن داده های ژئوفیزیک هوایی با فاصله پرواز ۵۰۰ متر برای بخش محدودی از زون موجود می باشد که تلفیق جداگانه ای برای این بخش صورت گرفته است که توسط خانم اشرفیان فر و موسوی انجام گردیده است .

و در فاز دوم از روش مدلسازی بر اساس تیپ های مختلف کانسارها (USGS) که در این فصل به تفصیل آورده شده است که توسط آقایان موسوی و حیدری انجام شده است .

۵-۲- فاز اول

۵-۲-۱- مدل پرفیری

این زیرزون با مشخصات ژئودینامیکی قوس ولکانو- پلوتونی و تراز رخنمون متوسط برپایه متالورژی مشروح در قبل استعداد دو نوع کانی زائی «مس و طلای پورفیری و طلای اپی ترمال» دارد.

کل زون بدون احتساب داده های ژئوفیزیک هوایی به روش Simple overlay و fuzzy logic برای مس و طلای پرفیری تلفیق گردیده سپس با استفاده از روش overlay برای قسمتی که داده ژئوفیزیک هوایی موجود بود تلفیق دوم صورت گرفته است.

اطلاعات مورد استفاده و ارزشهای داده شده برای مس و طلای پرفیری به ترتیب زیر می باشد (شکل ۵-۲):

شامل

۱- آلتراسیون هیدرو ترمالی بدست آمده از تصاویر دورسنجی

۲- آنومالیهای ژئو شیمیائی

۳- اندیسها و کانسارهای فلزی

۴- آلتراسیون هیدرو ترمالی دگرسانی گرمایی تفسیر شده از داده های ژئوفیزیک هوایی

۵- دگرسانی پتاسیک (phyllitic) حاصل از تفسیر داده های ژئوفیزیک هوایی

۶- ساختارهای حلقوی بدست آمده از تصاویر دورسنجی

۷- گسلها در سه جهت مختلف

۸- سنگهای منشأ (Heat source)

۹- سنگهای میزبان (Host geology)

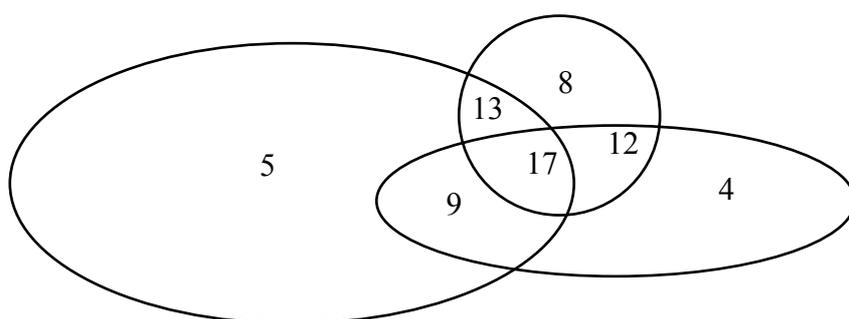
در روش Simple overlay، با توجه به تأثیر هر کدام لایه های اطلاعاتی در کانه زایی از نوع پرفیری، ارزشهای متفاوتی به این لایه ها (بین ۱ تا ۵) داده شده و سپس تلفیق نهایی انجام پذیرفته است (نقشه ۵-۳). در روش فازی نیز لایه های اطلاعاتی فوق بین صفر تا یک ارزش گذاری شده و سپس تلفیق نهایی انجام پذیرفت (شکل ۵-۴).

با ملاحظه نقشه های (۴-۵) (۳-۵)، ملاحظه می شود که نتایج حاصل از دو روش simple overlay و fuzzy logic بسیار نزدیک می باشد. این مسئله با توجه به متفاوت بودن اساس دو روش فوق الذکر نشان دهنده صحت نسبی مدلسازی های انجام شده است.

۵-۲-۲- روش Simple Overlay

برپایه مدل های تعیین شده در قبل، کلیه لایه های مورد نیاز آماده و ارزش گذاری شده و به روش Simple Overlay تلفیق گردیده است. در این روش کلیه لایه های اطلاعاتی بر اساس اطلاعات و دانش موجود ارزش گذاری شده است. نتایج مدلسازی های صورت گرفته به صورت نقشه های مناطق امید بخش در شکلهای آورده شده است.

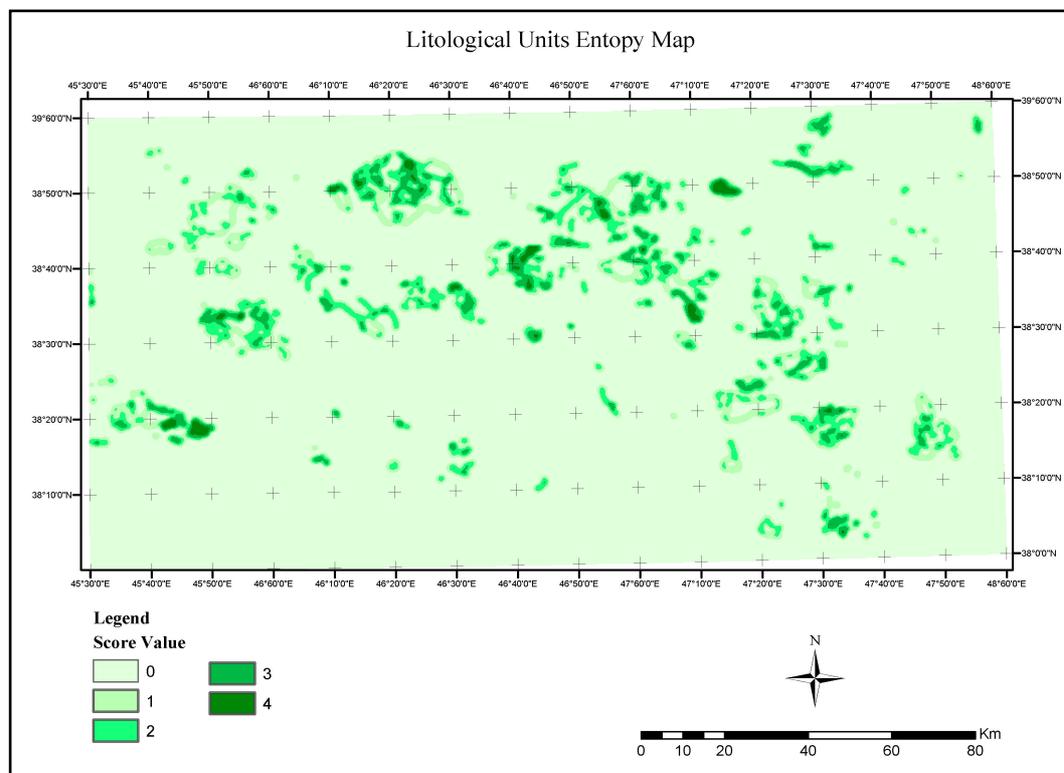
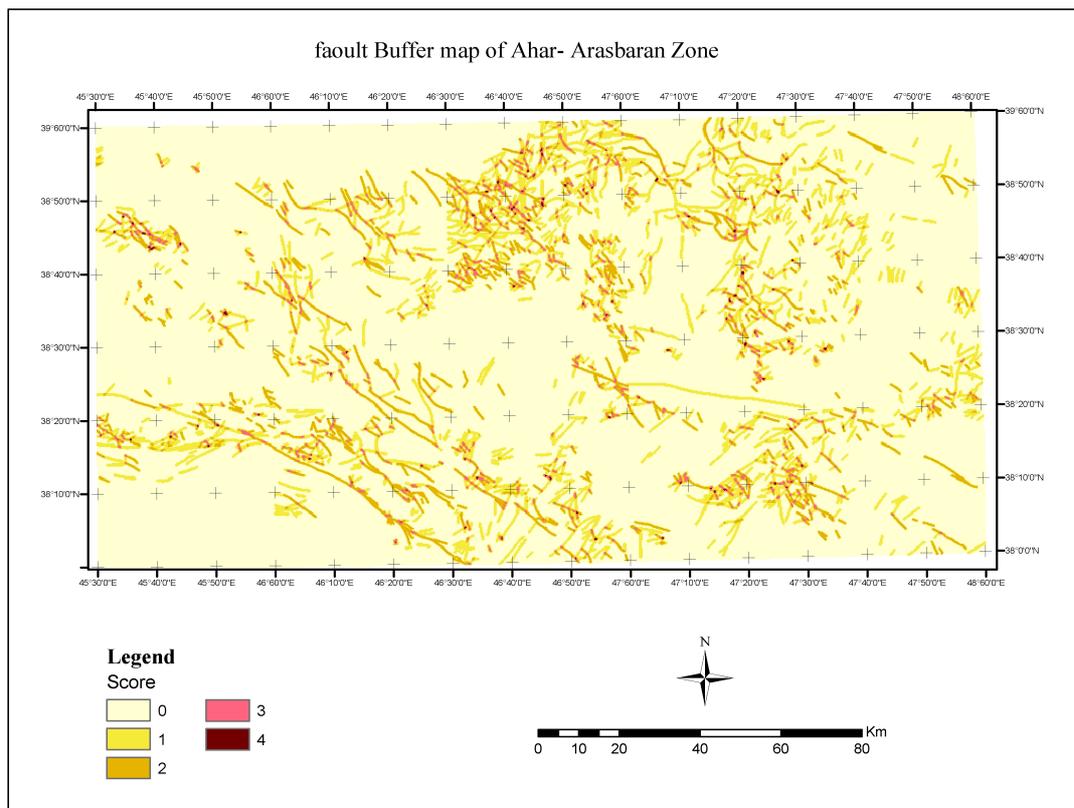
در زیر شکلی (شکل ۵-۱) از نحوه تلفیق در روش Simple Overlay آورده شده است. در این روش لایه های مختلف با ارزشهای مختلف با هم جمع شده اند. همچنین فرمولی آورده شده که رابطه بین لایه ها را نشان می دهد. در این فرمول S ارزش وزن دار شده است S_{ij} ارزش کلاس J ام از لایه I ام می باشد.

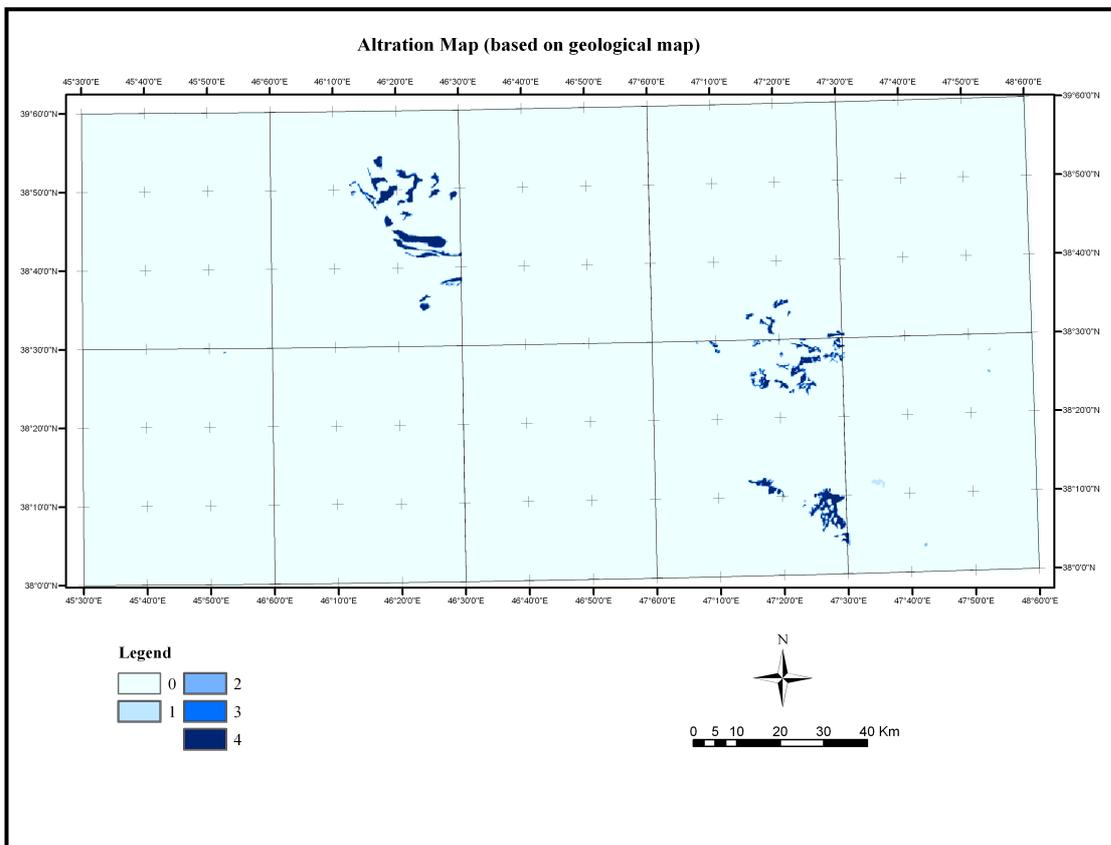
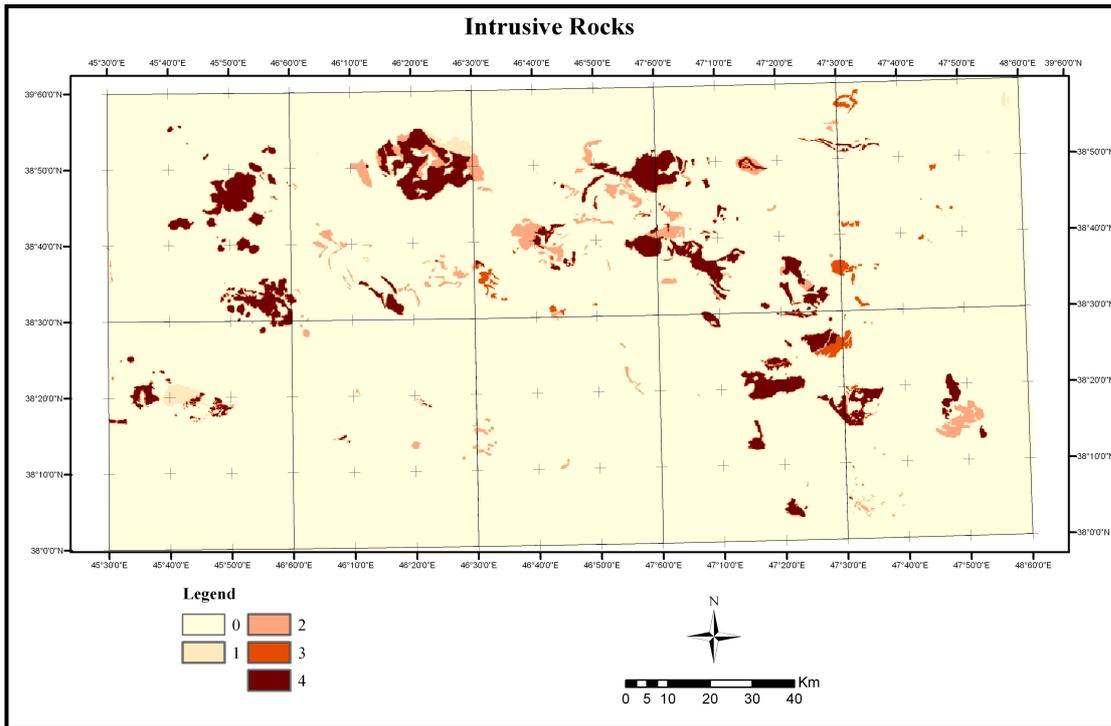


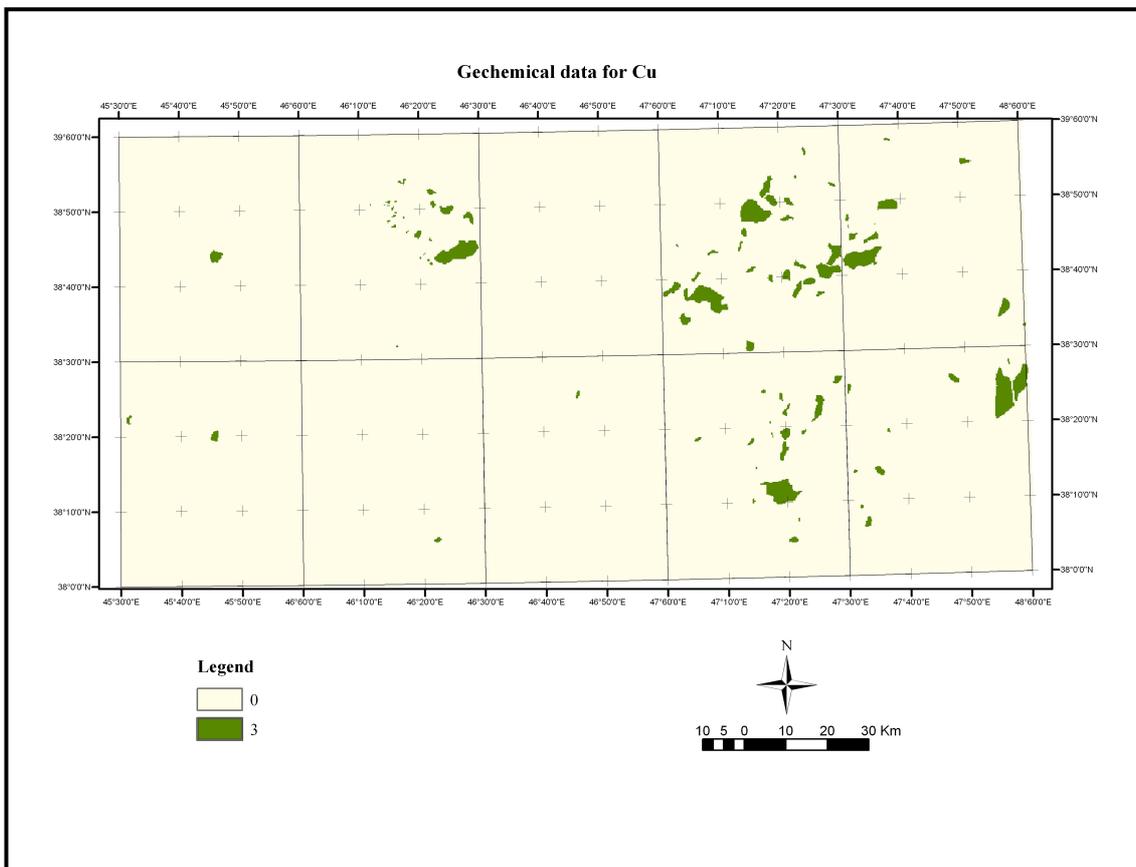
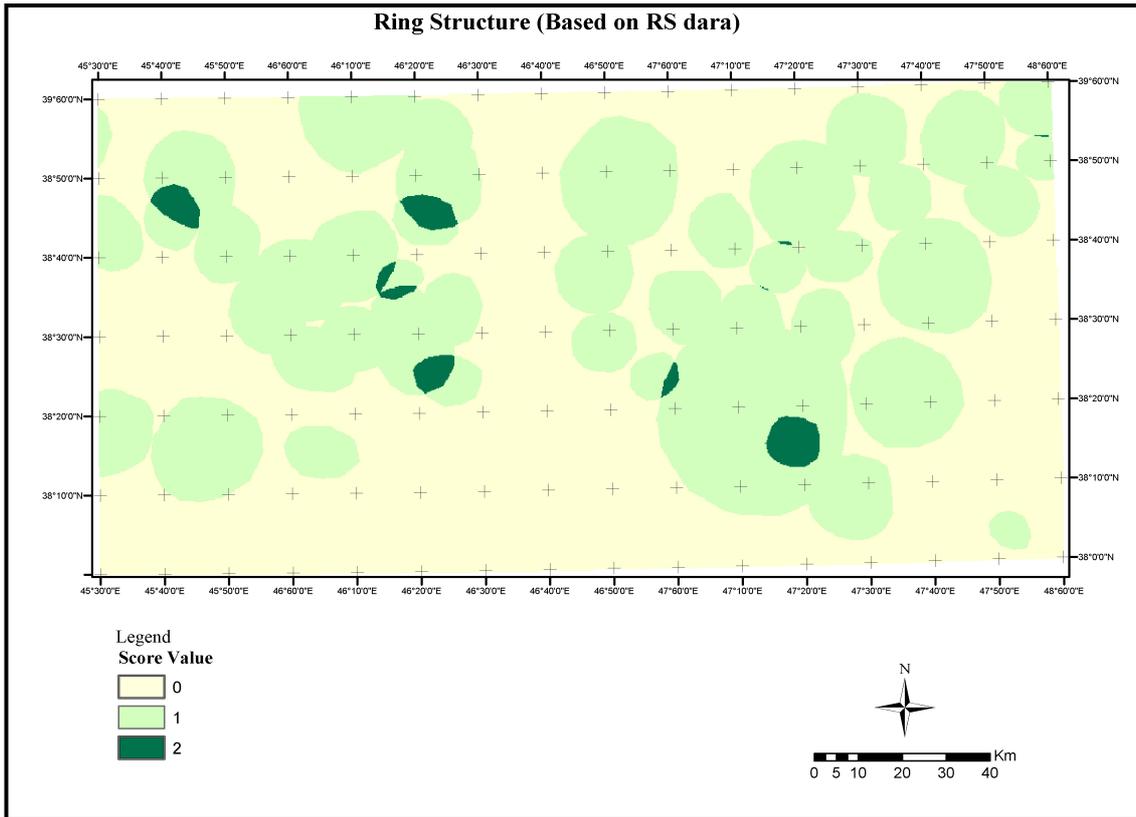
(شکل ۵-۱)

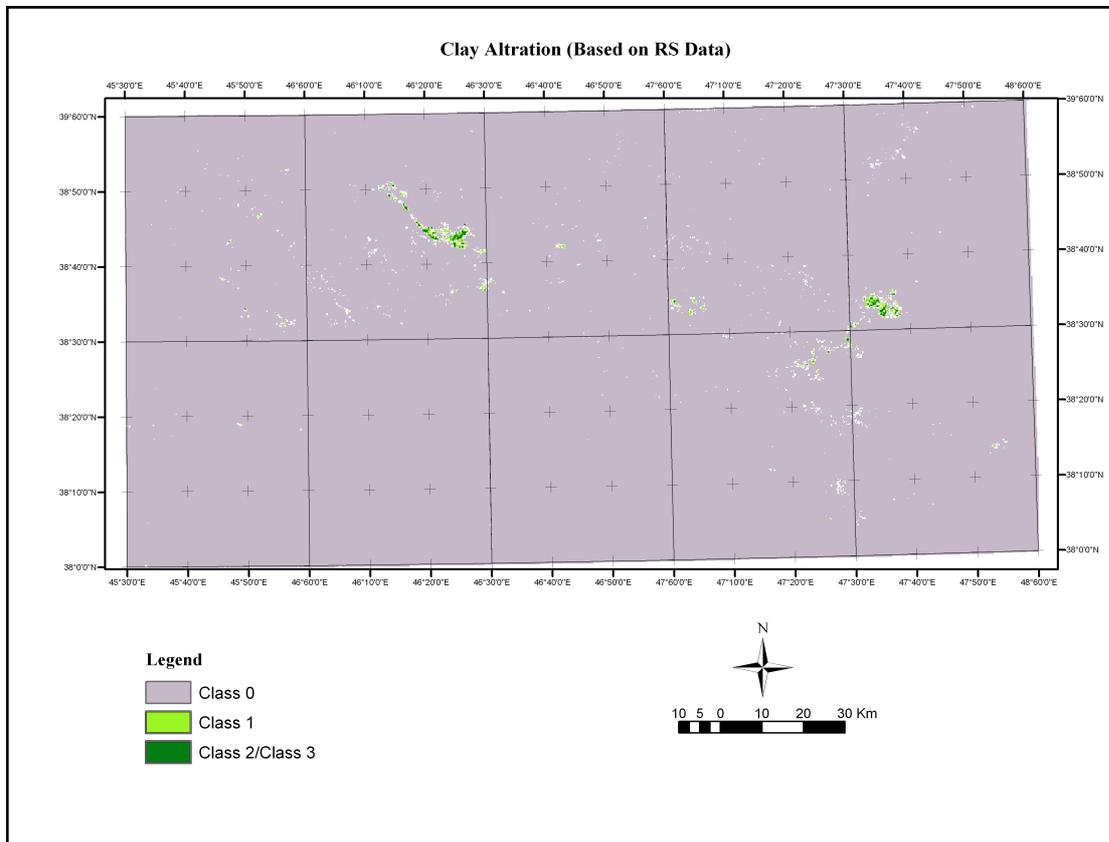
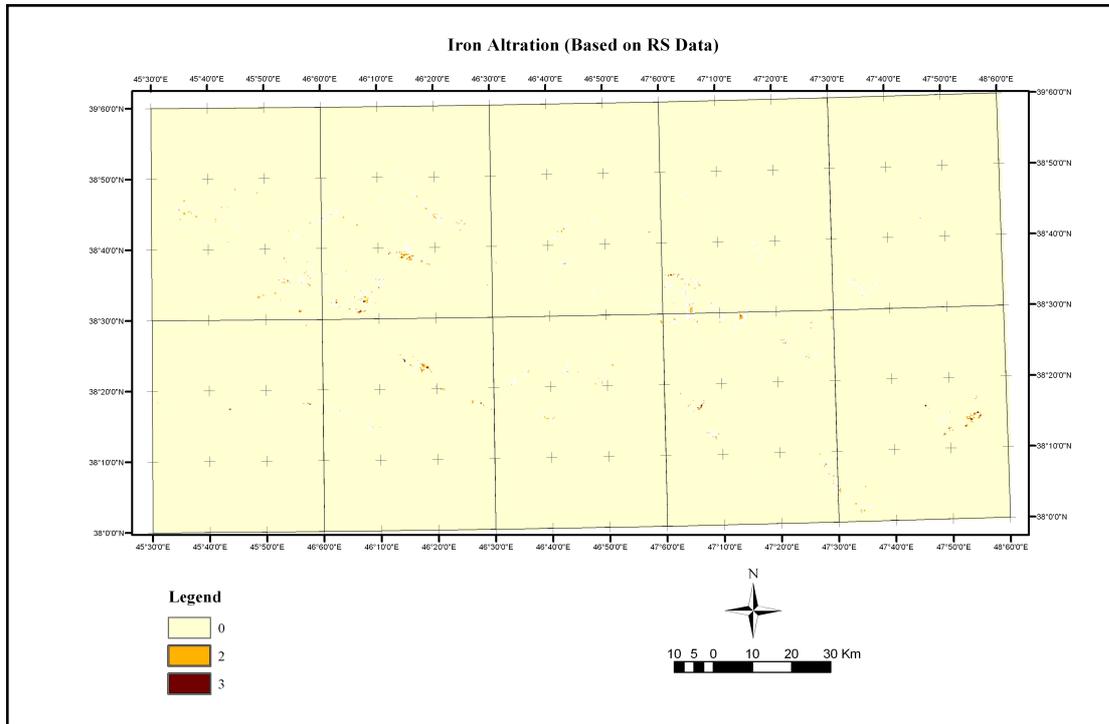
$$\bar{S} = \sum_i^n S_{ij} W_i$$

۵-۲- لایه‌های استفاده شده در تلفیق به روش Simple Overlay

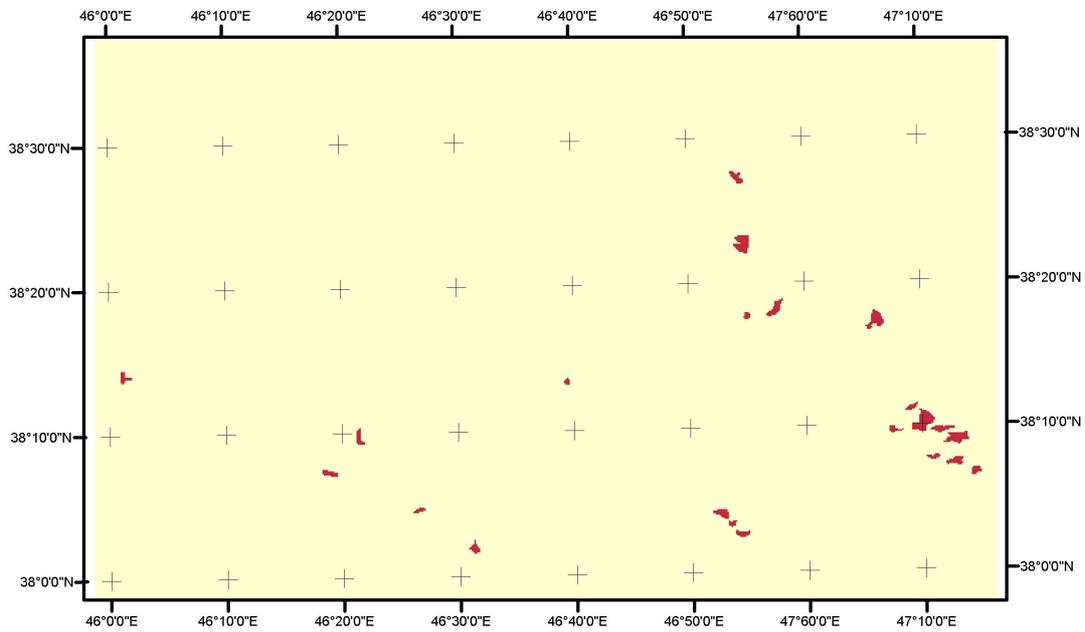




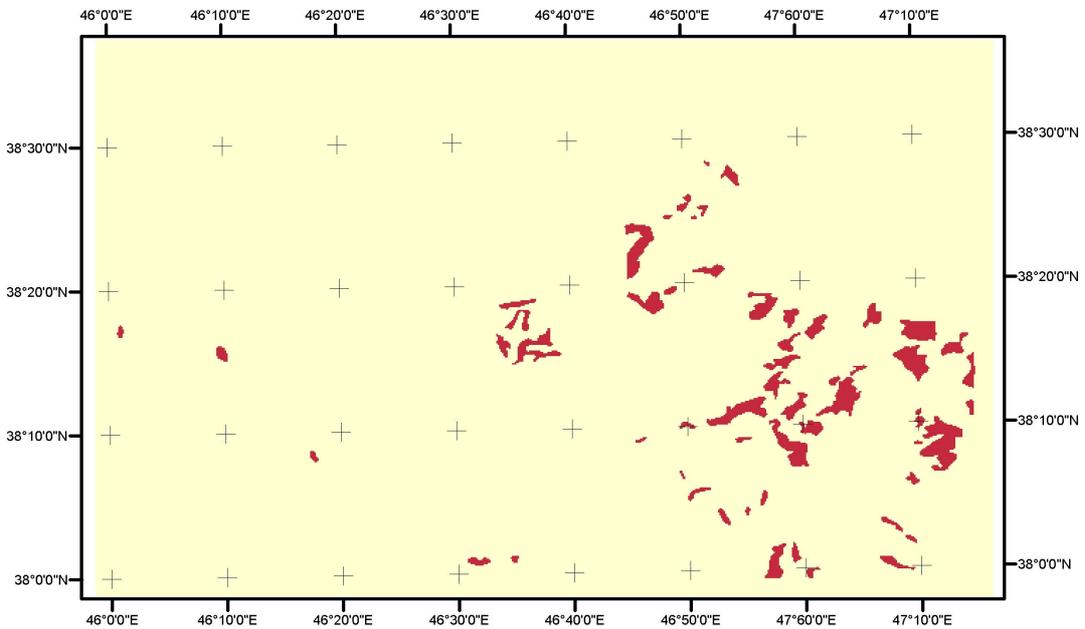




K Altration Map

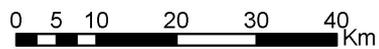
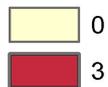


High K Alteration

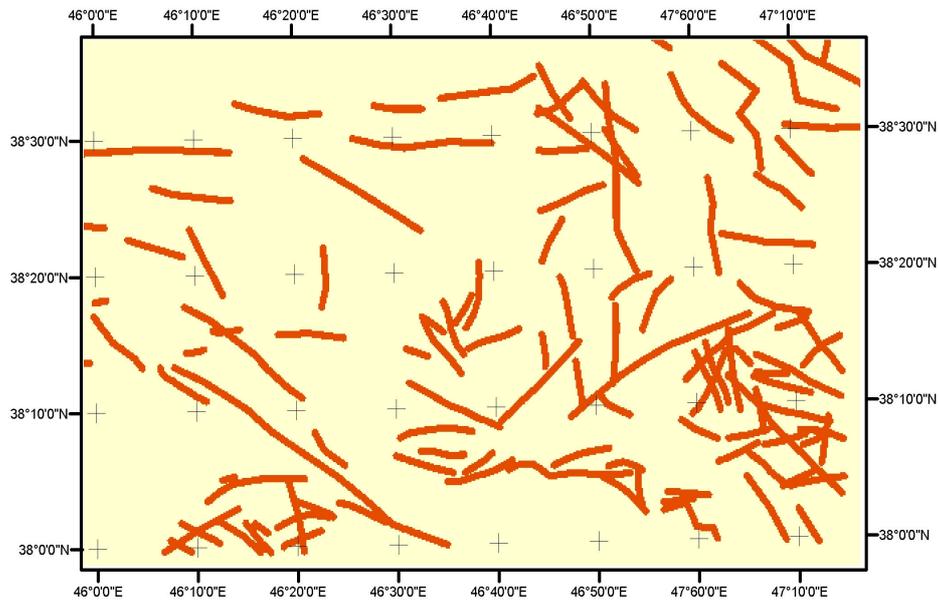


Legend

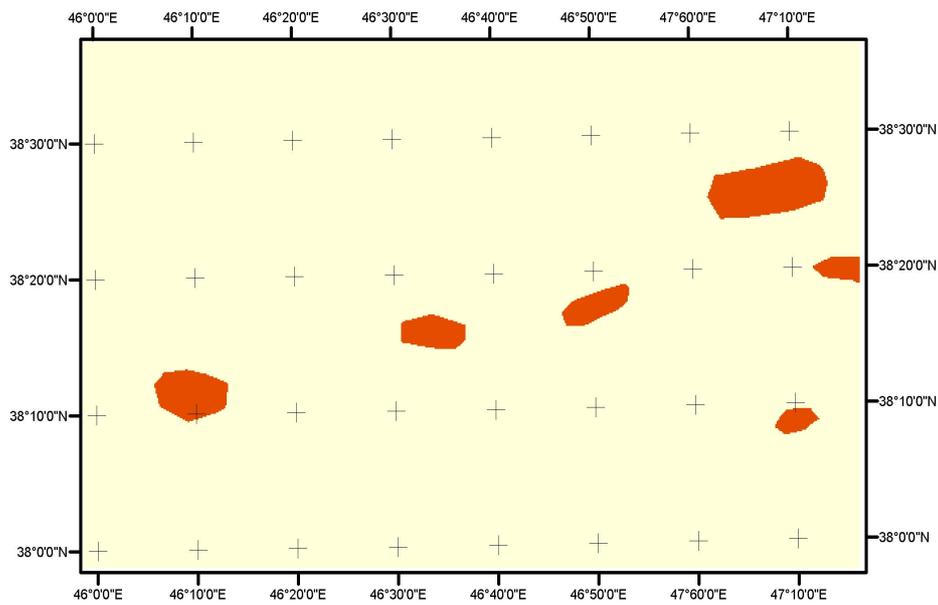
Score value



Fault buffer Map

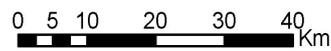
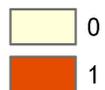


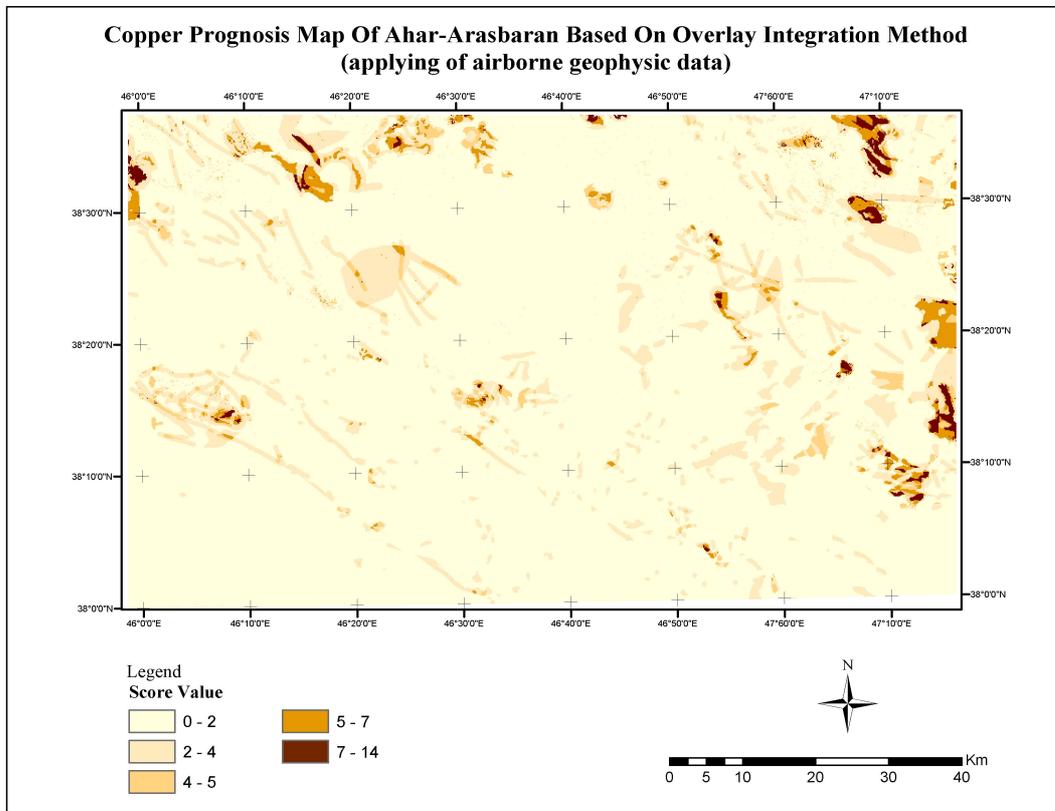
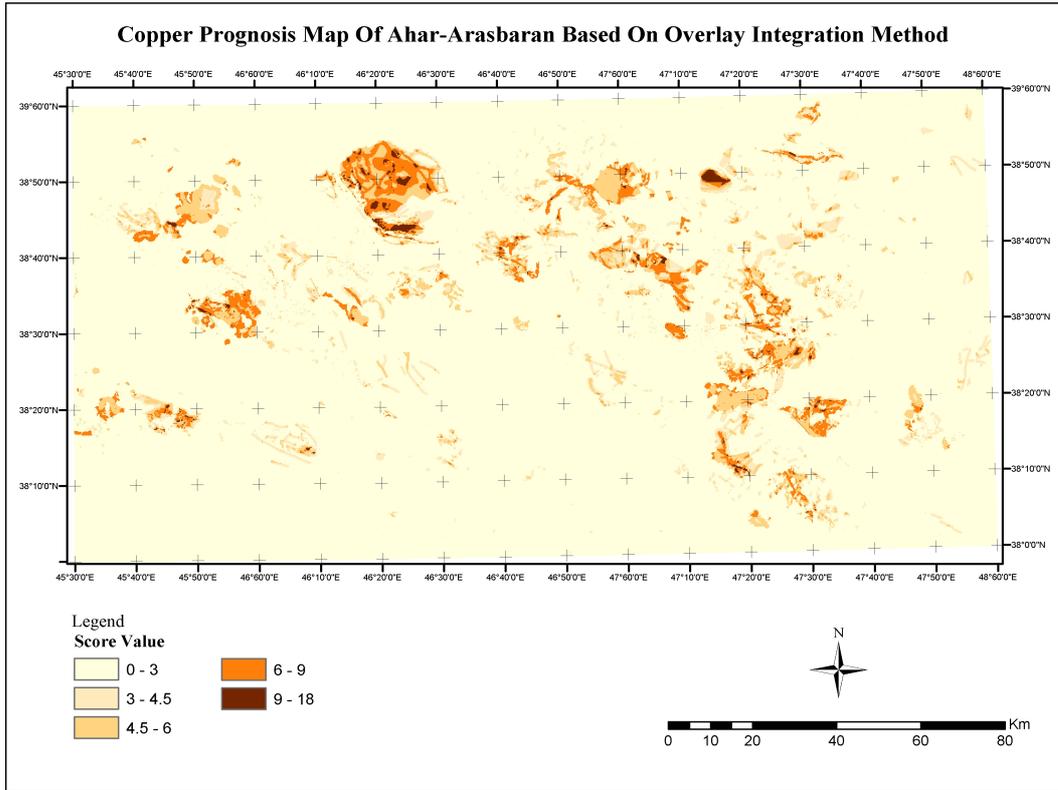
Shallow depth mass



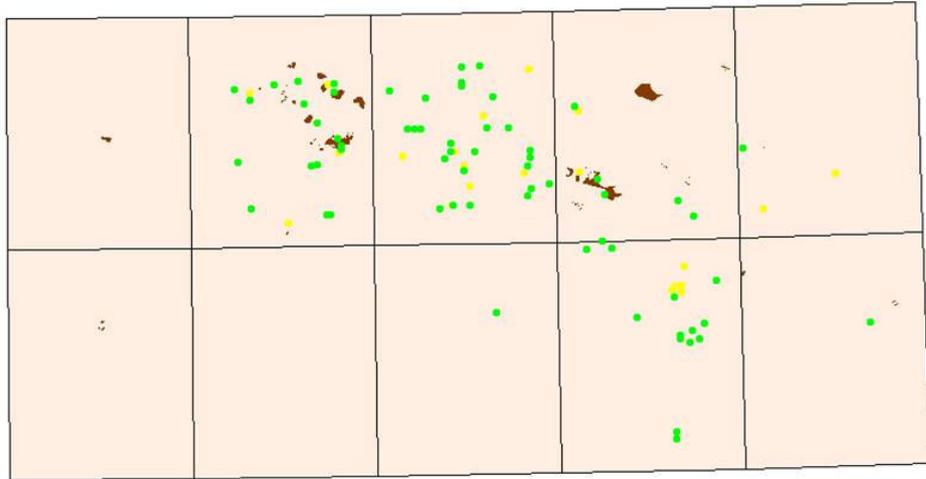
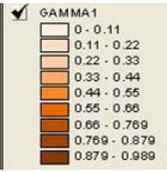
Legend

Score Value





Copper Prognosis Map Of Ahar-Arasbaran Based On Fuzzy logic Integreation Method



شکل ۴-۵