

وزارت معادن و فلزات  
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی  
پروژه اکتشافات سیستماتیک در کمر بند  
ارومیه دختر

برگه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ شهر بابک

مجری طرح:  
محمد جواد واعظی پور

مرداد ماه ۱۳۷۸

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور  
تاریخ:  
شماره ثبت: ۸۱۷۳۸

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## فهرست

تشکر و قدردانی

پیشگفتار

فصل اول - ژئوفیزیک هوائی

فصل دوم - دورسنجی

فصل سوم - زمین شناسی ساختمانی

فصل چهارم - سنگ شناسی

فصل پنجم - ژئوشیمی

فصل ششم - سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS

## تشکر و قدر دانی

اسامی همکارانی که با تلاش پیگیر خود در پیشبرد پروژه نقش مؤثری داشته اند و جا دارد از زحمات آنها قدر دانی شود.

- ۱- ژئوفیزیک هوایی: خانم آنوشا هاشمی
  - ۲- دورسنجی: خانم سیمین مهدیزاده تهرانی، آقای وحید فتوتی، آقای ناصر نعیمی قصابیان، خانم طیبه سامانی
  - ۳- زمین شناسی ساختمانی: دکتر جمشید حسن زاده، آقایان پیمان سیاح، آرش شریفی، کیوان عبدالوهابی گیلانی، علی پندآموز، کامبیز طهیری و اسماعیل حیدری
  - ۴- سنگ شناسی: دکتر جمشید حسن زاده، آقایان پیمان سیاح، آرش شریفی، کیوان عبدالوهابی گیلانی، علی پندآموز و کامبیز طهیری و اسماعیل حیدری
  - ۵- ژئوشیمی: آقایان رامین هندی، پیام سودی شعار، مسعود فهیمی، داود نوروزی، بهرام ابوالقاسمی، و خانمها مریم دهقان و آوا اشراق
  - ۶- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS): خانمها مریم هاشمی، طاهره صدیقی، دنیا علایی امید
  - ۷- تهیه نقشه و تایپ گزارش خانم طاهره بقایی، خانم کبری شیری، خانم مریم رنجبر پور
- در اینجا لازم است از مساعدتهای جناب آقای مهندس بهروز برنا قائم مقام محترم طرح اکتشاف سراسری کمال تشکر را می نمایم. همچنین لازم است از زحمات معاونت محترم آزمایشگاهی سازمان که در جهت آنالیز نمونه کمال همکاری را داشته اند تشکر شود.

محمد جواد واعظی پور

مجری طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی

## پیشگفتار

کمر بند ولکانیکی ارومیه- دختر را شاید بتوان بعنوان پربتانسیل ترین کمر بند معدنی کشورمان معرفی کرد. که با طول بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر و با پهنای متوسط حدود ۵۰ کیلومتر و امتداد شمال غرب- جنوب شرق یک سیستم پلوتو ولکانیکی ترشیر را تشکیل میدهد. کانسار های بزرگی درون این زون واقع می شوند که عمدتاً از تپ های پرفیری، اسکارنی و رگه ای مس، طلای اپی ترمال و عناصر دیگر می باشند. این زون از دیر باز مورد توجه صنعت معدن کشور بوده است. جدیداً شرکتهای داخلی و خارجی چندی، به انجام عملیات اکتشافی در این زون علاقمندی نشان داده و مشغول بکار شده اند. روش کار اکثر این شرکتهای برای انجام عملیات اکتشافی در پهنه ای به گستردگی زون ارومیه- دختر روش مرکب (یا ترکیبی) است که در آن داده های ژئوفیزیک هوایی و دورسنجی با داده های زمین شناسی ساختمانی و سنگ شناسی و همچنین داده های ژئوشیمیائی تلفیق شده و انتگرال آن به منظور انتخاب مناطق امید بخش مورد استفاده قرار می گیرد. بدیهی است چنین روشی ریسک انتخاب مناطق را تا حد قابل توجهی کاهش می دهد. مدلسازی های حاصل بر مبنای تلفیق اطلاعات فوق می تواند بعنوان ابزاری جهت تعیین هر چه دقیق تر مناطق امید بخش و حذف مناطق بی حاصل بکار رود.

گزارش حاضر در چهارچوب منطبق کاری فوق بر اساس شرح خدمات پیشنهاد شده (به استثنای برداشتهای ژئوفیزیک زمینی و یا گاماسنجی و لیتوژئوشیمیائی) انجام گرفته است. در این خصوص شش گروه کاری بترتیب زیر عملیات را آغاز کرده اند:

(۱) ژئوفیزیک هوایی- دورسنجی

(۲) سنگ شناسی- زمین شناسی ساختمانی- ژئوشیمی

(۳) سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS)

هر یک از گروههای فوق پس از آشنایی با شرح خدمات تهیه شده در پروژه و تشریح آن، کار را آغاز کرده اند. گزارش مربوط به هر یک از گروهها بترتیبی که در فوق ذکر گردید در این گزارش آورده شده است. از گروههای مختلف خواسته شده است تا گزارش خود را مطابق بندهای شرح خدمات تهیه و ارائه نمایند تا کنترل آن با شرح خدمات امکان پذیر باشد. گزارش هر گروه بدون کم و کاست و با ذکر نام مسئولین امر در همین گزارش آورده شده است. بدیهی است برای تلفیق اطلاعات و مدلسازی نیاز به جمع بندی داده های حاصل از همه گروهها بوده است. لذا در یک دوره شش روزه در جلسات مشترکی که تمام دست اندر کاران گروههای مختلف حضور داشته اند اطلاعاتشان مورد

مدل سازی قرار گرفت تا بر اساس امتیازات حاصله بتوان آنومالیاها را رتبه بندی و مناطق امیدبخش را در مساحت ۹۲/۱ کیلو متر مربع ارائه کرد. این مساحت حدود ۳/۷ درصد از کل مساحت تحت پوشش است.

طبق شرح، ارائه مناطق امیدبخش در حد یک درصد مطلوب می باشد البته به طور میانگین در تعدادی از ورقه های مجاور هم یک زون را تشکیل دهند. ولی به علت عدم انجام ژئوفیزیک زمینی و ژئوشیمی هم چنین پتانسیل بالای معدنی، انتخاب یک درصد از مناطق نهایی ارائه شده در این گزارش با ریسک از دست دادن مناطق امید بخش همراه است. در صورتیکه در مناطق انتخاب شده عملیات ژئوفیزیک زمینی و لیتوژئوشیمیایی صورت پذیرد، امکان حذف و مساحت تا حد یک درصد فراهم خواهد شد.

برای هر یک از مناطق معرفی شده محتمل ترین تیپ کانسارها معرفی گردیده است و بدنبال آن خواصی که حضورشان موجب اثبات مدل و یا نبودشان موجب کاهش امتیاز مدل شده است نیز در جداولی ارائه گردیده است. با استفاده از چنین جداولی می توان شرح خدمات بهینه در مورد هر یک از مناطق امیدبخش را مشخص نمود.

محمد جواد واعظی پور

مجری طرح اکتشاف سراسری ذخائر معدنی

## فصل اول

### ژئو فیزیک هوایی

وزارت معادن و فلزات  
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
طرح اکتشافات سراسری ذخائر معدنی

پروژه ارومیه - دختر  
بررسیهای ژئوفیزیک هوایی به روش مغناطیس‌سنجی  
در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰: شهر بابک

توسط: آنوشا هاشمی

زمستان ۱۳۷۸

## فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱.....	- مقدمه .....
۳.....	- کلیاتی در مورد کاوشهای مغناطیسی .....
۶.....	- تهیه نقشه های ژئوفیزیک هوایی ۱:۲۵۰,۰۰۰.....
۷.....	- رقومی کردن اطلاعات مورد نیاز .....
۸.....	- تعیین محدوده نفوذیهای عمیق .....
۸.....	- تعیین محدوده ولکانیکها پوشیده شده .....
۱۲.....	- بررسی خطوطاره های مغناطیسی .....
۱۵.....	- بررسی آلتراسیون در منطقه .....
۱۶.....	- بررسی مناطق پرتانسیل مغناطیسی .....
۱۹.....	- عملیات گاماسنجی .....



## فهرست نقشه‌ها

شماره نقشه	عنوان نقشه
۱	شدت کل میدان مغناطیسی
۲	برگردان به قطب
۳	مشتق اول قائم
۴	گسترش بطرف بالا
۵	انطباق برگردان به قطب و مشتق اول
۶	نقشه Colour Image
۷	نقشه کنتوری
۸	انطباق شدت کل میدان مغناطیسی و مشتق اول
۹	شمایی از مس سرچشمه
۱۰	شمایی از معدن میدوک
۱۱	انطباق شدت کل مغناطیسی و زمین‌شناسی
۱۲	تفسیری - تکمیلی

طبق طرح بررسیهای اکتشافی زون ارومیه - دختر مطالعات ژئوفیزیک هوایی به روش مغناطیس سنجی در این زون انجام گرفت. اطلاعات مغناطیسی برای شناخت بهتر ساختارهای زمین شناسی و برای آگاهی از تغییرات لیتولوژیکی در مناطق فاقد بیرون زدگی و ارتباط بهتر آنها در مناطقی که کمی بیرون زدگی وجود دارد بکار برده می شوند. داده های مغناطیسی بدون توجه به هوازنگی سنگها، اطلاعات مهمی را در مورد محل گسلها که محیط مناسب برای حرکت محلولهای کانی ساز هستند، می دهد، موقعیت و گسترش توده های نفوذی مدفون را دقیق تر مشخص می کند و نیز ساختارهای زمین شناسی را که با دید مستقیم با عکس هوایی قابل رویت نیستند را نمایان می سازد. همچنین مناطق هوازده که محل مناسب برای تجمع کانسار هستند به علت از بین رفتن کانی مگنتیت، با اطلاعات مغناطیسی قابل تشخیص می باشند.

اطلاعات مغناطیسی هوایی موجود بایستی به صورت نقشه های مناسب مغناطیسی درآیند (نقشه های Image و گرادیان عمودی) و بطور سیستماتیک تغییر و تفسیر گردند، چرا که این اطلاعات به خودی خود کمکی به حل مشکل زمین شناسی منطقه نخواهند کرد.

انطباق ناهنجاریهای مغناطیسی با کانی سازی سولفیدی در منطقه بایستی مشخص گردد.

بررسی ناهنجاریهای مغناطیسی با واحدهای لیتولوژیکی در منطقه و نیز ارتباط این واحدها با کانی زائی، اندازه گیریهای مغناطیسی زمینی جدید، اندازه گیری خاصیت مغناطیسی، برداشت نمونه از مناطق بیرون زده و جمع آوری نمونه از مناطق فاقد بیرون زدگی در طول پروفیلهایی که بتوان تغییرات لیتولوژیکی حاصل از اطلاعات مغناطیسی را با تغییرات زمین شناسی نقشه برداری شده مقایسه کرد، ضروری است. با این کار مشکلات ناشی از کمی بیرون زدگی، گسترش هوازنگی و توسعه عمقی سنگها برطرف خواهد شد و انطباق اطلاعات مغناطیسی با زمین شناسی نقشه برداری شده در مناطق فاقد بیرون زدگی به کار گرفته خواهد شد.

یک نقشه زمین شناسی دقیق از منطقه نه فقط از جهت اکتشاف منابع معدنی فلزات با ارزشی مثل طلا و مس حائز اهمیت زیادی است بلکه از نظر آبهای زیرزمینی، کشاورزی، مقاصد مهندسی و مینرالهای صنعتی نیز ارزشمند است. اطلاعات مغناطیسی به لحاظ عدم وابستگی به بیرون زدگی، هوازنگی و پوشش سطحی برای

بدست آوردن اطلاعات زمین‌شناسی، ساختمانی و اکتشاف منابع معدنی فلزی بطور سیستماتیک در کانادا، استرالیا، هندوستان و سایر کشورهای دیگر به کار برده می‌شود که امروزه در ایران نیز بطور جدی از این روش استفاده می‌گردد و نمونه استفاده آن را در این گزارش مشاهده می‌کنید. استفاده از اطلاعات مغناطیسی برای جستجوی مستقیم، که طی آن پاسخ مغناطیسی یک هدف زمین‌شناسی به خصوص ارزیابی می‌شود، به کار می‌رود، بطور معمول در اکتشاف طلا هدف سیستم مینرالیزه بوده که حاوی مگنتیت یا پیروتیت است و با استفاده از اطلاعات مغناطیسی بطور مستقیم ردیابی می‌شود. جستجو و شناسائی یک واحد زمین‌شناسی ویژه، یک کنکات مورد اهمیت، و یا عدم تداوم ساختمانی از موارد دیگری است که در این جستجو مستقیم به وسیله اطلاعات مغناطیسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاعات مغناطیسی بایستی در کاربرد این روش دارای کیفیت بالا باشند. حتی در مواردی که سنگها بیرون‌زدگی قابل ملاحظه‌ای دارند اطلاعات مغناطیسی مرزها، امتداد واحدها در گروه سنگها و ناپوستگی‌های مهم در بیرون‌زدگیهای ناشی از گسلها را مشخص می‌کند. در مناطقی که کمتر بیرون‌زدگی وجود دارد، هوازدگی و یا پوشش سطحی مانع دید مستقیم می‌شود این اطلاعات ارتباط بین واحدهای سنگی را با اطمینان بیشتری برقرار می‌نمایند.

طبق شرح خدمتی که ارائه گشته اهداف اصلی این طرح از استفاده این روش عبارتند از:

- ۱- شناسائی واحدهای مغناطیسی از نظر نوع لیتولوژی و ارتباط آن با واحدهای مینرالیزه در منطقه
- ۲- شناسایی توده‌های نفوذی مدفون
- ۳- پیدا کردن خطواره‌ها و گسلها که محلهای مناسب برای کانی‌سازی هستند
- ۴- تعیین مناطق امیدبخش از نظر ژئوفیزیک هوایی
- ۵- استفاده از روش مغناطیس‌سنجی زمینی

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

کلیاتی در مورد کاوشهای مغناطیسی :

طبق نظریه کلارک دو نوع مغناطیس وجود دارد :

- مغناطیس متحرک (القاء شده) که وابسته به نفوذپذیری مواد در یک جهت می باشد مثل میدان زمین

(جهت میدان زمین)

- مغناطیس دائمی که در هر جهتی می تواند باشد.

مغناطیس القائی در شکل عمومی کمتر از مغناطیس دائمی رخ می دهد و در حالتی ویژه ای مغناطیس دائمی می تواند موجب شدت زیادتر از مغناطیس القایی شود. پاسخ یک توده مغناطیس مستقیماً در ارتباط با وسعت مغناطیس می باشد. مغناطیس یک توده می تواند مستقیماً در ارتباط با حجم تمرکز کانیهای مغناطیس در توده باشد. و این ارتباط مطابق با مغناطیس های موجود متنوع است. تنها کانیهایی که دارای خاصیت مغناطیسی هستند و ذخایر وابسته به آنها می باشند شامل موارد ذیل است :

- منیتیت

- پیروتیت تنها شکل مونوکلینیک آن مغناطیس است.

- همتایت

- ایلمنیت / تیتانوهمتایت

- ماگمیت یک محصول هوازده است که می تواند پاسخ مغناطیسی قوی داشته باشد. امروزه پیمایش مغناطیس هوایی در مقیاس وسیع جهت تعیین محل گسلهای بزرگ و زونهای خرد و شکسته شده که معمولاً می توانند در رابطه با زون کانی زایی (مینرالیزاسیون) بوده باشند، مورد استفاده قرار می گیرند، همین طور بسیاری از ذخایر معدنی با نفوذیهای اسیدی یا بازیک همراه هستند تعیین این نفوذیها و تخمین شکل آنها از طریق پیمایش مغناطیس هوایی کمکی مؤثر در آغاز یک کار اکتشافی می باشد. از روش مغناطیسی جهت پی جویی اورانیوم در سطح دگرشیبی ها نیز استفاده می گردد.

برداشت هوایی معمولاً در طی، یک سری پرواز با فاصله خطوط مساوی و خطوط موازی انجام می شود. برای نقشه اکتشافی بطور معمول جهت خطوط پرواز در جهت شمال - جنوب و یا شرق - غرب است و

این بسته به امتداد غالب زمین‌شناسی شناخته شده دارد. برای همسطح نمودن داده‌ها (Level) و رساندن به یک سطح پایه‌ای مشترک و کمک به حذف خطاهای موجود در داده‌ها در هنگام برداشت یک Tloline در زاویه راست خط پرواز اندازه گرفته می‌شود. بطور عمومی فاصله Tloline نسبتی از 10X است که X نشانه فاصله خطوط پرواز می‌باشد (برای برداشت فاصله خطوط Kml، فاصله Tloline ۱۰ کیلومتر است). در انجام برداشت هوایی دو واژه کلیدی مطرح می‌شود که خلاصه‌ای از آن را جهت اطلاع در این جا آورده ایم:

#### فاصله خطوط پرواز (Line spacing)

با توجه به نیاز کاری در تهیه نقشه نهایی و با اکتشاف درجه آن تعیین می‌گردد. در گذشته ۳۰۰۰ متر برای برداشتهای انجام گرفته در بالای حوضه‌های رسوبی در نظر گرفته می‌شد اما امروزه با وجود مگنتیومتری‌های موجود با حساسیت بالا این فاصله به ۵۰۰m رسیده است. امروزه طبق استاندارد جهانی موجود برای نقشه‌ها با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ فاصله خطوط ۱۵۰۰ متر و برای نقشه یا بررسی مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ فاصله خطوط ۴۰۰-۵۰۰ متر و در مواقعی که خیلی تفصیلی کار می‌شود ۲۰۰ متر مناسب است.

#### ارتفاع پرواز (Survey Flying Flight)

میدان مغناطیس به طور تخمینی بصورت عکس مربع فاصله از منبع مغناطیس کاهش می‌یابد. برای ثبت اختلالات کوچک در میدان، برداشت باید در نزدیک زمین صورت گیرد (ارتفاع هواپیما کم باشد) برای فاصله خطوط ۴۰۰ متر ارتفاع ۱۰۰ متر و برای فاصله خطوط ۲۰۰ متر ارتفاع ۸۰ متر مناسب می‌باشد.

پردازش داده‌های هوایی معمولاً در دو فاز صورت می‌گیرد:

فاز اول که فاز آماده‌سازی داده‌ها نام دارد شامل:

- تنظیم و مرتب سازی داده‌های خام

- قرار گرفتن داده در X و Y

فاز دوم به نام فاز پردازش و شامل موارد ذیل می باشد:

- تصحیحات پارولکس

- تصحیح روزانه

- تصحیح IGRF

- همسطح نمودن داده ها (Level)

- گرفتن خطاها

- شبکه بندی (grid) و کنتور بندی (Contouring)

طبق طرح بررسیهای اکتشافی زون ارومیه - دختر مطالعات ژئوفیزیکی هوایی به روش مغناطیس سنجی در منطقه شهر بابک صورت گرفت. بر اساس شرح خدمات ارائه شده در گزارش، تفسیر نقشه‌های مغناطیسی صورت گرفت.

#### ۱- تهیه نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی ۱:۲۵۰,۰۰۰ و منطقه

نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ موجود در سازمان زمین‌شناسی از دقت بالایی برخوردار نمی‌باشند. بر روی این نقشه‌ها توده‌های نفوذی نیمه عمیق و گسلهای منطقه نشان داده شده‌اند. توده‌های نفوذی نیمه عمیق بطور دقیق تعیین نشده‌اند. گسلهای ارائه شده نیز تنها در بردارنده گسلهای اصلی منطقه می‌باشند لذا در انجام پروژه از نقشه‌های فوق استفاده نگردیده است.

قبل از تفسیر در منطقه شهر بابک، در نقشه شدت کل میدان مغناطیسی ایران ناحیه شهر بابک به همراه چند ورقه اطراف آن مورد مطالعه قرار گرفتند. در نقشه شدت کل مغناطیسی ایران دقت داده‌ها با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر می‌باشد. لذا این نقشه در جهت تعیین عوارض تکتونیکی و ساختمانی ما را یاری می‌دهد. و نیز می‌توان مناطق پرتانسیل مغناطیسی را از مناطق کم پتانسیل تفکیک نمود. روند اصلی گسلها در چند ورقه مورد مطالعه قرار گرفتند. بطور کلی، با یک دید ناحیه‌ای منطقه مورد مطالعه قرار گرفت، قدم بعدی نگاهی جزئی (Local) به منطقه می‌باشد، در یک کار اکتشافی نگاه ناحیه‌ای به منطقه ضروری است.

پس از مشاهده نقشه کل شدت میدان مغناطیسی ایران و نیز مطالعه واحدهای زمین‌شناسی ورقه شهر بابک و چند ورقه اطراف آن، کار تفسیر روی منطقه آغاز گشت. بندهای ارائه شده در ذیل چگونگی انجام کار را شامل می‌شوند.

## ۲- رقومی کردن اطلاعات مورد نیاز

در انجام این مطالعه از داده مغناطیس هوایی و رادیومتری هوایی با مشخصات زیر استفاده شده است :

Flight line direction : N45E

Line separation : 200m

grid interval : 200m

magnetic sensor elevation : 50m

spectrometer elevation : 60m

Tie line : 200m

ثبت داده‌های مغناطیسی توسط Scintrex Häceslum انجام شده است و داده‌های رادیومتری توسط دستگاه GR820 و ۲۵۶ کانال برداشت شده‌اند. شایان ذکر است که تمام ورقه شهراباک تحت پوشش قرار نگرفته است ولی قسمتهای بیشتر منطقه را شامل می‌شود، این گزارش تنها بر مبنای داده‌های ژئوفیزیک هوایی تهیه گشته است.

در ابتدا برای پردازش داده‌ها تصحیحات مورد نیاز از قبیل IGRF, Levelling, تصحیحات روزانه صورت می‌گیرد. Level (همسطح نمودن داده‌ها) از اهمیت بسیاری برخوردار است.

برای اطمینان از هم سطح شدن داده‌ها، می‌توانیم آنها را با خطوط پرواز در دسترس کنترل نماییم، بعد از انجام تصحیحات، داده‌ها شبکه‌بندی (grid) می‌شوند، چنانچه تصحیحات انجام گرفته دقیق نباشند، نقشه کنترلی منطقه به همراه خطوط پرواز برای مقایسه با grid استفاده می‌گردد و خطای موجود گرفته می‌شود. در ورقه شهراباک به علت اختلالات (noise) فراوان در داده‌ها، در ابتدا با استفاده از دو نوع فیلتر متفاوت اختلالات گرفته شده‌اند و عمل microlevelling بر روی داده‌ها صورت گرفت. شایان ذکر است مرتب نمودن و آماده‌سازی داده‌ها در طی ۴ ماه انجام گرفت. بندهای ۳ و ۴ شرح خدمات با پردازشهای پیوسته و وابسته به یکدیگر صورت می‌گیرند لذا :



### ۳- تعیین محدوده نفوذیهای عمیق

### ۴- تعیین محدوده ولکانیکها پوشیده شده

نقشه شماره یک، نقشه شدت کل میدان مغناطیسی منطقه شهر بابک می باشد. حداقل شدت میدان مغناطیسی در منطقه (nt) ۴۳۶۴۱/۶۵ و حداکثر شدت (nt) ۴۷۵۱۶/۶۷ می باشد. داده های مغناطیسی تمام ورقه شهر بابک را تحت پوشش قرار نمی دهند لذا تفسیر تنها در ناحیه شمالی ورقه و قسمت جزئی از جنوب صورت گرفته است. بدین ترتیب می توان بی هنجاریهای مشاهده شده در نقشه شماره یک را در دو ناحیه خلاصه نمود.

ناحیه شمال شرقی منطقه که خود شامل در قسمت می باشد.

الف- بخش فوقانی شمال شرقی

ب- بخش شرقی ورقه شهر بابک

ناحیه دوم شمال غرب منطقه می باشد که در قسمت جنوبی و میانی آن بی هنجاریهای بالا مشاهده می شود. با دقت به نقشه شماره یک می توان روند شمال غرب - جنوب شرقی توده ها را مشاهده نمود. با فرض این روند می توان سیکل فرضی را در منطقه توجیه نمود، بطوریکه اگر آغاز این سیکل را در گوشه شمال شرقی ورقه فرض کنیم، شروع سیکل با شدت مغناطیسی بالا توأم است و سپس با یک مرز شارپ شدت مغناطیس پائین را داریم و مجدداً شدت بالای مغناطیس را می توان مشاهده نمود.

از این مدل فرضی برای شناخت ساختارها و گسترش و پراکندگی توده ها می توانیم استفاده کنیم، در شکل صفحه بعد، طیف اسپکترومتری منطقه آورده شده است. از این طیف برای تشخیص توده های کم عمق و عمیق استفاده می کنیم. دیاگرام مربوطه شامل دو قسمت می باشد، قسمت اول طیف اسپکترومتری و قسمت دوم شامل طول موج های مربوطه و عمق بر حسب کیلومتر می باشد.

توسط این طیف می توان اختلالات (noise) موجود و نیز توده های کم عمق که توسط فرکانسهای بالا خود را نشان می دهند را مشخص نمود.

برای اعمال هر نوع فیلتر، لازم می باشد که طیف مربوطه ترسیم گردد و حالات مخلف مورد بررسی قرار



گیرد این کار برای کمک به تفسیر بسیار مفید می باشد.

نقشه شماره ۲، نقشه برگردان به قطب در منطقه می باشد. این فیلتر بطور کلی تعبیر و تفسیر را آسانتر می سازد چراکه میدان مغناطیسی را از عرض مغناطیسی جایی که میدان زمین شیب دارد به میدان در پل مغناطیسی جایی که میدان قائم است انتقال می دهد در این حالت بی هنجاری درست در بالای سر منبع خود قرار می گیرد. بر اساس برنامه نوشته شده، مقدار انحراف و میل مغناطیسی برای منطقه مورد نظر محاسبه می گردد. (در صفحه بعد محاسبات آن آورده شده است) و با اعمال این مقادیر، تصحیح مربوطه صورت می گیرد. بر اساس این تصحیحات در نقشه شماره ۲ توده ها با شدت بالا با وضعی همگن نمایان شده اند و تمامی عوارض تقریباً با شیبی به سمت شمال انتقال داده شده اند. همچنان توده هایی که با شدت بالا در نقشه شماره یک مشاهده می شوند در اینجا با همان شدت مشاهده می شوند.

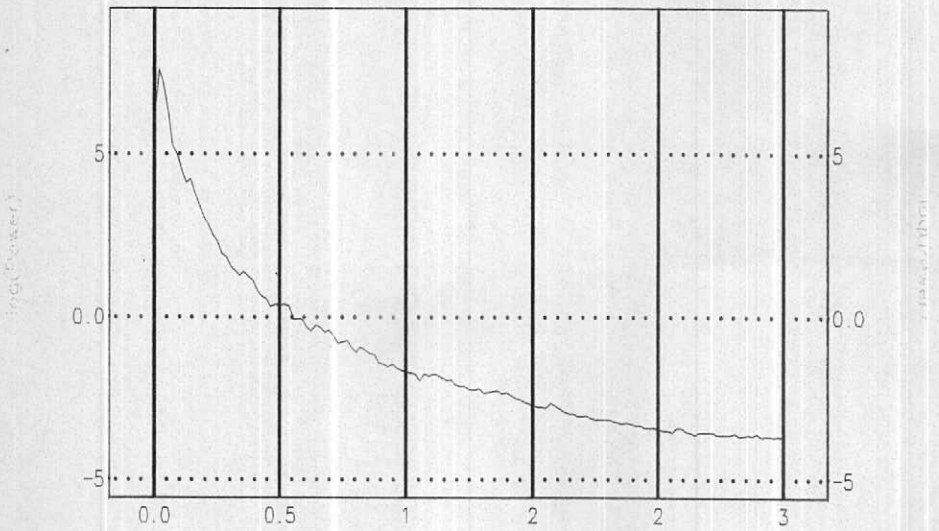
روند توده ها به همان صورت شمال غرب - جنوب شرق قابل رؤیت است، مرز فرضی که در نقشه قبل توضیح داده شد، در این نقشه نیز منطقه را به همان گونه تفکیک کرده است.

به منظور تفسیر دقیق در منطقه، نقشه دیگری مورد نیاز می باشد که در بردارنده توده های کم عمق در منطقه است. این نقشه، نقشه مشتق اول قائم نامیده می شود. مشتق اول قائم هم ارز با اندازه میدان مغناطیسی بطور همزمان در دو منطقه قائم در بالای یکدیگر است. بطوری که اثر طول موج ناحیه ای را حذف نموده و اثر آنومالیهای مجاور را تجزیه می نماید، قدرت تجزیه مشتق دوم بیشتر از مشتق اول است، اما به علت افزایش فرکانسهای بالا عموماً با noise همراه است. با استفاده از این نقشه توده های بی هنجار کم عمق نزدیک به سطح نمایان می شوند، نقشه شماره سه، نقشه مشتق اول قائم می باشد. توده های بی هنجار نشان داده شده در نقشه های شماره ۱ و ۲ تجزیه شده اند. در بعضی از نواحی خطواره ها به راحتی قابل تشخیص می باشند همچنین جدایش توده ها از یکدیگر که احتمالاً ناشی از عملکرد گسل در بعضی از نواحی می باشد، نیز بطور محسوس در بعضی نقاط مشخص می باشد.

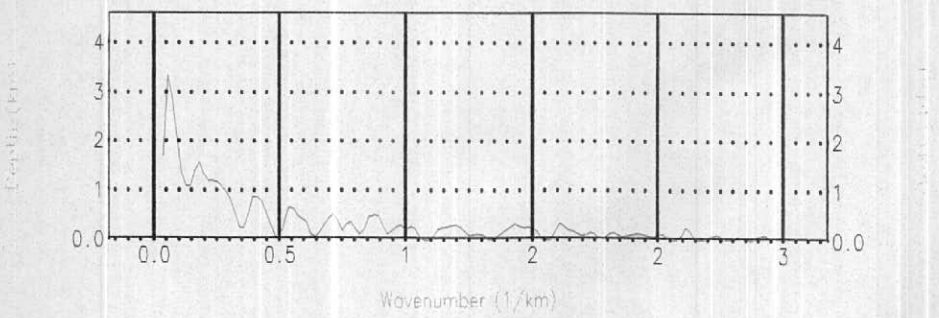
اختلالاتی در مسیر خط پرواز در این نقشه نمایان است که ناشی از خطای موجود در داده می باشد، این خطا، از خطاهایی که با تصحیحات انجام گرفته اند متمایز است، لذا به این نقاط در ورقه توجه نشده است. به

*total*

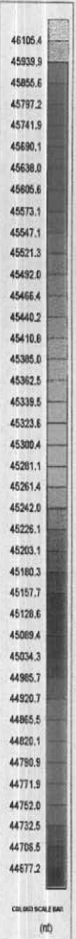
RADIALLY AVERAGED POWER SPECTRUM



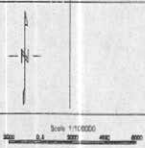
DEPTH ESTIMATE



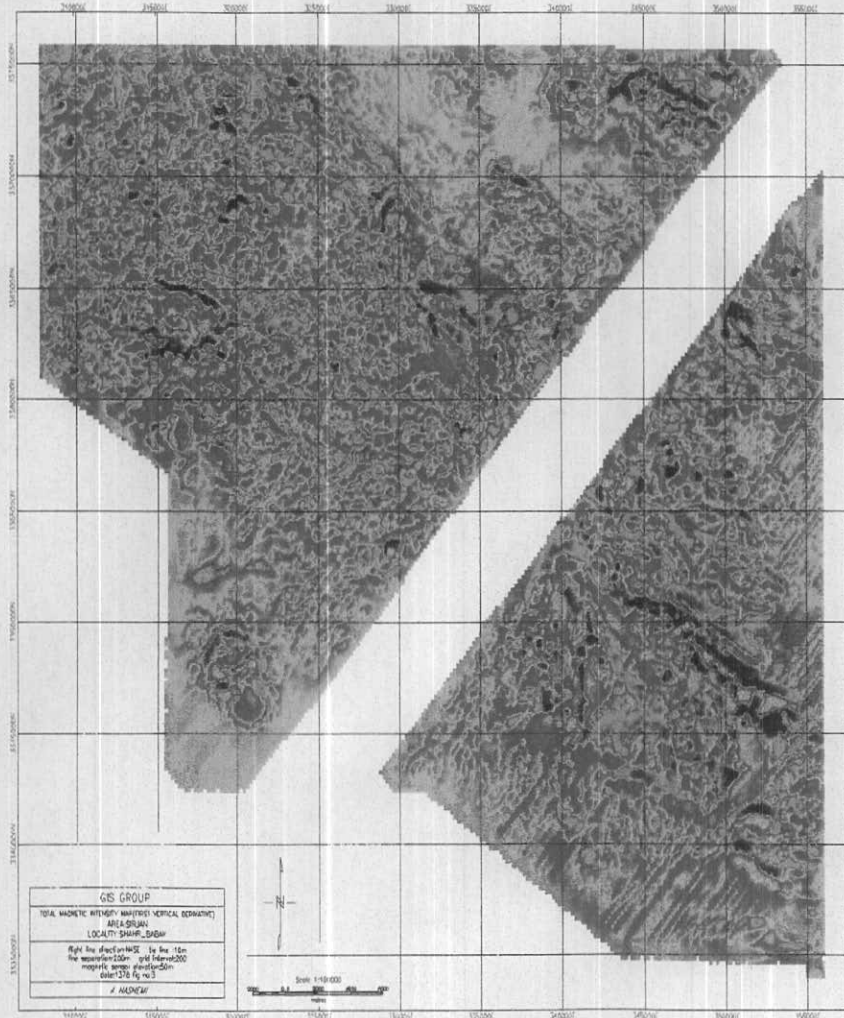
# AEROMAGNETIC MAP



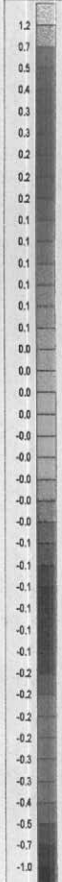
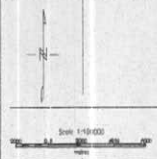
**GIE GROUP**  
 TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAP (REDUCTION TO POLE)  
 AREA: STRAIN - LOCALITY: SHARF, SHARF  
 inclination: 45.5585 declination: 1.812  
 Right line attraction (nT) to the top 10m  
 for separation 200m - for interval 200  
 magnetic anomaly subtraction  
 date: 1376 (by hand)  
 J. WADWAN



# AEROMAGNETIC MAP



**GIS GROUP**  
 TOTAL MAGNETIC INTENSITY (NANOTESLA NORMAL DERIVATIVE)  
 AREA: 200000  
 LOCATION: SHANAB, BAKHAR  
 Flight line direction: 140°E by line 10m  
 line separation: 150m grid Interval: 2000  
 magnetic range: 0.000000 to 0.000000  
 datum: 1976 Eq. No. 3  
 A. HADJIZADEH



COLOR SCALE UNIT (nT)

FIG No. 2

a-۳

-----  
 Output from program IGRF (1995 revision)

Base model IGRF1995 Year=1999.00

Geodetic coordinates

Latitude = 30.0000 deg 30.000 min .0 sec (= 30.5000 deg)  
 Longitude= 55.0000 deg .000 min .0 sec (= 55.0000 deg)  
 Elevation= .060 km

	X(nT)	Y(nT)	Z(nT)	H(nT)	F(nT)	D(deg)	I(deg)
Field =	31298.3	1289.4	33132.2	31324.8	45595.9	2.359	46.606
SV/yr =	-6.5	1.9	6.1	-6.4	.0	.004	.011

-----

کمک این نقشه و طیف اسپکترومتری منطقه و نیز تفسیر پروفیل های هر خط پروازی و مشتق در جهت X و Y می توان توده های نفوذی نیمه عمیق (Shallow magnetic bodies) را تعیین نمود. در شمال غرب نقشه شماره سه جدایش سنگهای آذرآواری اسیدی (Ngpy) (اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورقه شهر بابک) از یکدیگر و نیز لایه بندی در کوه مدوار و تفکیک واحد EV در شمال شرق ناحیه کاملاً مشخص می باشد. شدت میدان مغناطیسی بالا بر روی آندزیت آگلومرا و تراکی آندزیت، توف جریانات گدازه ای و داسیت - آندزیت نشان داده شده است، عملکرد گسل در جدایش (Ngvc) کنگلومرا آتشفشانی و ماسه سنگ بصورت کاملاً آشکاری مشخص گردیده است. تشخیص توده های نفوذی نیمه عمیق کار بسیار مشکلی می باشد، با توجه به اینکه پروفیل رسم شده برای هر توده دارای یک قسمت مثبت (Positive) و قسمت منفی (Negative) می باشد، باید به جهت فرارگیری توده ها نسبت به یکدیگر در اینجا توجه نمود لذا تشخیص آنومالی به راحتی امکان پذیر نمی باشد.

برای آگاهی از ادامه این توده ها در عمق و با تفکیک آنها، از نقشه های گسترش به طرف بالا استفاده گردید بطوریکه داده ها را به سطح ۱۵۰۰ متر بالاتر از سطح اولیه انتقال دادیم نقشه شماره ۴ - نقشه گسترش بطرف بالا در منطقه می باشد. در نقشه شماره ۴ می توان عناصر بی هنجار را به سه طبقه تقسیم نمود:

در بخش جنوبی شمال شرق منطقه تمام توده ها تبدیل به یک توده با شدت مغناطیسی بالا شده اند. در شمال غرب منطقه نیز در ناحیه ای که در نقشه شماره ۱ و ۲ شدت بالایی را از خود نشان داده بود همچنان شدت بالا حفظ شده است. در قسمت شرق منطقه ولکانیک تفکیک شده تبدیل به یک واحد شده است که شدت نسبتاً بالایی را از خود نشان داده است.

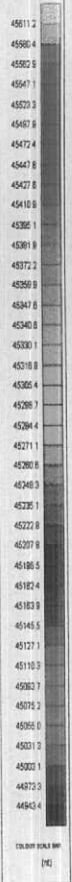
بطور کلی در این نقشه منطقه از نظر عمق به سه دسته تقسیم شده است:

قسمت شمال نسبتاً عمیق و قسمت جنوبی احتمالاً عمیق چرا که با بالا بردن سطح داده ها به ۳۰۰۰ متر نیز هنوز مشاهده می شوند و قسمت میانی منطقه که کم عمق است. مرز شارپی که در نقشه شماره یک در مورد آن بحث شده به وضوح در این نقشه قابل مشاهده است.

برای تشخیص بهتر توده ها از انطباق نقشه برگردان به قطب و نقشه مشتق اول در منطقه استفاده گردید.



# AEROMAGNETIC MAP



**GIS GROUP**  
 TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAPS (MAGNETIC INTENSITY 1500M)  
 AREA: SIRJAN  
 LOCALITY: GHARAB, SIRJAN  
 Scale: 1:100,000  
 Map projection: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Contour interval: 100 nT  
 Contour value: 45000 nT  
 Date: 1385/04/01

بطوریکه در نقشه شماره پنج حالت همگنی از توده‌های بی‌هنجار با شدت مغناطیسی بالا و نیز توده‌ها با شدت مغناطیسی پائین قابل رؤیت است.

برای درک بهتر از تفکیک توده‌ها در نقشه شماره سه، فیلتر خاصی به نام Analytic Signal بر روی داده‌ها اعمال گشت. منطق ریاضی این فیلتر بصورت زیر می‌باشد

$$\text{Analytic signal } \left\{ \left[ \frac{dx}{dm} \right]^2 + \left[ \left( \frac{dy}{dna} \right)^2 + \left[ \frac{d^2}{dm} \right]^2 \right\}$$

m: آنومالی مغناطیسی است.

این فیلتر به نوعی معرف شدت واقعی مغناطیسی توده‌ها می‌باشد و در واقع الگوی برای شکل هندسی و

محل قرارگرفتن آنها می‌باشد.

بدین ترتیب توده‌های نفوذی کم‌عمق و نیز توده‌های بی‌هنجار در منطقه تفکیک شدند.

REDUCTION TO POLE & FIRST VERTICAL DERIVATIVE

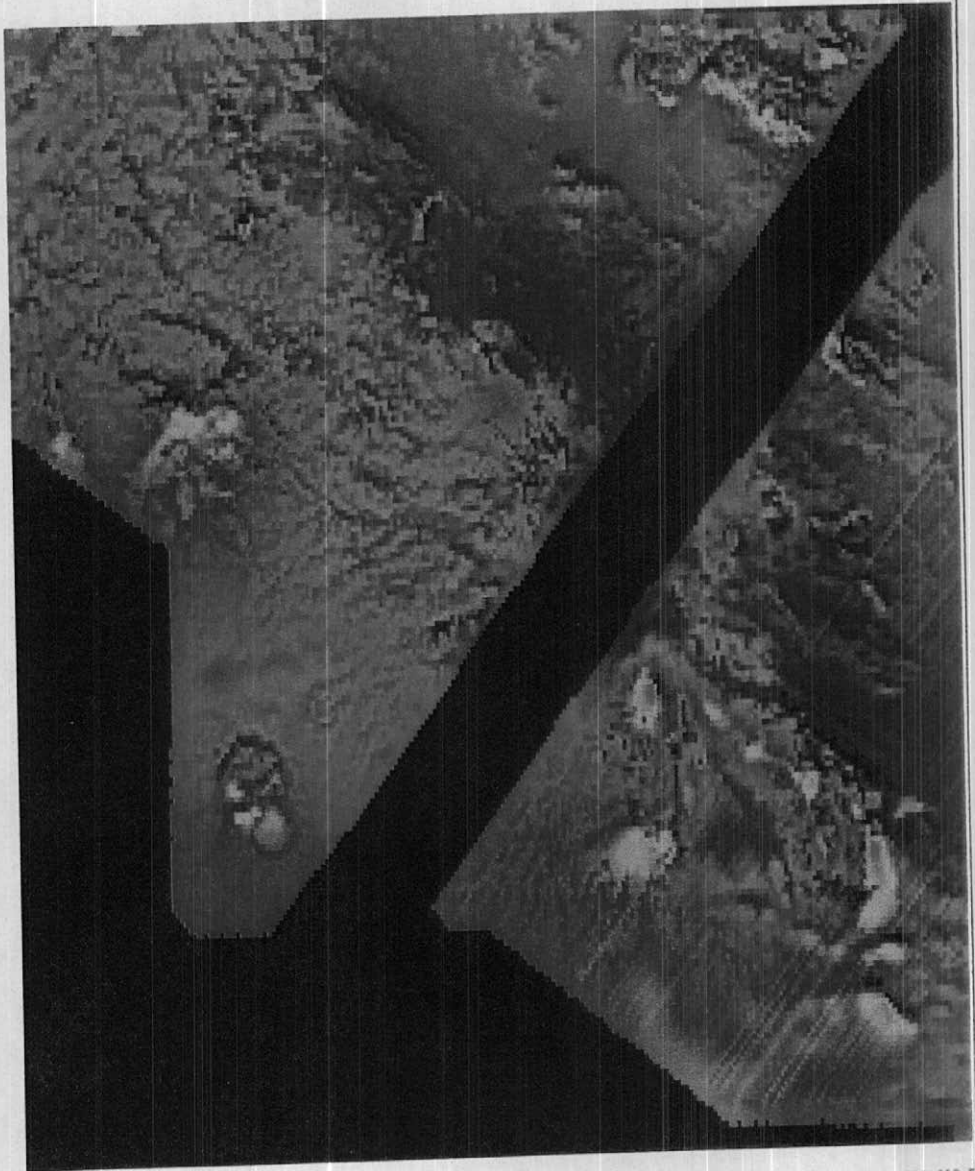


FIG NO: 5

11-1

## بررسی خطواره‌های مغناطیسی و گسلها

نقشه شماره ۶ نقشه Colour Image که تحت عنوان Shaded relief و reflectance خوانده می‌شود، می‌باشد. در این نقشه از تکنیک نور تاباندن و عکس‌العمل هر بلوک نسبت به نور تابیده شده استفاده می‌گردد. بطوری که خواص توده منعکس‌کننده در تعیین ضریب بازتابش عمل می‌کند و نیز موقعیت سطح روشن و خواص توده منعکس‌کننده در جهت تعیین گسل و خطواره مؤثر هستند. برای تاباندن نور باید جهت و روند توده‌ها در منطقه مشخص گردد و نسبت به آن جهت تابش مناسب انتخاب گردد.

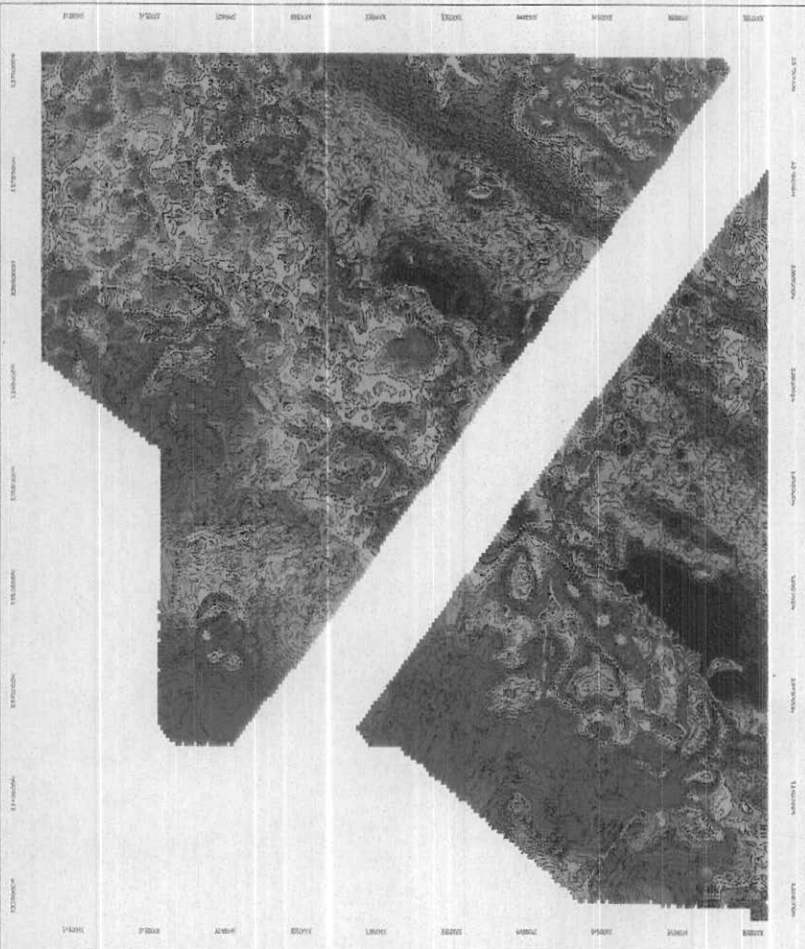
نقشه دیگر که در تعیین خطواره‌ها ما را یاری می‌دهد نقشه کنتوری منطقه (Contouring) می‌باشد. نقشه شماره هفت، نقشه کنتوری منطقه می‌باشد، علاوه بر تعیین گسل، تهیه نقشه کنتوری در دو مقیاس متفاوت برای در نظر گرفتن داده‌ها بصورت ناحیه‌ای و جزئی لازم می‌باشد. خطوط کنتوری نقشه‌ها برای تفسیر لازم هستند و برای تخمین محدوده (Outline)، عمق و شیب مفید می‌باشند. ممکن است تصویرهای رنگی ما را در تعیین شکل و موقعیت آنومالی گمراه کنند. زیرا شکل آنومالی در ظاهر وابسته به صفحه رنگی به کار برده شده برای آن است. ذخایر اقتصادی زیادی به حالت توده‌ای با مشارکت کانیهای سولفیدی شامل مقدار متنوع از مس، روی، سرب، نقره و طلا می‌باشند. (ذخایر Massive sulphide)، در بسیاری از این ذخایر سولفید شامل کانی اقتصادی بصورت توده پیریت و یا پروتیت که ۲۰ تا ۵۰ درصد وزن ذخیره را شامل می‌شوند می‌باشد و سیلیس یک کانی باطله رگه اصلی می‌باشد. و کانیهای چون کالکوپیریت اسفالریت و گالن کانیهای اقتصادی اصلی به همراه طلا، نقره به تبعیت از مقدار به طور معمول هستند. منیبتیت شاید در این ذخایر وجود داشته باشد و بعضی اوقات حکم کانی باطله را دارد.

میزبان این ذخایر معمولاً سنگهای ولکانیک به همراه رسوبات دریایی مثل شیل، گری وک هستند. از روی نقشه کنتوری نشانه‌های در ورقه شهر بابک در شمال غرب ناحیه تشخیص داده شدند.

واحد EV که در نقشه زمین‌شناسی به صورت یک واحد آمده شده است و در نقشه مغناطیسی بصورت تفکیک شده نمایان گشته، نقشه کنتوری نیز این موضوع را تأیید می‌کند.

نقشه شماره ۸، نمایانگر انطباق نقشه شدت کل میدان مغناطیسی و نقشه مشتق اول می‌باشد که بصورت

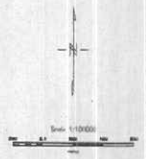
# AEROMAGNETIC MAP



Map Contour intervals are multi  
of Those listed below:

- 10 nt
- 50 nt
- 250 nt
- 1000 nt

FIG NO. 7



DIS GROUP  
TOTAL MAGNETIC INTENSITY & CONTOUR  
AREASURAM  
LOCALITY SHARIF, BARW  
Eq. 1000-1000000 (to be 10-  
1000000000) and 1000000000  
magnetic intensity 1000-  
1000000000 (to be 10)  
A. HADEN

REDUCTION TO POLE (COLOR IMAGE)

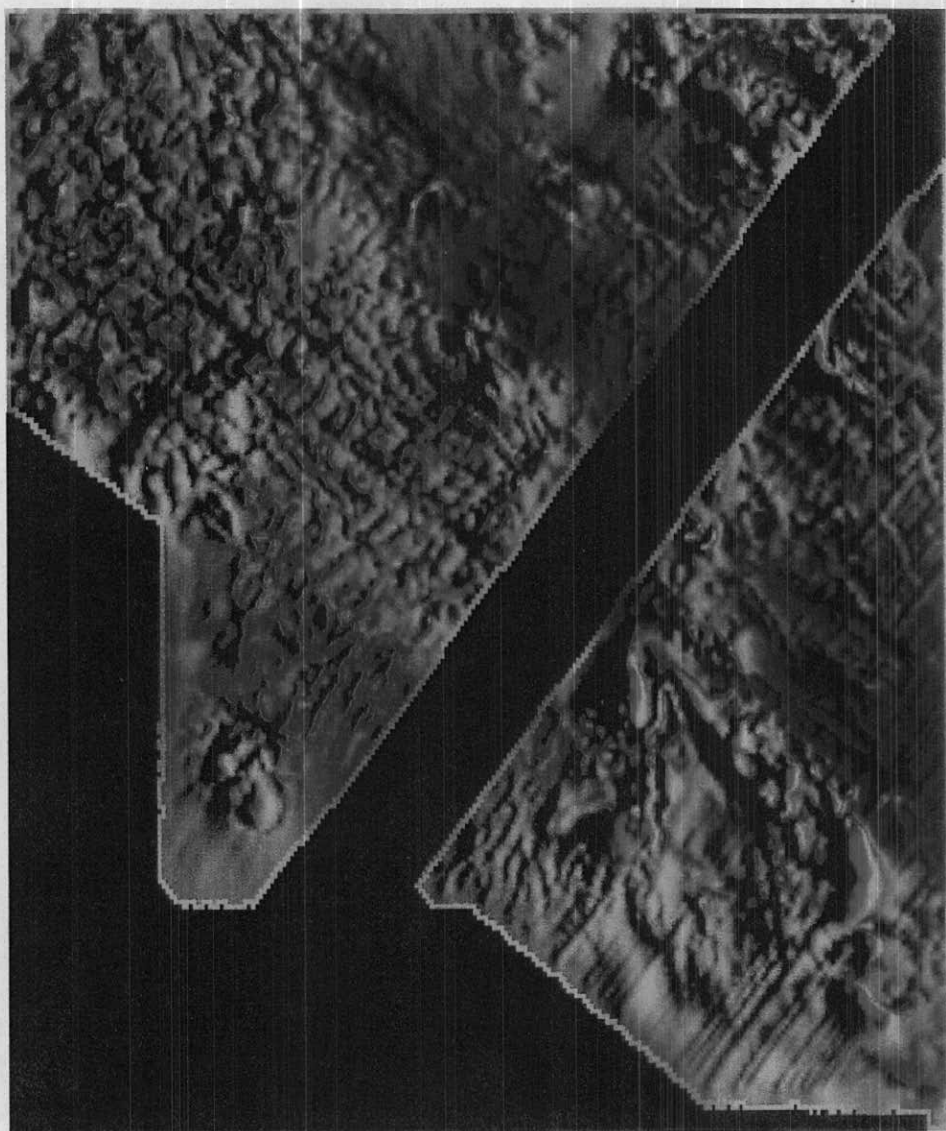


FIG NO:8

نقشه Colour Image آمده شده است. ساختارها و خطواره‌ها در این نقشه قابل تفکیک هستند.

با استناد بر مطابق فوق می‌توان گسل‌های موجود در منطقه را بصورت زیر تفکیک نمود.

(گسل‌های تشخیص داده شده در نقشه شماره ۶ مشخص شده‌اند)

- اکثر گسل‌هایی با روند شمال غرب - جنوب شرق

- گسل‌هایی با روند شمال شرق - جنوب غرب

در بعضی نواحی گسل‌ها با روند شرقی - غربی نیز مشخص شده‌اند که این گسل‌ها در کانی‌زایی حائز اهمیت

هستند. واحد dc-a متعلق به معدن لاجه در بین سه گسل واقع شده است به ترتیب با روند شمال غرب -

جنوب شرق و شمال شرق - جنوب غرب و شرقی - غربی که احتمالاً گسل موجود با روند شرقی - غربی در

کانی‌زایی اهمیت داشته است. به طور کلی گسل‌های متقاطع و گسل‌ها با روند شرقی - غربی در منطقه از اهمیت

بسیاری برخوردار هستند و باید به واحدهای موجود در بین این گسل‌ها توجه شود.

به دنبال پی‌جویی برای مس پورفیری گسل‌های مرتبط با کانی‌زایی در منطقه تشخیص داده شدند برای این

کار، از گسل‌های جزئی صرف‌نظر شد و تنها خطواره‌های مغناطیسی و گسل‌های مرتبط با اهداف پروژه ترسیم

گشتند. که در نقشه تفسیری - تکمیلی ضمیمه شده مشخص شده‌اند.

از انطباق خطواره‌های بدست آمده از داده‌های ژئوفیزیکی با گسل‌های زمین‌شناسی موارد زیر استنباط

می‌شود:

- گسل (F4) (ارائه شده در نقشه تفسیری - تکمیلی) با کمی جابه‌جایی در نقشه زمین‌شناسی مشخص شده

است (E ۳۲۵۰۰۰-۳۳۶۵۰۰۰)

- گسل موجود در شمال F4 در نقشه زمین‌شناسی مشاهده نمی‌شود.

- گسل نسبتاً بزرگ بر روی واحد Ngc با روند شمال غرب - جنوب شرق (F6) و نیز گسل شمالی - جنوبی

(F10) موجود بر روی این واحد که منجر به جدایش واحد a گشته است، بر روی نقشه زمین‌شناسی آورده نشده

است.

در قسمت شمال شرق ورقه خطواره عبورکننده از واحد EV (F1) مشاهده می‌شود.

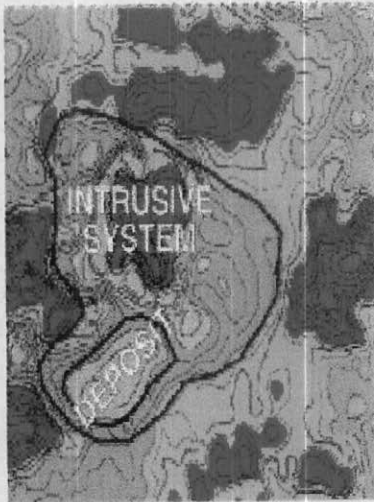
گسل موجود در شمال غرب ورقه بر روی واحد dc-a و NGC که به ترتیب با روندهای شمال غرب - جنوب شرق و شمال شرق - جنوب غرب آورده شده‌اند در نقشه زمین‌شناسی شواهدی از آن دیده نمی‌شود. خطواره‌های ارائه شده همگی خطواره‌های اصلی ورقه هستند. خطوط صورتی رنگ ترسیم شده نشان دهنده جابه‌جایی بلوکها و نیز خطواره‌های شرقی - غربی هستند.

خطواره‌های ارائه شده، خطواره‌های مغناطیسی بدست آمده در منطقه هستند لذا ممکن است در سطح رخنمون نداشته باشند. کنترل خطواره‌ها (آنجایی که در سطح رخنمون دارند) پیشنهاد می‌گردد.

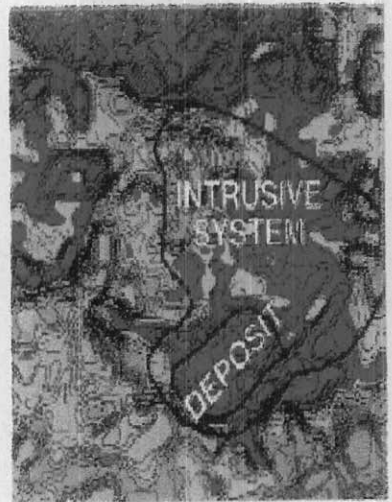


# SAR CHESHMEH DEPOSIT

E REDUCED MAGNETICS



POTASSIUM RADIOMET



RESISTIVITY



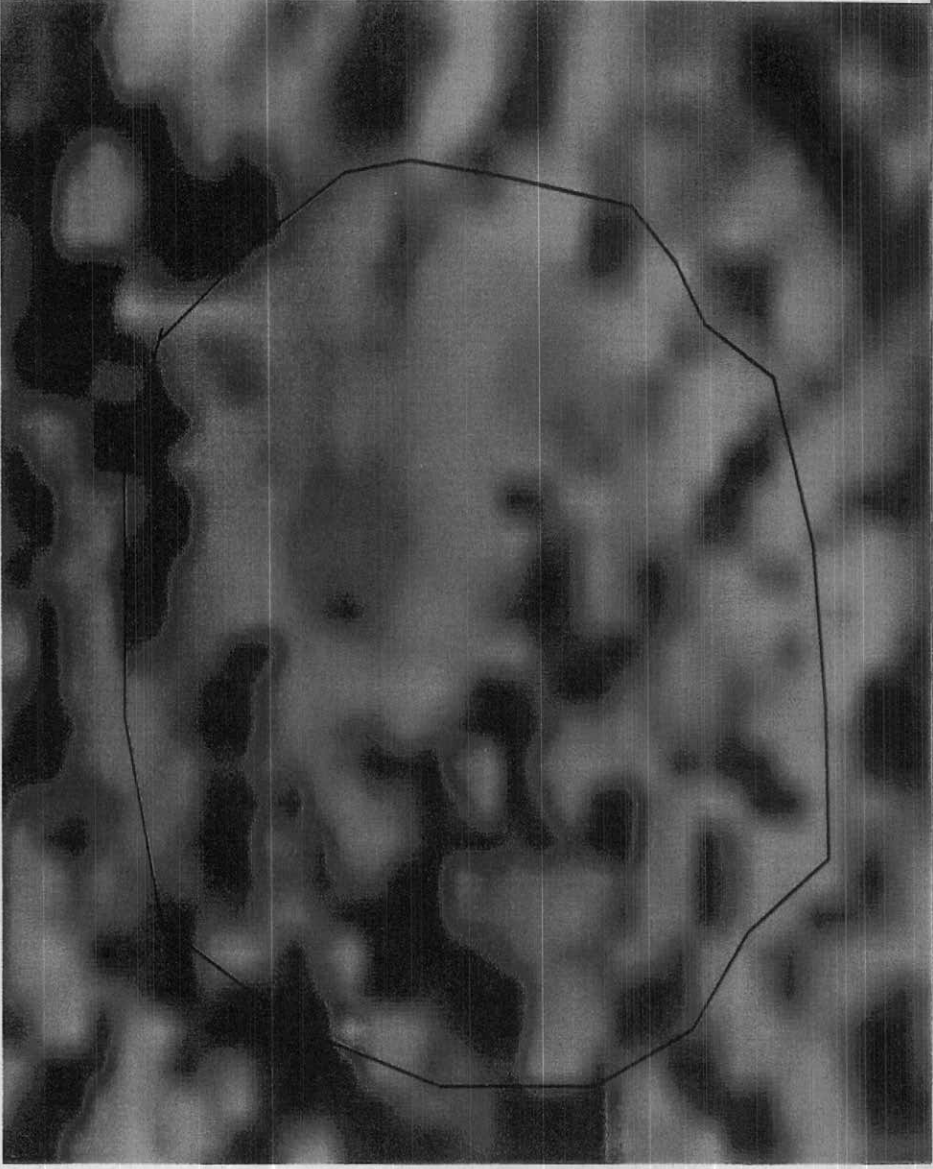
FIG NO:9

این بند در شرح خدمات قید نشده است، لذا به علت اهمیت آلتراسیون در ورقه این بررسی صورت گرفت. با قرار دادن مس سرچشمه به عنوان الگو، ورقه شهر بابک مورد مطالعه قرار گرفت.

شکل شماره ۹ الگویی از مس سرچشمه می باشد. عکس العمل شدت مغناطیس و پتاسیم و مقاومت مورد بررسی قرار گرفته است. به طوری که مغناطیس پائین، پتاسیم بالا، مقاومت پائین قابل مشاهده است. طبق این الگو مطالعه در منطقه صورت گرفت. و با استفاده از نقشه شماره ۸ حلقه های آلتراسیون طراحی شده و سپس طبقه بندی شدند. بدین ترتیب که مس سرچشمه کلاس a را به خود اختصاص داد و کلاسهای دیگر به ترتیب از آن اقتباس گرفتند. تمامی مناطق احتمالی برای آلتراسیون احتمالاً به نوعی معرف منطقه پرتانسیل می باشند.

شایان ذکر است که میانگین شدت میدان مغناطیسی در منطقه میدوک ۴۵۲۶/۲۰۴۲۱ می باشد که از بین رفتن منیبتیت در این ناحیه به مراتب کمتر از سرچشمه است. و می توان این ذخیره را متمایز از مس سرچشمه دانست. شکل شماره ۱۰ به وضوح این مطلب را نشان می دهد برای تأیید این مطلب از نقشه پتاسیم و نسبت توریم بر پتاسیم استفاده گردید که در ناحیه میدوک مقدار پتاسیم بالا و نسبت توریم بر پتاسیم پائین می باشد.

یادآور می شوم که این هاله ها نیاز به کنترل زمینی دارند و می بایست بر روی این مناطق بررسی بیشتری انجام گیرد.



MIDOK

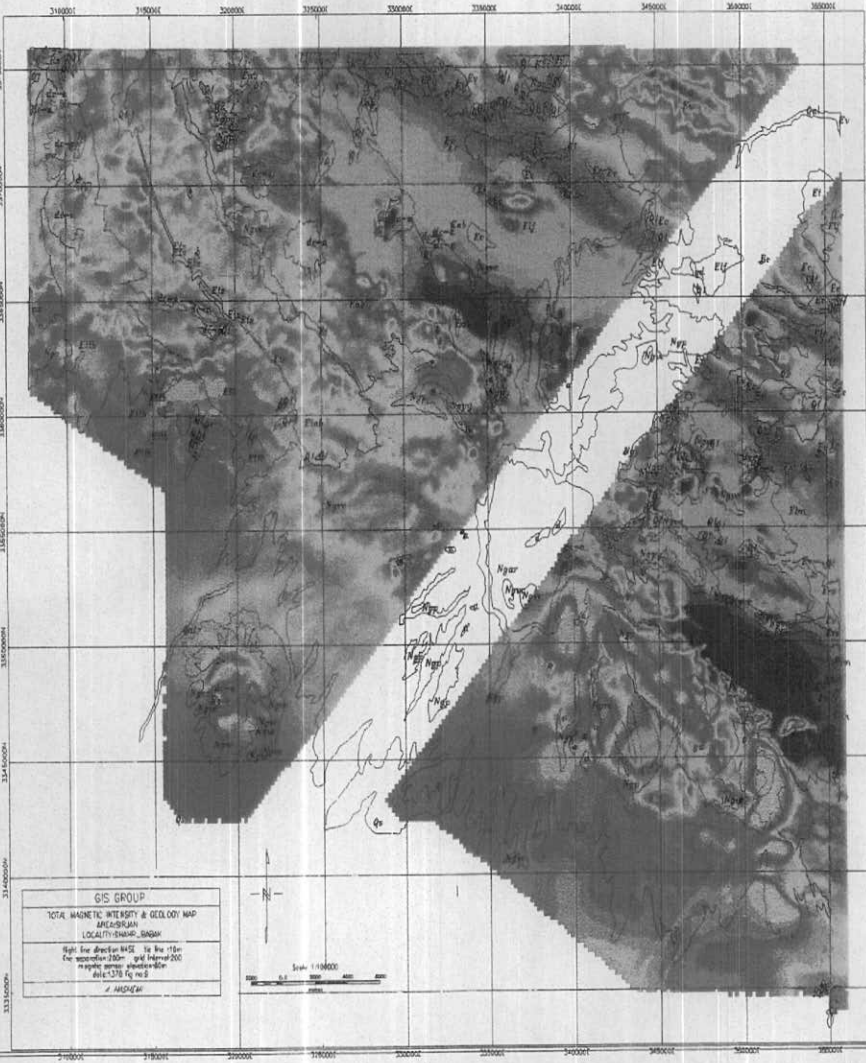
FIG NO:10

بررسی مناطق امیدبخش (پرپتانسیل):

با استفاده از نقشه قابلیت مغناطیسی منطقه، بخش‌های شمال شرقی بواسطه داشتن قابلیت مغناطیس پائین از بخش‌های جنوب غربی جدا می‌شوند، قابلیت مغناطیسی به طور کلی در سنگهای آذرین بالا و در سنگهای رسوبی پائین است. بنابراین پائین بودن قابلیت مغناطیسی در سنگهایی مثل فلیش‌های ائوسن و یا سایر واحدهای رسوبی قابل انتظار است ولی پائین بودن آن در ولکانیکهای شمال شرق منطقه که دارای ترکیب تراکی آندزیت و تراکی بازالت (EV) تا حدی غیر عادی است، در این محدوده قسمتهایی با مغناطیس بالا نیز مشاهده می‌شود، تعیین لیتولوژی و مشخصات سنگ‌شناسی این بخش نیاز به بررسی دقیق صحرایی دارد. نقشه شماره ۱۱ بیانگر انطباق شدت کل مغناطیس با زمین‌شناسی منطقه است. در شمال شرق بر روی واحدهای پیروکلاستیک برش‌های آذرآواری (Ngp) و کنگلومرا آتشفشانی Ngvc گرانودیوریت (gd) و هورنبلند فئوداسیت (a) شدت بالای مغناطیسی نشان داده است. در شمال غرب ورقه واحد داسیت - آندزیت dc-a شدت بالای مغناطیسی مشاهده می‌شود که در نقشه Colour Image این ناحیه ساختمان لایه‌ای را از خود نشان داده که نیاز به بررسی بیشتری دارد. در شمال غربی ورقه بر روی واحدهای تراکی بازالت - تراکی آندزیت، توف جریانه‌های گدازه‌ای شدت بالای مغناطیسی مشاهده می‌شود. رسوبات کواترنری و فلیش‌هایی هنجاری پائین نشان داده است. در شمال غرب منطقه بر روی واحد Etab تراکی آندزیت - تراکی بازالت شدت بالای اورانیوم و توریم و پتاسیم مشاهده می‌شود و نسبت توریم بر پتاسیم و اورانیوم بر پتاسیم پائین و نسبت اورانیوم بر توریم بالا است. با این شواهد می‌توان آلتراسیون پتاسیک را در منطقه توجیه نمود (در ژئوفیزیک تنها قادر به ارائه احتمالی آلتراسیون پتاسیک هستیم لذا کنترل زمینی برای هر نوع آلتراسیون ارائه شده پیشنهاد می‌گردد) و نیز به علت پائین بودن شدت مغناطیس در نقشه شماره یک می‌توان الگویی را برای مس پورفیری در منطقه ارائه داد.

واحد dc-a داسیت و آندزیت در تمام ورقه شهر بابک مقدار بالای اورانیوم را از خود نشان داده است. در سنگهای آذرین در زمانی که پتاسیم و سیلیس سنگ افزایش می‌یابد. اورانیوم و توریم در سنگ جای می‌گیرند، مقدار پتاسیم و توریم در این ناحیه نیز بالا می‌باشد ولی در محل مشخصی به نام لاجاه شدت پائین اورانیوم

# AEROMAGNETIC MAP



**GIS GROUP**  
 TOTAL MAGNETIC INTENSITY & GEOLOGY MAP  
 AMEHRIZAN  
 LOCALITY: AMEHRIZAN, IRAN  
 Scale: 1:100,000  
 Date: 1385  
 Author: J. AHMADI

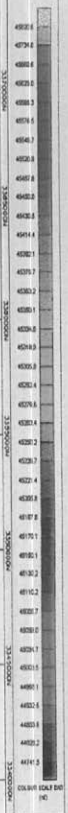


FIG No: 11

مشاهده شده که با توجه به نسبت پائین اورانیوم بر پتاسیم و اورانیوم بر توریم و توریم بر پتاسیم و شدت پائین مغناطیس در نقشه شماره یک و وجود آلتراسیون شدید پتاسیک می توان شسته شدن اورانیوم را به نوعی در ناحیه توجیه نمود. در جنوب شرقی ورقه بر روی واحد gd گرانودیوریت - کوارتز دیوریت - کوارتز مونزونیت مقدار اورانیوم بالا می باشد، کانیهای اورانیوم تمایل حضور در پگماتیتها - سینیتها - منتیتها، کربناتها و گرانیتها و بعضی شیلها را دارند، در این ناحیه مقدار پتاسیم و توریم بالا می باشد و نسبت اورانیوم بر پتاسیم و توریم بر پتاسیم بالا در حالی که نسبت اورانیوم بر توریم پائین است. در نقشه شماره یک شدت مغناطیسی بالا می باشد. این واحد برای اندیس مس پیشنهاد می شود که نیاز به کنترل زمینی دارد. آنومالی موجود بر روی واحد Etb تراکی بازالیت و تراکی آندزیت و جریانات گدازه ای قرار دارد با شدت پائین اورانیوم و شدت بالای پتاسیم و توریم که این محل برای اندیس مس پیشنهاد می شود و نیاز به کنترل زمینی دارد.

در شمال شرقی منطقه بر روی واحد Etb سنگ آهک و مارن مقدار بالای اورانیوم مشاهده شده است و با توجه به نسبت بالای اورانیوم بر پتاسیم و نسبت متوسط اورانیوم بر توریم و میزان بالای توریم و پتاسیم در این ناحیه احتمالاً سنگ آهک از اورانیوم غنی شده است. شدت مغناطیس در این ناحیه پائین می باشد، بر اساس تمامی بررسیهای انجام گرفته و پردازش و تجزیه و تحلیل داده های مغناطیسی و رادیومتری، مناطق امیدبخش جهت بررسی بیشتر در نقشه شماره ۱۲ ارائه شده اند. این نقشه در بردارنده مطالب ذیل می باشد:

در شمال غربی ورقه در محدوده ۳۳۶۵۰۰ و ۳۲۵۰۰، ساختمان دایره ای شکلی مشخص شده است که حاکی از آلتراسیون شدید در منطقه می باشد.

در واقع زون آلتزه به طور مشخصی نمایان شده است. در داخل این محدوده آنومالیهای ژئوفیزیکی تعیین گشته که حائز اهمیت هستند. ذخایر مس پورفیری به طور تبیین درون ولکانیکها به همراه نفوذیها جای می گیرند. مثبتیت در این ولکانیکها می تواند توسط آلتراسیون پروفیلیت و فیلتیک باعث یک مغناطیس پائین در بالای نفوذیها شود. بر طبق این مدل آنومالی شماره یک در کنار یک توده نفوذی در بین چند گسل واقع شده است. و شارپ مغناطیس بالا در وسط مغناطیس پائین در نقشه های مغناطیس ارائه شده مشاهده می شود.

آنومالی شماره دو نیز از این الگو تبعیت می کند که بر روی واحد Etab که در کنار رسوبات کواترنری می باشد

قرار گرفته است. در نقشه شماره ۱۲ مکان اصلی آنومالی مشخص شده است که در بین دو گسل محصور شده است.

آنومالی شماره پنج نیز از این الگو تبعیت می‌کند و بر روی واحد Etb تراکی آندزیت - تراکی بازالت و جریان‌های گدازه‌ای واقع شده است. آلتراسیون پتاسیک در این محدوده تشخیص داده شده است.

در ورقه شهر بابک عموماً ذخایر مس از الگو مغناطیس پائین و مقدار پتاسیم بالا تبعیت می‌کنند که آنومالیهای شماره چهار، هفت، هشت و یازده از این الگو پیروی می‌کنند.

به طور کلی منطقه پرتانسیل در ورقه شهر بابک ناحیه شمال غربی ورقه می‌باشد.

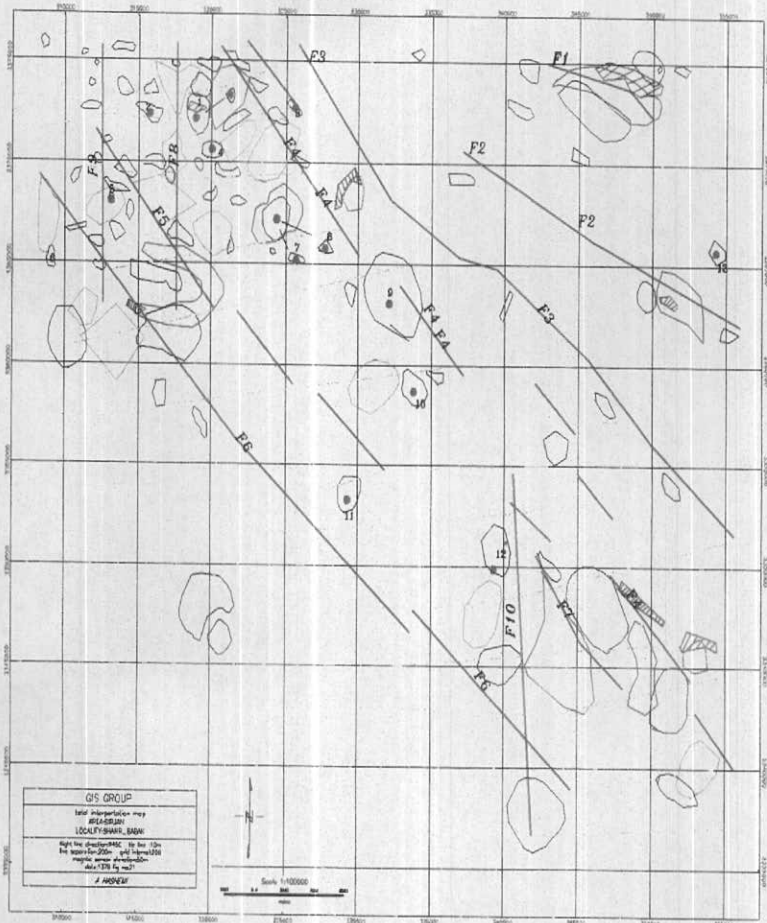
در محدوده کوه مزاحم به علت نداشتن اطلاعات تجزیه و تحلیل صورت گرفته نشده است ولی در نقشه شماره ۱۲ در اطراف این کوه سه آنومالی به ترتیب با شماره ده، یازده، دوازده تعیین شده‌اند این مناطق برای اندیس مس پیشنهاد می‌شوند و با توجه به عکس‌العمل آنومالی‌های اطراف این ناحیه می‌توان انتظار پیدایش مس را در این ناحیه داشت.

در شمال شرقی ورقه بی‌هنجاری شماره سیزده مشخص شده است که یک شدت پائین مغناطیس در وسط مغناطیس بالا ایجاد شده و احتمالاً این ناحیه معرف Weathering می‌باشد.

در ضلع جنوب شرقی کوه مزاحم آنومالی معرفی شده است که احتمالاً ناشی از عملکرد گسل شمالی - جنوبی در آن ناحیه است.

تمامی نواحی مشخص شده در نقشه شماره ۱۲ نواحی پرتانسیل از نظر ژئوفیزیک می‌باشند. کنترل زمینی در این نواحی و بررسی بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

# AEROMAGNETIC MAP



- B Class Alteration
- C Class Alteration
- Weak evidence of alteration (not in magnetically active stratigraphy so difficult to be certain)
- Other intrusion
- shallow magnetic bodies
- F = Major fault (probability)
- probability fault thought to move block
- prospect area
- cu

**GIS GROUP**  
 1000 Al-Farajiyah Hwy  
 61010-01001  
**LOCALITY: SWAR, BAH**  
 Digitized by GIS GROUP, 2008  
 All rights reserved. No part of this  
 publication may be reproduced  
 without the prior written  
 permission of GIS GROUP.

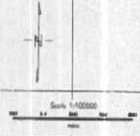


FIG No-01



انجام عملیات گاماسنجی یا مغناطیس زمینی در محدوده‌های امیدبخش معرفی شده

این بند از شرح خدمات در محدوده کاری بخش ژئوفیزیک زمینی قرار دارد لذا مناطق پرتانسیل ارائه شده

جهت پیمایش زمینی معرفی می‌گردند. /ش ۵۷

فصل دوم

دور سنجی

وزارت معادن و فلزات  
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی

**پروژه ارومیه - دختر**

**بررسی‌های دورسنجی در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک**

توسط:

سیمین مهدیزاده تهرانی

وحید فتوتی

ناصر نعیمی قصابیان

با همکاری:

طیبه سامانی

## فهرست مطالب

۱	مقدمه	۱
۳	موقعیت جغرافیایی و سیماشناسی	۳
۳	زمین‌شناسی منطقه بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک	۳
۴	بررسی‌های دورسنجی	۴
۴	اهداف	۴
۱- تلفیق داده‌های لندست و اسپات و تهیه عکس - نقشه ماهواره‌ای در مقیاس‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰		
۵		۵
۵	۱-۱- تهیه داده‌های ماهواره‌ای	۵
۵	۱-۲- تصحیح هندسی داده‌ها	۵
۵	۱-۳- تصحیح رادبومتری داده‌ها	۵
۶	۱-۴- تلفیق داده‌ها	۶
۶	۱-۵- پردازش داده‌ها	۶
۹	۱-۶- تهیه عکس - نقشه ماهواره‌ای	۹
۲- پردازش و تفسیر داده‌ها		
۲۰		۲۰
۲۳	۲-۱- تهیه نقشه خطواره‌ها (گسلها)	۲۳
۲۳	۲-۱-۱- تشخیص و تعیین گسلهای راندگی، راستالغز و عادی	۲۳
۳۰	۲-۱-۲- تشخیص و تعیین محدوده‌هایی با ساختمانهای هورست و گرابن	۳۰
۳۰	۲-۱-۳- تشخیص مناطق با شکستگی‌های حلقوی و متقاطع	۳۰
۳۰	۲-۱-۴- تجزیه و تحلیل کینماتیکی منطقه	۳۰
۳۴	۲-۲- تعیین محدوده‌هایی با ساختمانهای ماگمایی مانند باتولیت، استراتولکان، گنبد‌های اسیدی، استوک، واپک و...	۳۴
۳۹	۲-۳- بررسی آلتراسیونها و تعیین محدوده هر یک از انواع تراورتنی، آرژیلیتی، پروپیلیتی، سیلیسی، پتاسیک و فیلیک	۳۹
۴۶	۲-۴- تهیه نقشه نواحی امیدبخش	۴۶

## شرح تصاویر

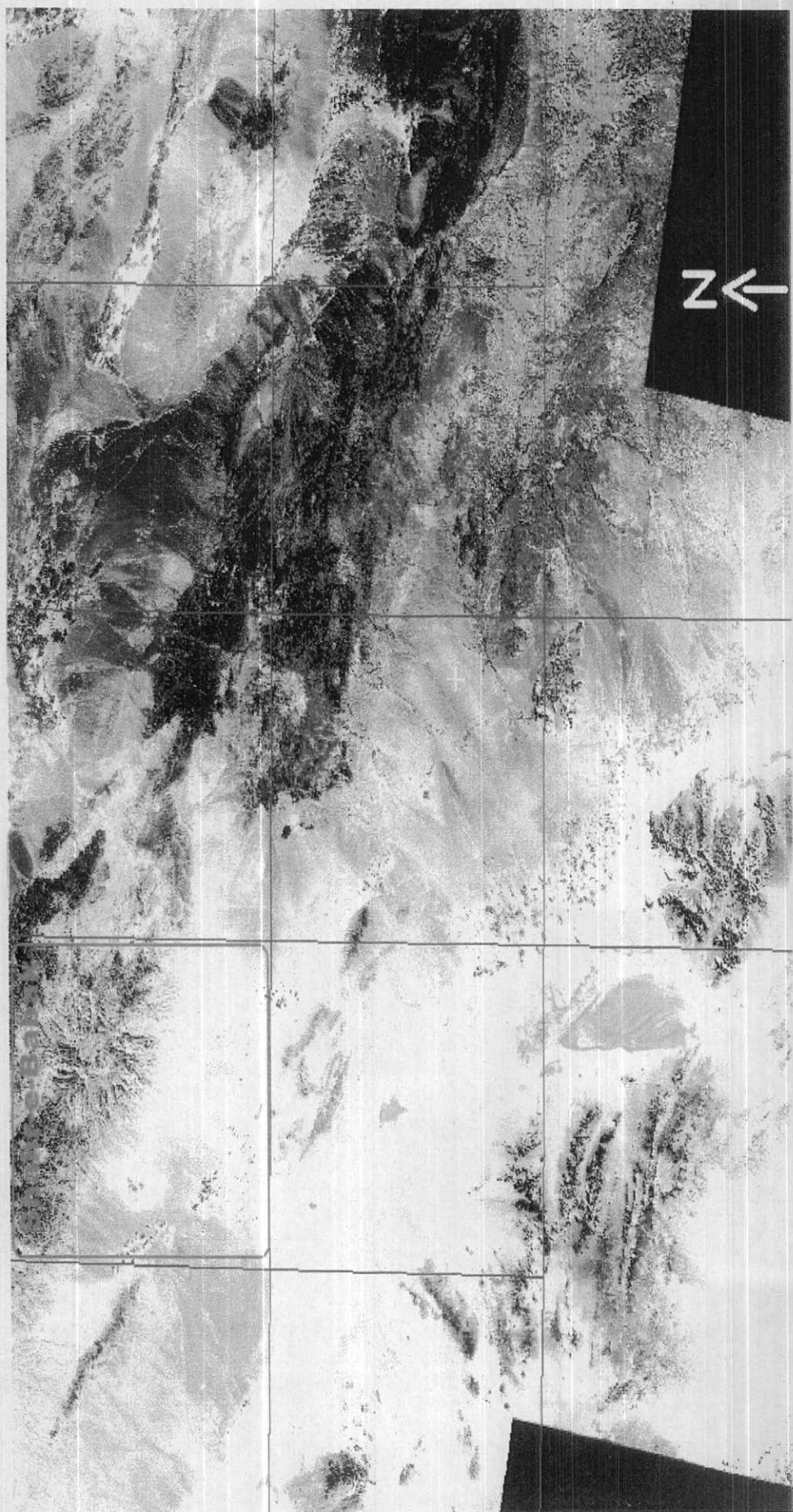
- تصویر شماره ۱- موقعیت ورقه شهر بابک در ده ورقه مطالعاتی زون ارومیه - دختر
- تصویر شماره ۲- تصویر باند ۱ ورقه شهر بابک پس از اعمال تصحیحات رادیومتری
- تصویر شماره ۳- تصویر - نقشه ماهواره‌ای ورقه شهر بابک
- تصویر شماره ۴- تصویر IHS باندهای ۵ و ۳ و ۱
- تصویر شماره ۵- تصویر هیو باندهای ۱ و ۳ و ۵، ۲ و ۴ و ۷، ۶ و ۵ و ۷ در محیط RGB
- تصویر شماره ۶- تصویر رنگی مجازی کوه مزاحیم تهیه شده از داده‌های TM و Spot
- تصویر شماره ۷- تصویر رنگی مجازی کوه مدوار پایین بمنظور تفکیک واحدهای سنگی
- تصویر شماره ۸- تصویر رنگی مجازی مخروط‌های داسیتی پلیوسن در خاور کوه مزاحیم
- تصویر شماره ۹- تصویر رنگی مجازی کوه سارا و مخروط‌های داسیتی خاور و باختر آن
- تصویر شماره ۱۰- تصویر رنگی مجازی منطقه میدوک
- تصویر شماره ۱۱- تصویر رنگی مجازی زوم شده منطقه میدوک تهیه شده از داده‌های TM و Spot
- تصویر شماره ۱۲- نقشه شکستگیهای ورقه شهر بابک
- تصویر شماره ۱۳- نقشه شکستگیهای منطقه شهر بابک (شماره گذاری شده)
- تصویر شماره ۱۴- گسترش شکستگیهای راستالغز در ورقه شهر بابک
- تصویر شماره ۱۵- نقشه گسترش نواحی دارای شکستگیهای متقاطع
- تصویر شماره ۱۶- نمودار گل سرخی ورقه شهر بابک
- تصویر شماره ۱۷- نقشه گسترش ساختمانهای نفوذی
- تصویر شماره ۱۸- گسترش استوک‌های نفوذی در شمال ورقه شهر بابک با رنگ قرمز
- تصویر شماره ۱۹- گسترش رگه‌های کوارتزی در جنوب میدوک با رنگ زرد
- تصویر شماره ۲۰- گسترش دایکهای اسیدی در ورقه شهر بابک
- تصویر شماره ۲۱- نقشه گسترش دگرسانی‌های گرمابی

- تصویر شماره ۲۲- تصویر رنگی بیانگر گسترش و زون بندی دگرسانی های گرمایی
- تصویر شماره ۲۳- مناطق با دگرسانی آرزیلی و سیلیسی با رنگ های آبی و صورتی
- تصویر شماره ۲۴- گسترش احتمالی محدوده های تراورتنی در ورقه شهر بابک با رنگ قرمز
- تصویر شماره ۲۵- تصویر زوم شده از گسترش احتمالی تراورتن با رنگ قرمز
- تصویر شماره ۲۶- نقشه نواحی امیدبخش
- تصویر شماره ۲۷- تصویر دگرسانی ناحیه آبدر (ناحیه امیدبخش شماره ۱)
- تصویر شماره ۲۸- تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۲
- تصویر شماره ۲۹- تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۵ و ۶ و ۷ و ۸
- تصویر شماره ۳۰- تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۳
- تصویر شماره ۳۱- تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۹
- شکل ۱- نمودار Scatter plot باندهای یک، دو، سه و چهار نسبت به باند هفت
- شکل ۲- نمودار بازتاب طیفی کانی های دگرسانی در محدوده طول موجی مختلف

محدوده مورد مطالعه بخشی از زون ماگمایی ارومیه - دختر می باشد که با روندی تقریباً شمال باختری - جنوب خاوری به درازای ۲۰۰۰ کیلومتر و عرض تقریبی ۵۰ کیلومتر به موازات زون سنندج - سیرجان و کمربند کوهزائی زاگرس قرار گرفته است. این زون بیشتر شامل مجموعه ای از سنگهای آتشفشانی و آتشفشانی رسوبی و درونی می باشد که قدیمیترین نفوذی های شناخته شده در این مجموعه، سنگهای ژوراسیک بالایی را قطع می کند و بطور دگرشیب بوسیله سنگ آهک های متورق پوشیده می شود و جوانترین سنگهای این زون را گدازه ها و سنگهای پیروکلاستیک وابسته آن مربوط به کواترنری تشکیل می دهد. این مجموعه از نظر علوی (۱۹۸۰) و بربریان و همکاران (۱۹۸۲) مربوط به زیرراندگی نئوتتیس و از نوع آندی می باشد. نظر به اینکه جایگاه کانسارهای پورفیری بزرگ دنیا و ذخایر طلای اپی ترمال مربوط به جزایر قوسی و زونهای فرورانش می باشد و تمرکز آنها بیشتر در نواحی دگرسان شده وسیع و محل گسلهای بزرگ حاشیه دهانه های آتشفشانی و یا همراه با تراورتن های حوالی چشمه های آب گرم می باشد، بررسیهای دورسنجی به دلیل داشتن داده هایی با دید وسیع و یکپارچه و در محدوده طول موجی مختلف، بهترین وسیله در شناخت این کانسارها می باشد.

طرح ارومیه - دختر در محدوده ۲۰ برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ از این زون بمنظور شناخت نواحی دارای پتانسیل های مس تیب پورفیری، اسکارنی و رگه ای و همچنین طلای اپی ترمال با بکارگیری داده های بدست آمده از بررسیهای دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی، سنگ شناسی، تکتونیک، ژئوشیمی و در نهایت مدلسازی آنها انجام خواهد گرفت و گزارش حاضر نتیجه بررسی های دورسنجی در محدوده ورقه شهر بابک (تصویر شماره ۱) می باشد.

تصویر شماره ۱ - موقعیت ورقه شهریارک در ده ورقه مطالعاتی زون ارومیه - دختر





## موقعیت جغرافیایی و سیماشناسی

ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک بین طول جغرافیایی  $۵۵^{\circ}۰۰'$  الی  $۳۰^{\circ}۳۰'$  و عرض جغرافیایی  $۳۰^{\circ}۰۰'$  الی  $۳۰^{\circ}۳۰'$  شمالی قرار گرفته است. این ورقه دارای دو چهره متمایز مورفولوژیکی می باشد. بخش شمالی آن کوهستانی بوده و دارای آب و هوای نسبتاً معتدل است. کوه مزاحم با بلندای ۳۴۷۳ متر از سطح دریا بلندترین نقطه این ورقه و کوههای نازکوه، پاقعه و مدار پایین نیز با بلندای بیش از ۲۲۰۰ متر از دیگر ارتفاعات بخش شمالی می باشند.

بخش جنوبی ورقه را دشت آبرفتی نسبتاً همواری تشکیل می دهد که دارای آب و هوای خشک و گرم نیمه بیابانی است. شهرستان شهر بابک با تاریخی کهن بر بستر این دشت بنا شده است. آب منطقه شمالی بوسیله چشمه سارهای داخلی تأمین می شود و در دشت جنوبی با بهره گیری از آب قنات و چاه های عمیق کشاورزی به شیوه سنتی انجام می شود.

## زمین شناسی منطقه بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک

بر اساس نقشه زمین شناسی موجود، قدیمی ترین سنگهای این ناحیه فلیش و آمیزه رنگین کرتاسه پسین می باشد. ائوسن با ته نشست فلیش قاعده ای آغاز و سپس با رسوب کنگلومرا، سنگ ماسه، سنگ آهک و مارن ادامه پیدا می کند. گدازه های این زمان با ترکیب آندزیت، تراکی آندزیت، تراکی بازالت و پیروکلاستیکهای وابسته و کمی ایگنیمبریت بیشتر بروزدهای این محدوده را تشکیل می دهد. توده های گرانودیوریت، کوارتز دیوریت و مونزونیت کوارتزدار به سن پس از ائوسن در سنگهای این منطقه نفوذ کرده است. فاز ولکانیکی بعدی در زمان نئوژن سبب تشکیل مخروط آتشفشانی کوه مزاحم و چندین مخروط کوچک دیگر شده است. مخروط مزاحم شامل گدازه ها و برش های داسیتی - آندزیتی است که بر روی آن گدازه های پیروکسن آندزیت مشاهده می شود.

خاکسترهای آتشفشانی، لاهار، برش و توف های اسیدی نیز بر روی این گدازه ها قرار گرفته است. در پلیوکواترتر توده های آتشفشانی اسید با ترکیب داسیتی بیرون زدگی پیدا کرده که کراترهای آن بصورت تیپیک و فرسایش نیافته دیده می شود.

## بررسیهای دورسنجی

بررسیهای دورسنجی در محدوده ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ شهر بابک با استفاده از مجموعه کامل سخت‌افزاری و نرم‌افزارهای ویژه پردازش تصویر و با داده‌های ماهواره‌ای و روش‌هایی که شرح آن خواهد آمد، انجام گرفت و منتج به دستیابی به بیشتر اهداف مورد نظر گردید.

### اهداف:

۱- تلفیق داده‌های لندست و اسپات و تهیه عکس - نقشه ماهواره‌ای در مقیاس‌های ۱:۱۰۰،۰۰۰ و

۱:۵۰،۰۰۰، که در طی مراحل زیر انجام گرفت:

۱-۱- تهیه داده‌های ماهواره‌ای

۱-۲- تصحیح هندسی داده‌ها

۱-۳- تصحیح رادیومتری داده‌ها

۱-۴- تلفیق داده‌ها

۱-۵- پردازش داده‌ها

۱-۶- تهیه عکس - نقشه ماهواره‌ای

۲- پردازش و تفسیر داده‌ها که نتیجه آن دستیابی به موارد زیر بوده است.

۲-۱- تهیه نقشه خطواره‌ها (گسل‌ها)

۲-۱-۱- تشخیص و تعیین گسل‌های راندگی، راستالغز و عادی

۲-۱-۲- تشخیص و تعیین محدوده‌هایی با ساختمان‌های هورست و گرابن

۲-۱-۳- تشخیص مناطق با شکستگی‌های حلقوی و متقاطع

۲-۱-۴- تجزیه و تحلیل کینماتیکی منطقه

۲-۲- تعیین محدوده‌هایی با ساختمان‌های ماگمایی مانند با تولیت، استراتوولکان، گنبد‌های اسیدی،

استوک، دایک و...

۲-۳- بررسی آلتراسیون‌ها و تعیین محدوده هر یک از انواع تراورتنی، آرژیلیتی، پروپیلیتی، سلیسی،

پتاسیک و فیلیک

۲-۴- تهیه نقشه نواحی امیدبخش

۱- تلفیق داده‌های لندست و اسپات و تهیه عکس - نقشه ماهواره‌ای در مقیاس‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ و

۱:۵۰,۰۰۰

#### ۱-۱- تهیه داده‌های ماهواره‌ای

ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک را بخشی از داده‌های TM ماهواره لندست به شماره گذر ۱۶۱ و ردیف ۳۹ مربوط به سال ۱۹۸۹ پوشش می‌دهد. این داده‌ها در هفت باند طول موجی و با قدرت تفکیک زمینی ۳۰ متر در باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۱۲۰ متر در باند ۶ اخذ می‌گردد. که توان ارائه اطلاعاتی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ را دارند. با استفاده از داده‌های سنجنده پنکروماتیک ماهواره اسپات بصورت تک باندی در محدوده طول موج مرئی و با قدرت تفکیک زمینی ۱۰ متر و تلفیق آن با داده‌های TM، تصاویر رنگی در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ تهیه گردید.

#### ۱-۲- تصحیح هندسی داده‌ها

در این مرحله با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰، داده‌های اسپات تصحیح و در شبکه UTM قرار داده شد. این تصحیحات بر اساس انتخاب حدود ۱۰۰ نقطه کنترل بر روی نقشه‌های توپوگرافی و مشابه بایی آن بر روی داده‌های اسپات و بکارگیری روش ریاضی مناسب (Cubic Convolution) برای انطباق بهینه آنها انجام گرفت.

توزیع یکنواخت نقاط کنترل و تعیین نقاط مشابه با حداقل خطا در هر پیکسل (میزان RMS مجاز برابر اندازه جزء تصویری است) و بکارگیری روش‌های ریاضی و آماری مناسب در صحت تصحیحات بسیار مؤثر می‌باشد.

#### ۱-۳- تصحیح رادیومتری

در این تصحیحات اثرهای مربوطه به حساسیت سنجنده، زاویه تابش خورشید، سایه و اثرات جوی حذف گردید. با توجه به اینکه میزان پراکنش جوی در باند هفت بسیار کم می‌باشد، Scatterplot باندهای ۱ و ۲ و ۳ و

۴ (شکل ۱) نسبت به باندها ۷ ترسیم گردید و با تعیین میزان انحراف محور آنها از مبدأ مختصات و کاستن آن از درجات روشنایی باندهای مربوطه، ارزش‌های عددی حقیقی پیکسل‌های این باندها بدست آمد و در نتیجه آن تصاویری با اختلاف تن خاکستری بیشتر تهیه گردید (تصویر شماره دو).

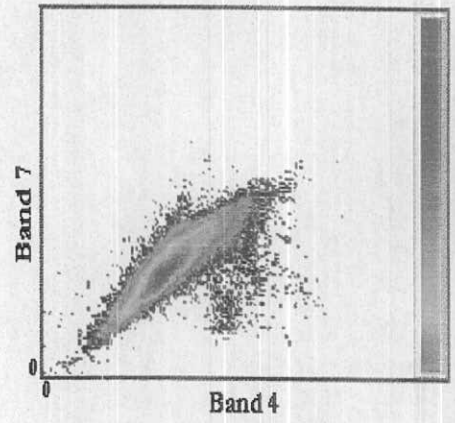
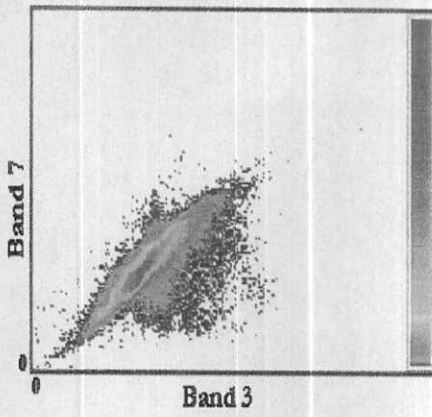
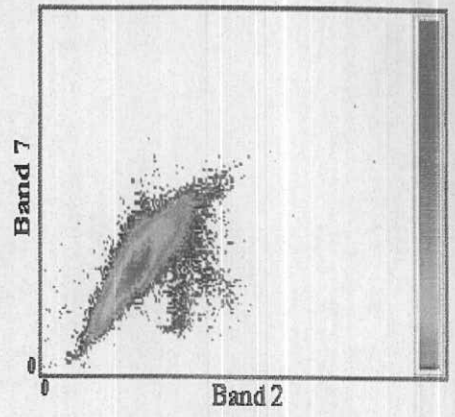
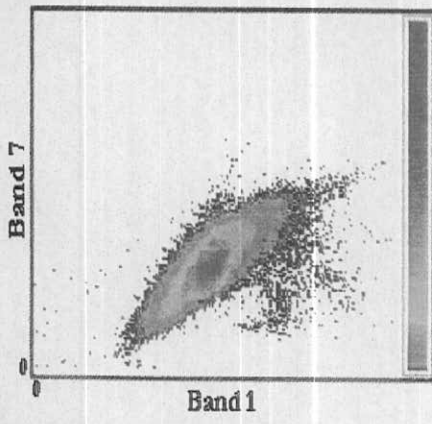
#### ۴-۱- تلفیق داده‌ها

در این مرحله تصاویر تصحیح شده اسپات (تک باندهای) و تی‌ام (سه باندهای) برای بدست آوردن تصویر رنگی با توان تفکیک زمینی ۱۰ متر تلفیق گردید. تصویر نقشه ۵۰،۰۰۰:۱ این منطقه که براساس این داده‌ها تهیه گردید، دارای وضوح بسیار مناسبی برای تشخیص واحدهای سنگی و محدوده آنها، شکستگیها و عوارض خطی دیگری می‌باشد.

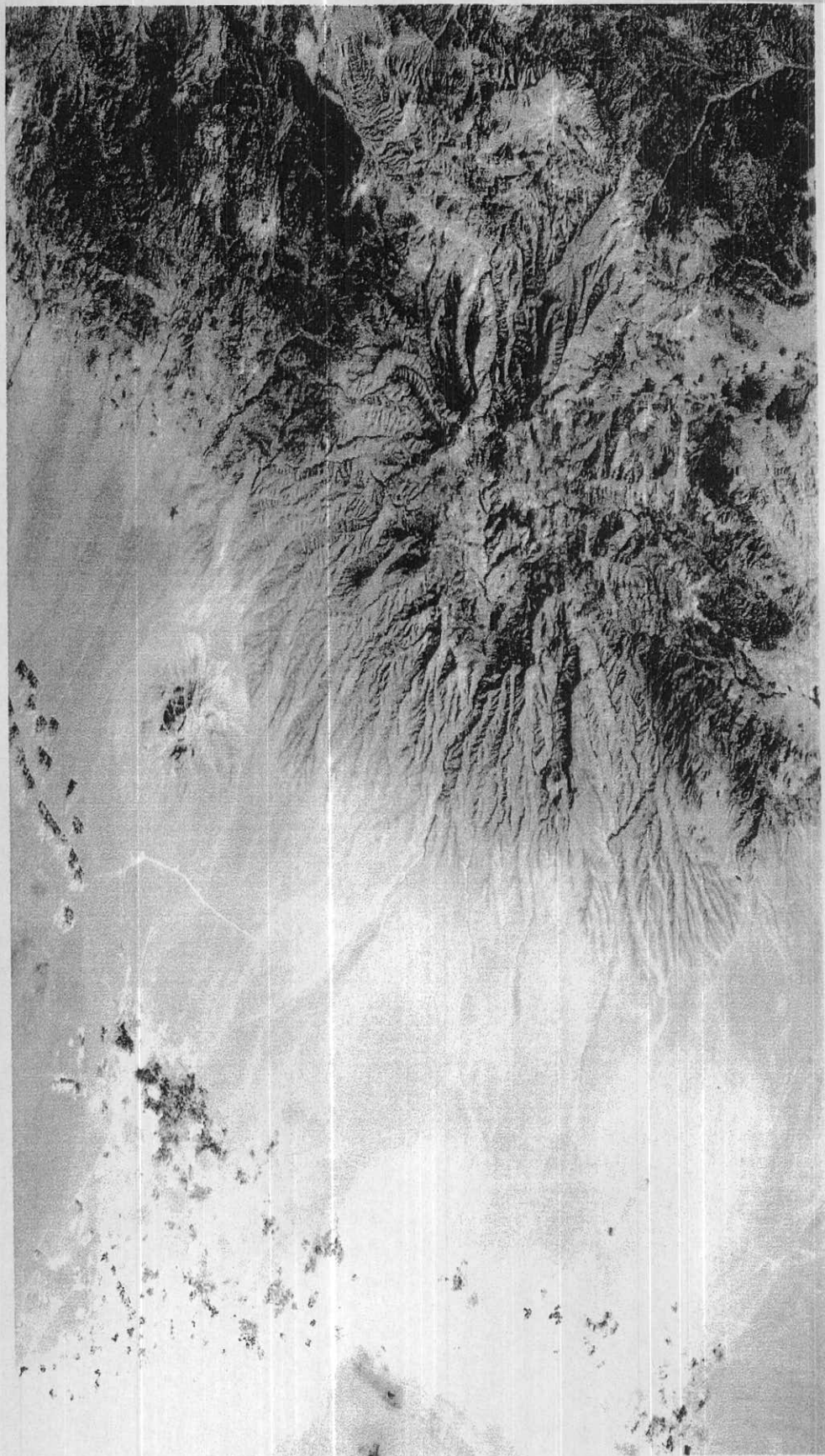
#### ۵-۱- پرازش داده‌ها

در این مرحله برای آشکارسازی پدیده‌های زمینی، داده‌های مربوط به باندهای مختلف با توجه به هیستوگرام درجات روشنایی شان با روش افزایش کنتراست خطی (Linear)، ریشه دوم (Root)، معادل سازی (Equalize) و تکه‌ای (Place wise) با اختلاف بیشتری از نظر تن نمایش داده شد. با بکارگیری فیلترهای مختلف مانند فیلتر هموارکننده (Median) برای حذف بافتهای ویژه و فیلتر آشکارساز لبه (Edge Enhancement) برای بارز شدن لبه‌ها، باندهایی متباین و یا شارپ ساخته شد.

تصاویر رنگی حاصل از ترکیب باندهای ۱ و ۳ و ۵، ۱ و ۴ و ۷، ۲ و ۵ و ۷، ۲ و ۴ و ۷ در محیط RGB و تصاویر رنگی حاصل از ترکیب باندهای ۱ و ۳ و ۵، ۵ و ۶ و ۷ در محیط IHS و تصاویر رنگی باندهای هیو ۱ و ۳ و ۵، ۲ و ۴ و ۷ و ۵ و ۶ و ۷ در محیط RGB بهترین نتایج را در این منطقه برای تشخیص واحدهای سنگی مختلف از یکدیگر داشتند.



شکل ۱- نمودار Scatter plot باندهای یک، دو، سه و چهار نسبت به باند هفت



تصویر شماره ۲ - تصویر بانده ۱ و ۲ ورقه شهرابک پس از اعمال تصحیحات رادپومتری

## ۶-۱-عکس - نقشه ماهواره‌ای (Satellite photomap)

عکس - نقشه ماهواره‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ که بر اساس داده‌های سنجنده TM تهیه می‌شود و مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ که با استفاده از داده‌های TM و اسپات بدست می‌آید، برای پیدا کردن دید کلی از چگونگی گسترش واحدهای سنگی، رسوبات آبرفتی کواترنر، چین خوردگی و شکستگی‌های عمده، گسترش پوشش گیاهی، چگونگی توزیع شبکه آبراهه‌ها و جاده‌ها و گسترش آبادی‌ها و شهرها و بسیاری از پارامترهای دیگر در مرحله اول بررسی ما را یاری می‌نماید. در زیر به شرح و ارائه بعضی از این تصاویر که ما را در شناخت پدیده‌های ذکر شده در منطقه شهر بابک یاری نموده است می‌پردازیم.

تصویر شماره ۳، عکس - نقشه ماهواره‌ای ورقه شهر بابک است که از ترکیب باندهای ۷ و ۴ و ۲ با فیلترهای قرمز، سبز و آبی ساخته شده است. پوشش گیاهی در این تصویر به رنگ سبز دیده می‌شود. جاده‌های اصلی و فرعی با لایه وکتوری سیاه و با ضخامت‌های متفاوت و مناطق مسکونی با لایه قرمز نشان داده شده است. تصاویر رنگی بسیاری با ترکیب باندهای مختلف در محیط RGB و IHS ساخته شد که با استفاده از آنها و بهره‌گیری از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه می‌توان گسترش واحدهای سنگی گوناگون را به شرح زیر بیان کرد.

در تصویر شماره ۴ که بر اساس ترکیب باندهای ۱۳ و ۵ در محیط IHS بوجود آمده، گسترش سنگهای ولکانیکی میانه ائوسن با رنگ قرمز نشان داده شده است. لازم به ذکر است که در این تصویر مناطق دارای سایه در دهانه کوه مزاحم نیز به همین رنگ مشاهده می‌شود. در تصویر شماره ۵ که بر اساس ترکیب هیوهای مشتق شده از کانالهای ۱ و ۳ و ۵، ۲ و ۴ و ۷، ۵ و ۶ در محیط RGB ساخته شده است، اشکال تصویر شماره ۴ بر طرف گردیده و فقط گسترش سنگهای ولکانیکی ائوسن به رنگ بنفش دیده می‌شود و کاملاً با سایر واحدهای سنگی دیگر قابل تفکیک می‌باشد.

تصویر شماره ۶، کوه مزاحم را در دو مقیاس مختلف نشان می‌دهد. این کوه با نهشته‌های متعلق به نوژن و به احتمال پلیوسن در مرکز ورقه شهر بابک جای دارد و محصولات آتشفشانی آن بر روی واحدهای رسوبی - آتشفشانی ائوسن قرار گرفته است. این آتشفشان از نوع مرکزی است و قطر بخش پی آن حدود ۳۰ کیلومتر بوده

که در قسمت دهانه، دارای کالدرایی با قطر ۵ تا ۷ کیلومتر می‌باشد. دهانه‌های فرعی نیز در پیرامون آن دیده می‌شود. در این کالدرای از خارج به داخل واحدهای زیر وجود دارد:

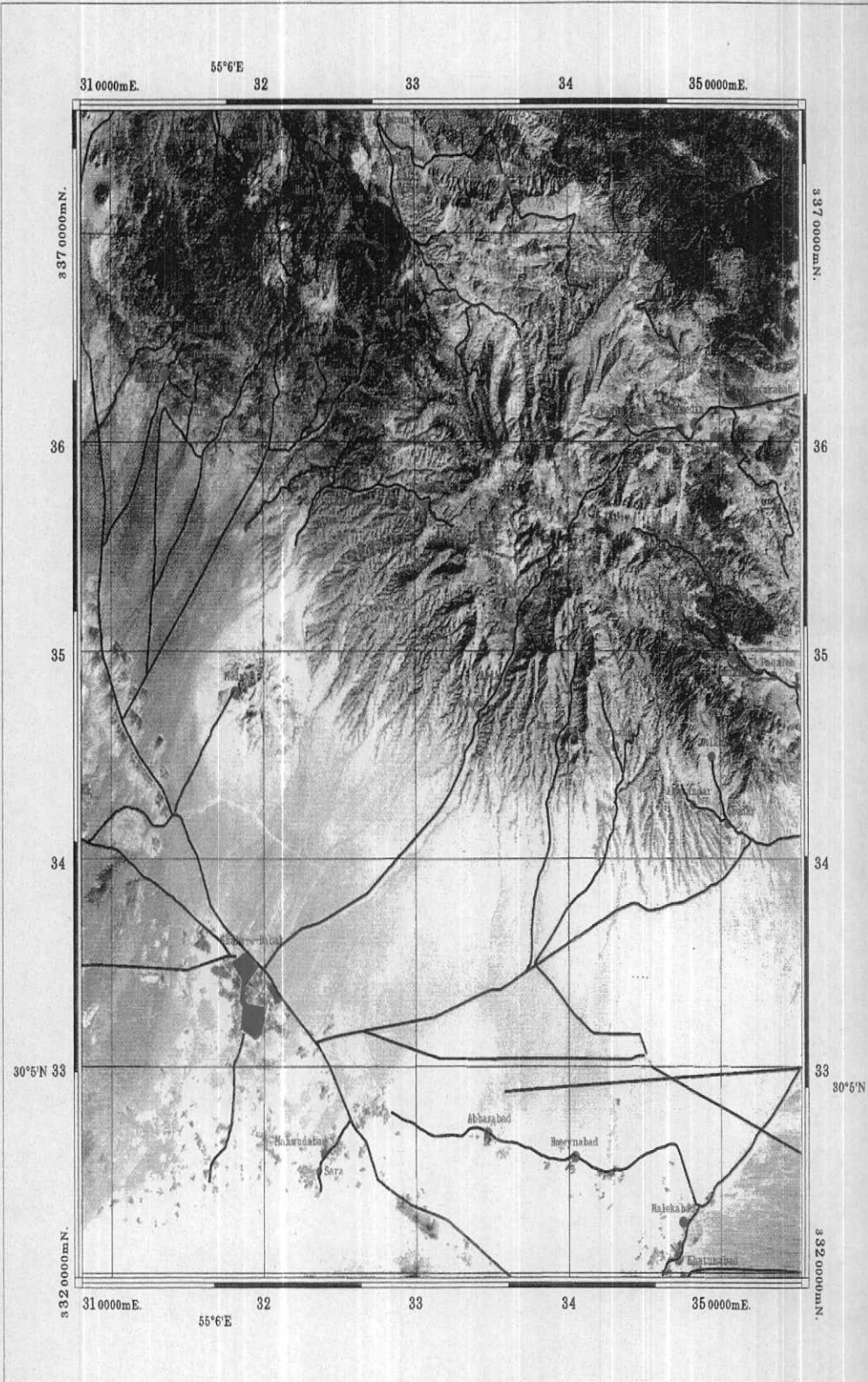
سنگهای آذرآواری داسیتی که در تصویر با رنگ آبی روشن دیده می‌شود. کنگلومراهای آتشفشانی با رنگ سفید، گدازه‌های هورنبلند آندزیت با رنگ زرد و گدازه‌ها و سنگهای آذرآواری داسیتی با رنگ آبی تیره و با ساخت حلقوی حوالی دهانه دیده می‌شوند. گدازه‌های داسیتی به سمت داخل دگرسان شده بوده و به رنگ زرد تا سفید مشاهده می‌گردند. سنگهای نیمه عمیق با ترکیب میکرودیوریت پورفیری در مرکز کالدرای مشاهده می‌شود که در تصویر زوم شده با رنگ تیره بخوبی قابل تفکیک است.

کوه مدوار پایین با شکل کاملاً مخروطی در جنوب غرب کالدرای مزاحم قرار گرفته است. کنگلومرا و گدازه‌های برشی شده تراکیتی بصورت حلقوی در اطراف آن با رنگ خاکستری تیره در تصویر شماره ۷ دیده می‌شود. سنگهای آتشفشانی و پیروکلاستیک‌های داسیتی تا ریوداسیتی با رنگ آبی تا قرمز با برجستگی‌هایی دیواره مانند در این تصویر مشاهده می‌شود.

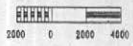
ساختمان‌های مخروطی شکل شبیه کوه مدوار پایین همانطور که در تصویر شماره ۸ دیده می‌شود، در بخش خاور و شمال خاوری کالدرای مزاحم دیده می‌شود. کوه سارا نیز در شمال میدوک به شکل کاملاً مخروطی و شبیه کوه مدوار پایین در تصویر شماره ۹، دیده می‌شود. مخروط‌های دیگری نیز در خاور و باختر سارا دیده می‌شود که مخروطهایی به احتمال با ترکیب داسیتی هستند ولی سن آنها متفاوت با مدوار پایین و کوه سارا می‌باشد. در تصویر شماره ۱۰، بخش شمال باختری ورقه شهر بابک دیده می‌شود. گدازه‌های اسید تا میانه ائوسن با رنگ آبی تا سورمه‌ای تیره و توده‌های اسیدی با ترکیب کوارتز دیوریت و تونالیت با رنگ زرد تا قرمز در این تصویر دیده می‌شوند. مناطق با رنگ سفید در این تصویر بیانگر نواحی دارای دگرسانی شدید می‌باشد. در تصویر شماره ۱۱ منطقه میدوک بصورت زوم شده دیده می‌شود. سنگهای ولکانیکی میانه با رنگ تیره و گدازه‌های اسیدتر با رنگ روشن‌تر (آبی) و مناطق دگرسان شده با رنگ سفید مشاهده می‌شود.



Satellite Photomap Of Shahr-e-babak(TM BANDS 7,4,2)

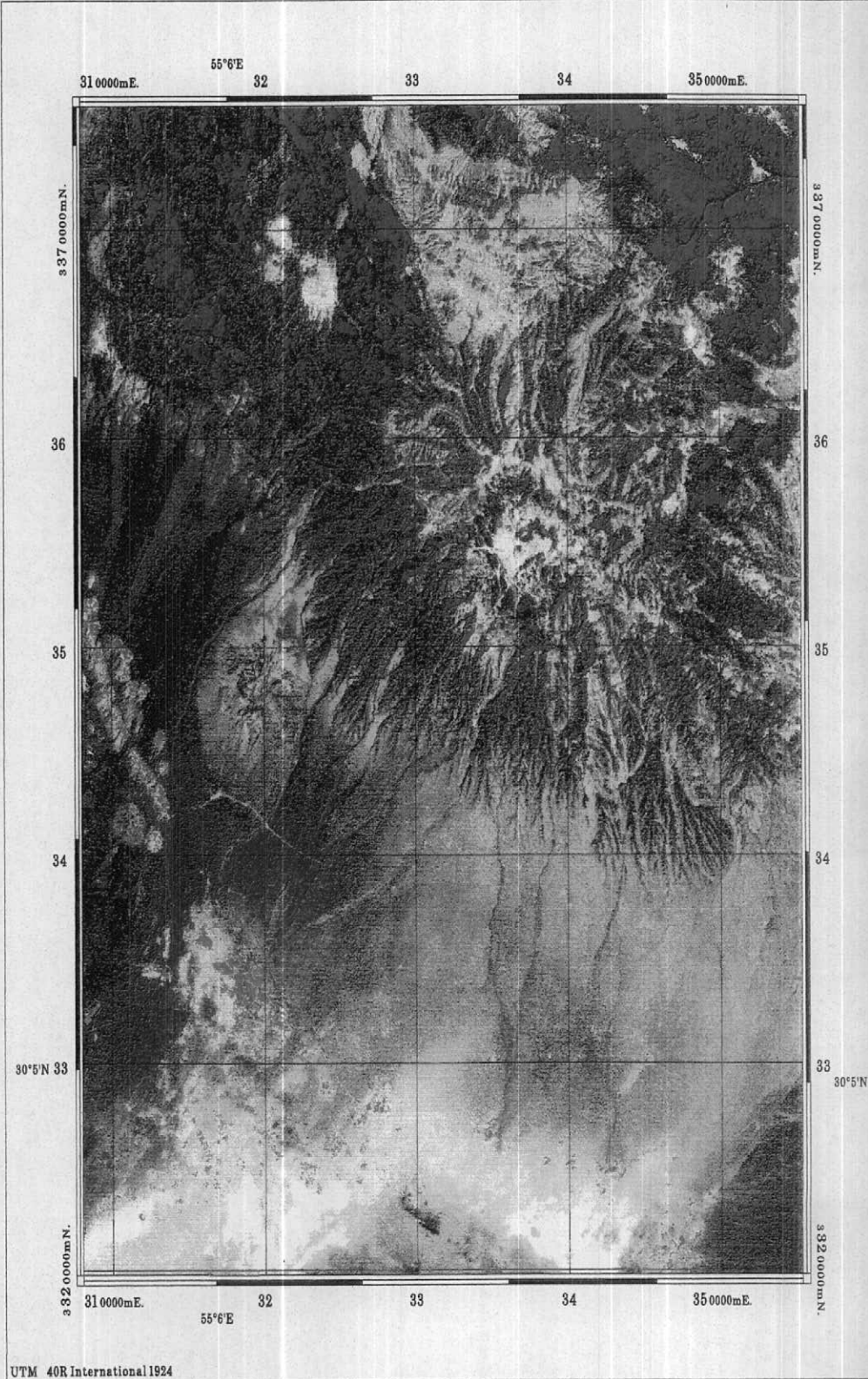


Prepared By : Remote Sensing Group Of G.S.I.



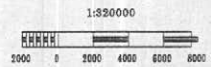
کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
تصویر شماره ۳ - نقشه ماهواره ای ورقه شهر بابک

# Color Composite Image Of Shahr-e-Babak



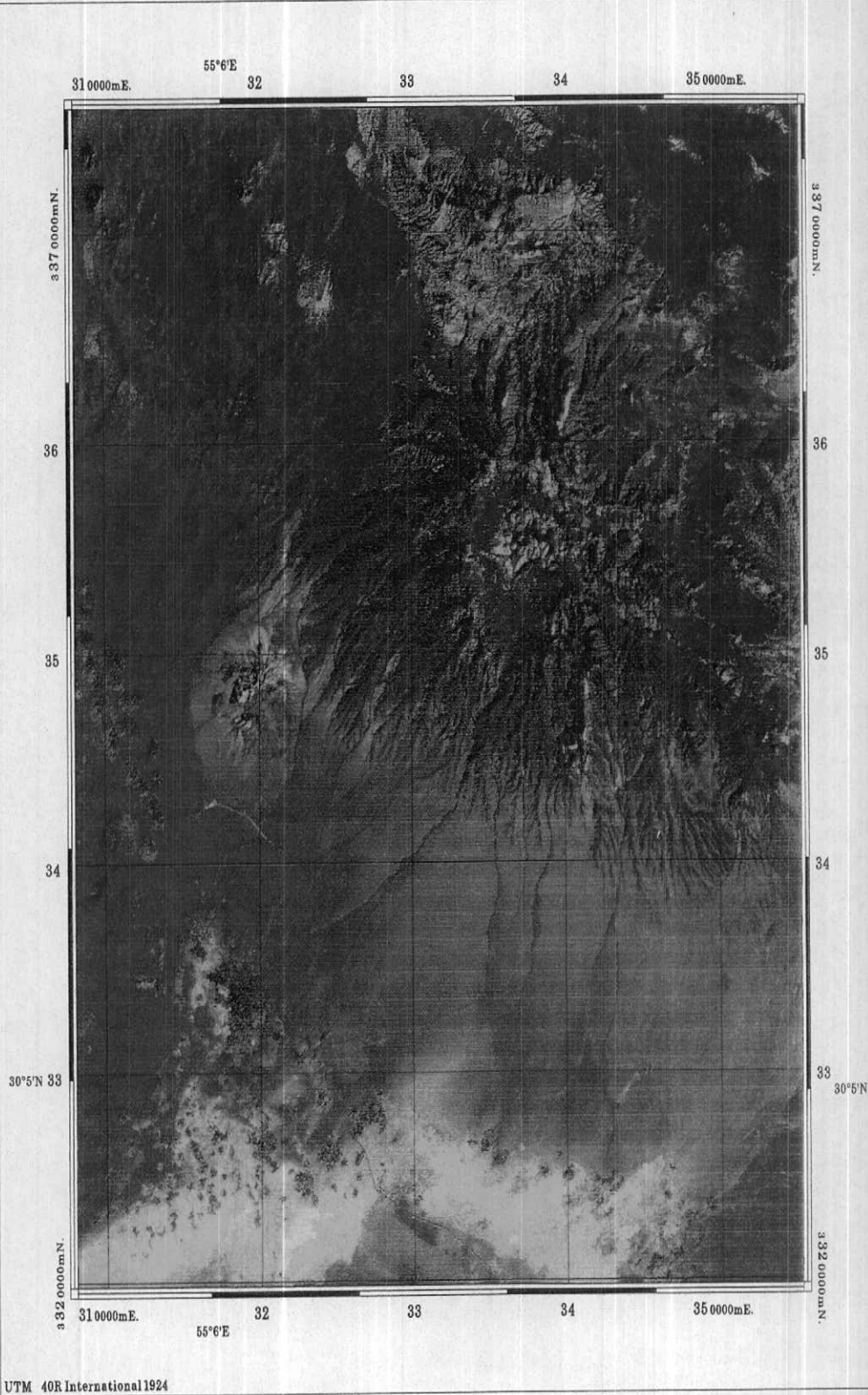
IHS IMAGE

Prepared By: Remote Sensing Group Of G.S.I.



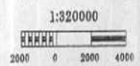
تصویر شماره ۴- تصویر IHS باندهای ۵ و ۳ و ۱

# Color Composite Image Of Shahr-e-Babak

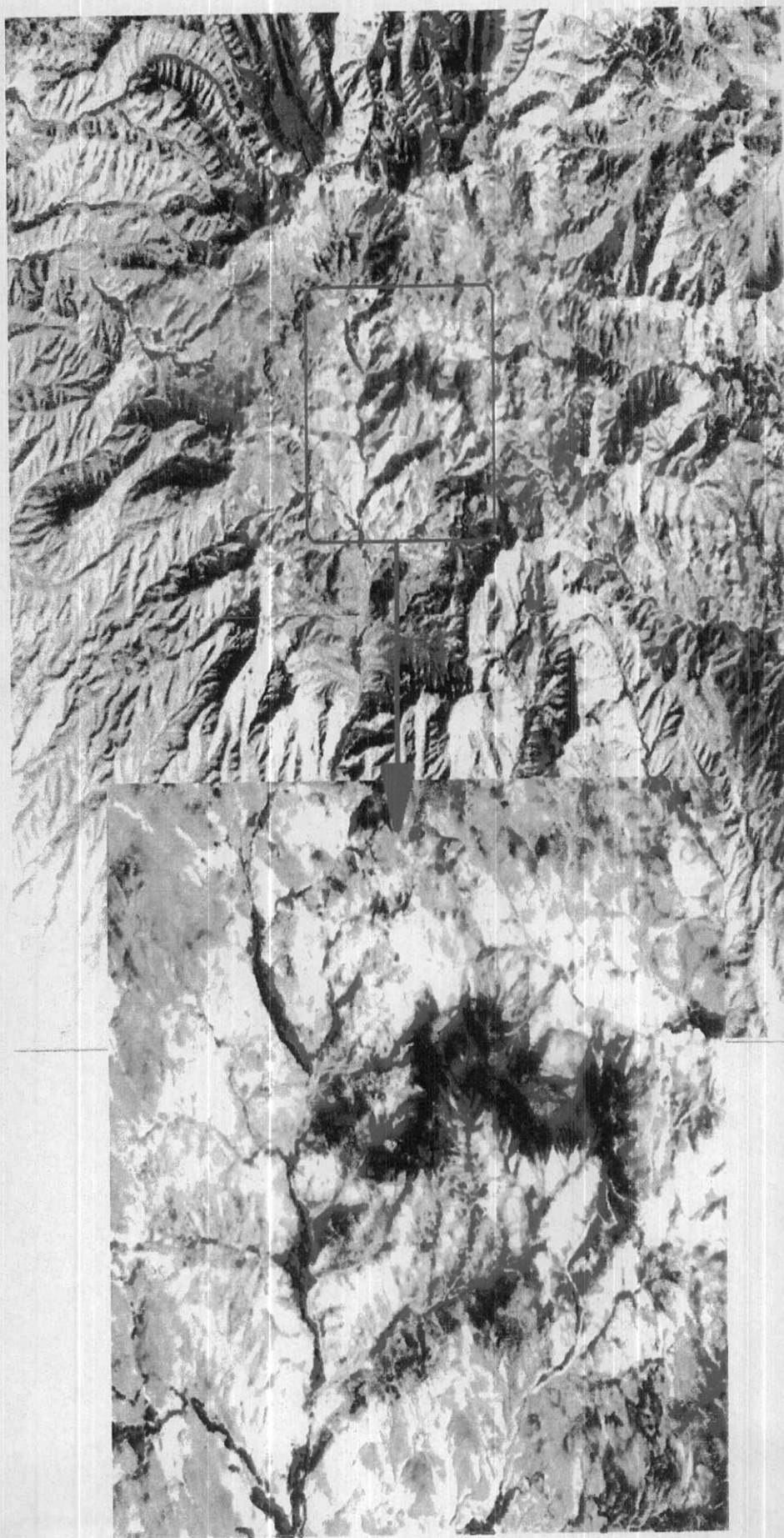


IHS IMAGE

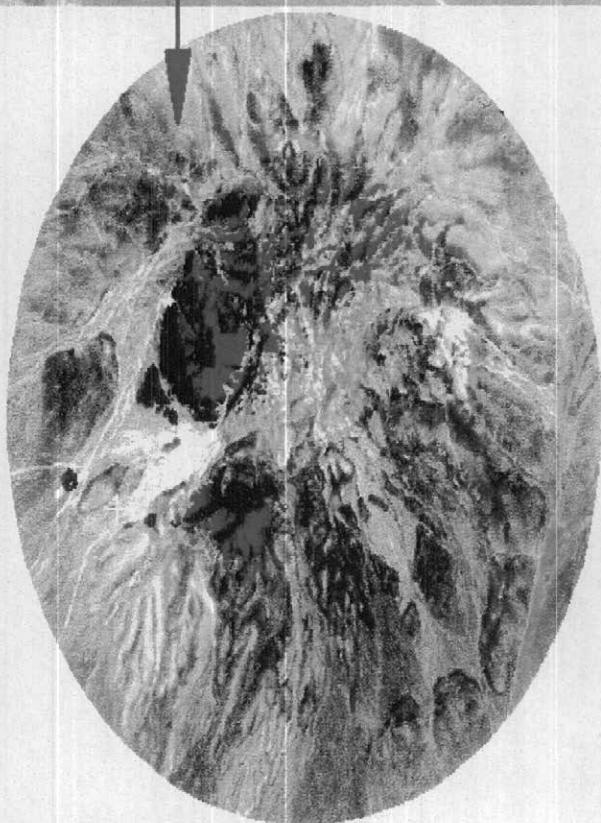
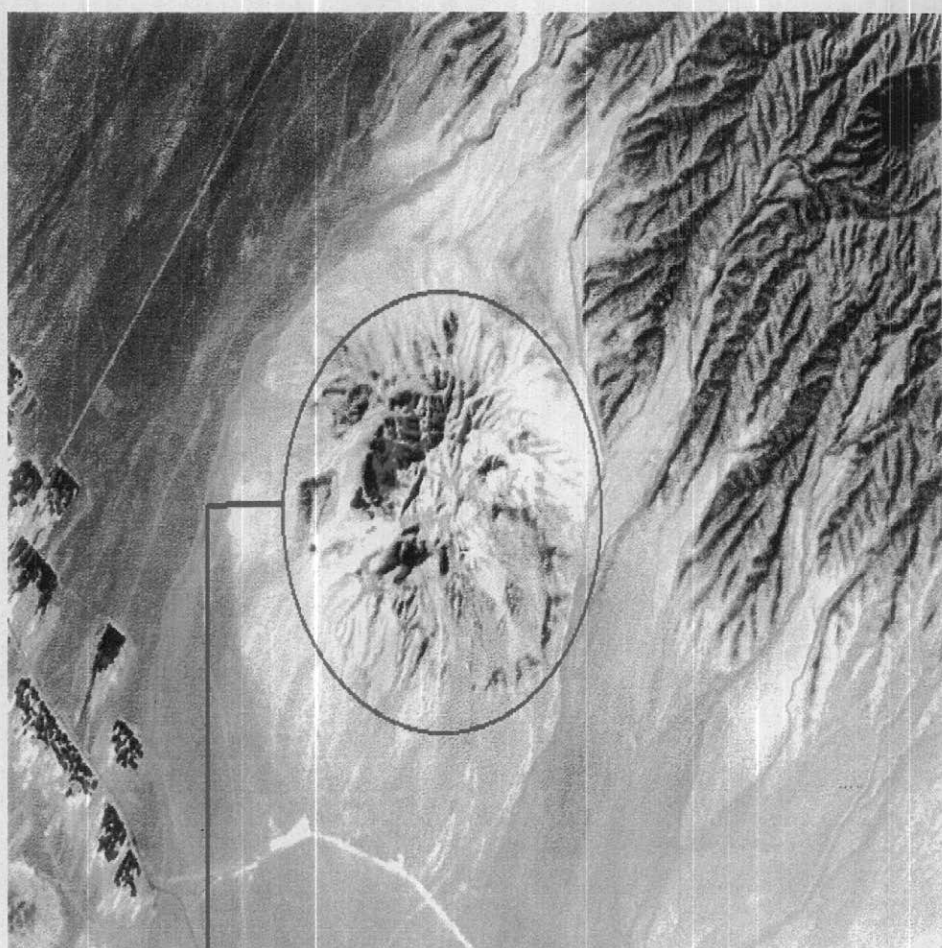
Prepared By : Remote Sensing Group Of G.S.I.



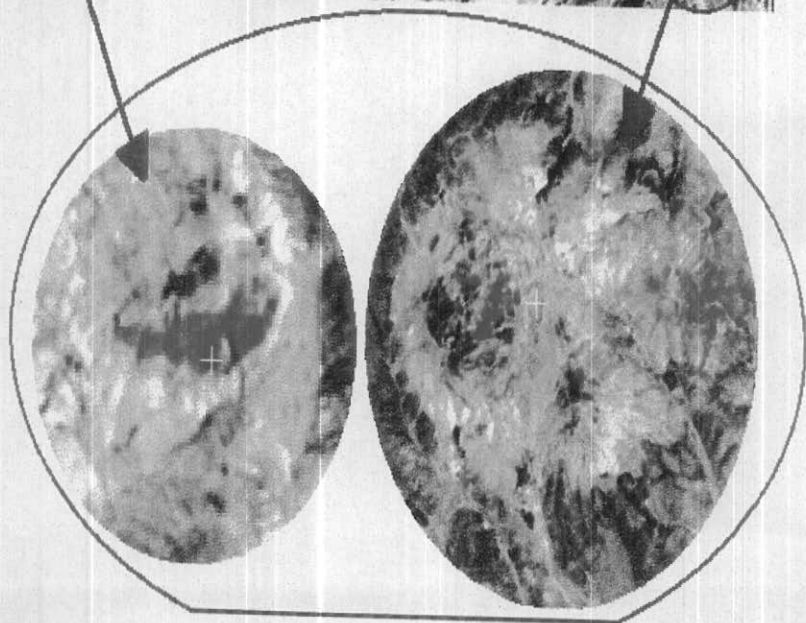
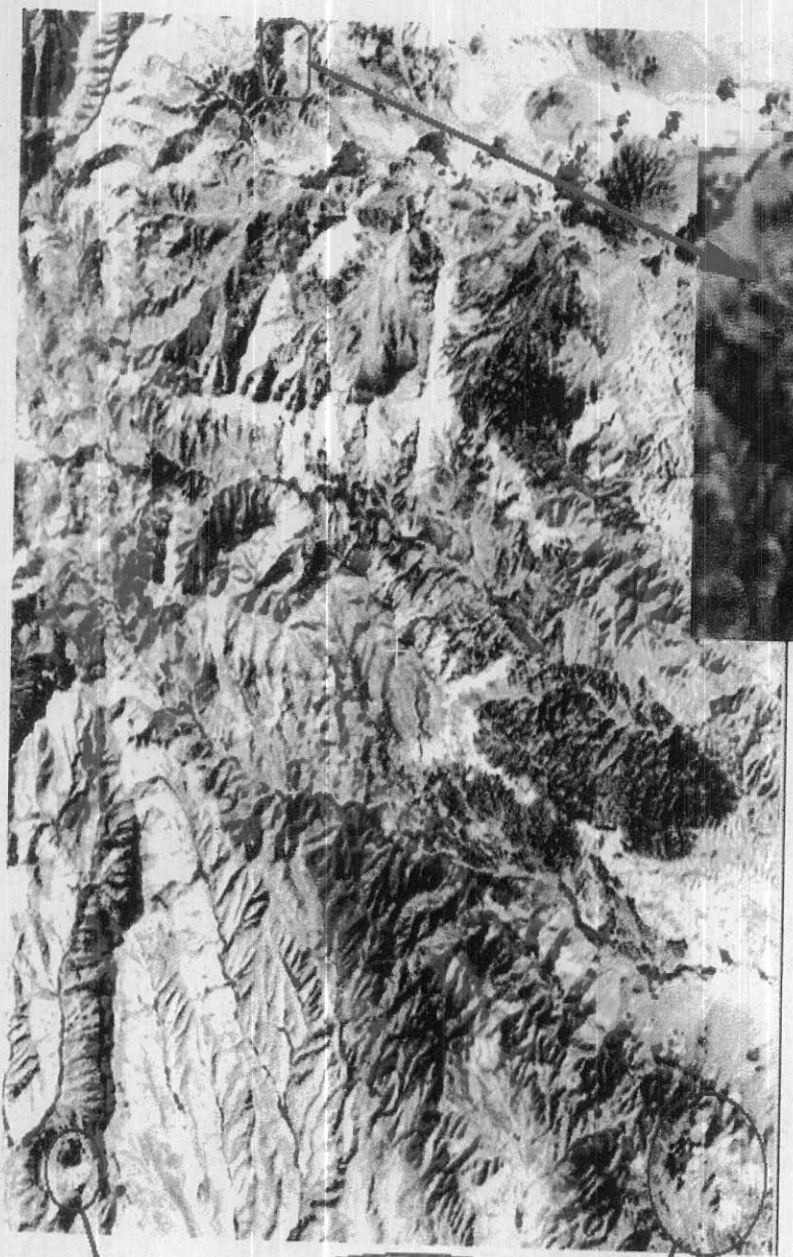
تصویر شماره ۵- تصویر هموباندهای ۱ و ۳ و ۵، ۲ و ۴ و ۷، ۶ و ۵ و ۷ در محیط RGB



تصویر شماره ۶- تصویر رنگی مجازی کوه مزاحیم تهیه شده از داده‌های TM و SpOT



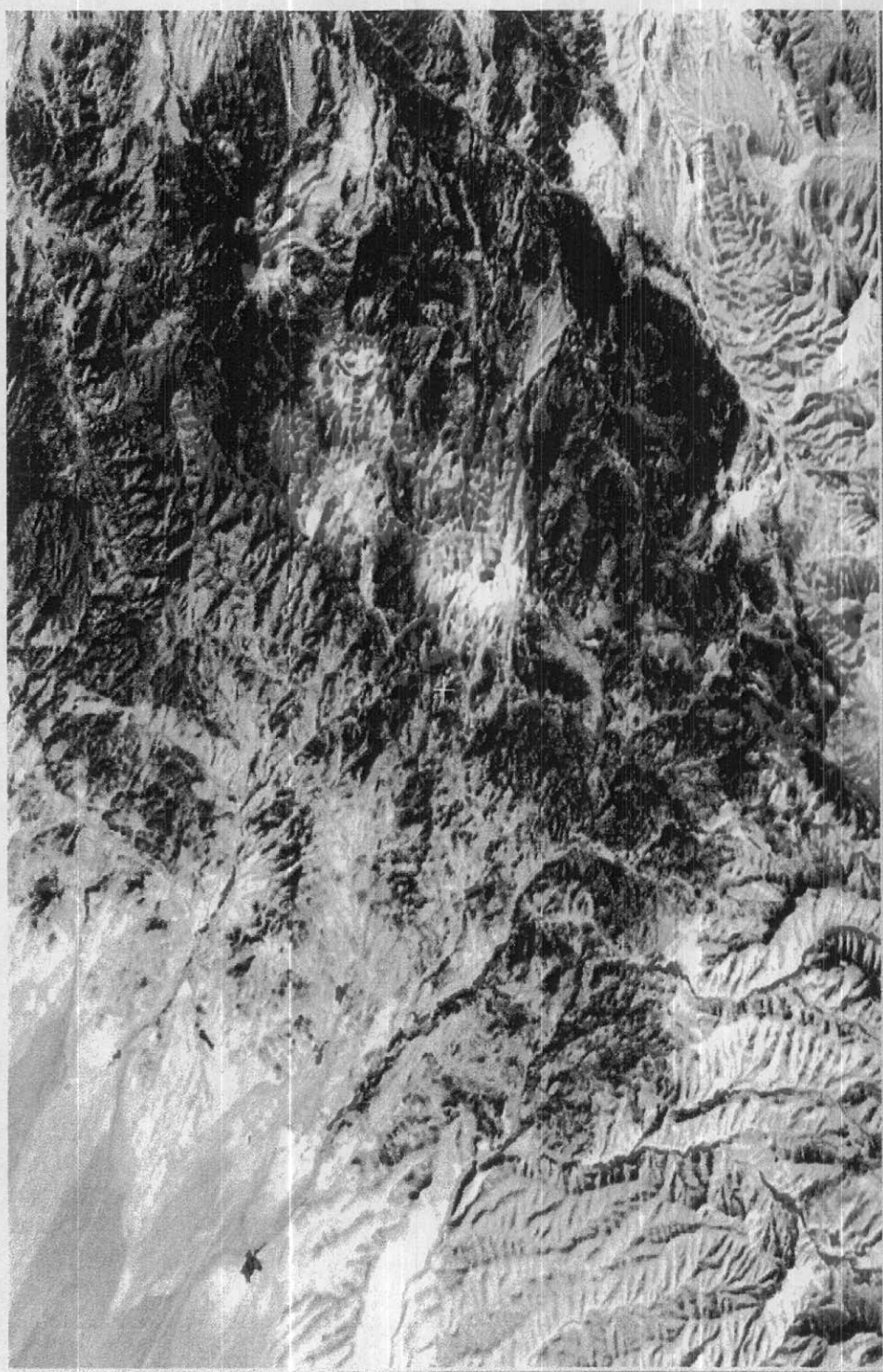
تصویر شماره ۷- تصویر رنگی مجازی کوه مدوار پایین بمنظور تفکیک واحدهای سنگی



تصویر شماره ۸- تصویر رنگی مجازی مخروط‌های داسیتی پلیوسن در خاور کوه مزاحیم

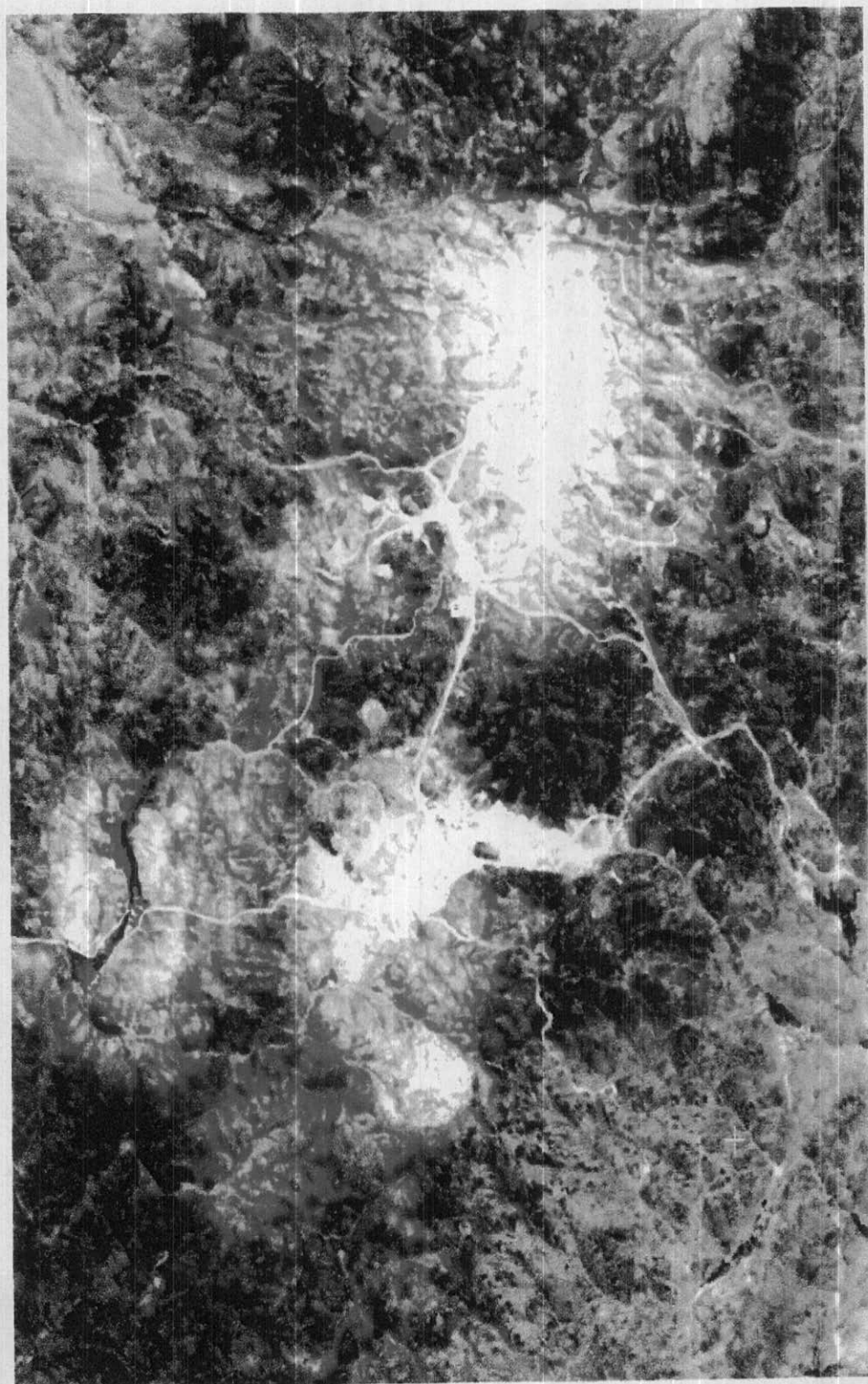
تصویر شماره ۹- تصویر رنگی مجازی کوه سارا و مخروط‌های دامستی خاور و باختر آن





تصویر شماره ۱۰- تصویر رنگی مجازی منطقه میدوک





N ↑

تصویر شماره ۱۱ - تصویر رنگی مجازی زوم شده منطقه میدوک تهیه شده از داده‌های TM و Spot

با آگاهی از بازتاب طیفی مواد گوناگون در طول موج‌های مختلف و استفاده از روش‌های مختلف پردازش تصاویر، باندهای ویژه‌ای مانند باندهای فیلتره، نسبتی، تفریقی و PCA ساخته شد که از ترکیب این باندها و باندهای ساده در محیط RGB و IHS تصاویر رنگی مختلفی ایجاد گردید که واحدهای لیتولوژیکی، شکستگیها، زون‌های آتیره و ساخت‌های ویژه سنگهای آذرین که در ارتباط با سیستم‌های پورفیری و یا طلای اپی‌ترمال هستند بهتر نمایش داده شدند. همانطور که گفته شد، تصاویر رنگی حاصل از ترکیب باندهای ساده در محیط RGB و IHS برای تشخیص واحدهای سنگی بکار گرفته شدند.

تصاویر سیاه و سفید فیلتره باندهای ۵ و ۷ و تصویر رنگی ۵ و ۴ و ۷ با فیلتر آشکارساز لبه برای تشخیص شکستگیها مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین برای تشخیص شکستگیها از تأثیر زاویه تابش خورشید مجازی و ایجاد سایه نیز استفاده گردید. از نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی که یکی از بهترین عوامل در تشخیص شکستگیها هستند نیز بهره گرفته شد.

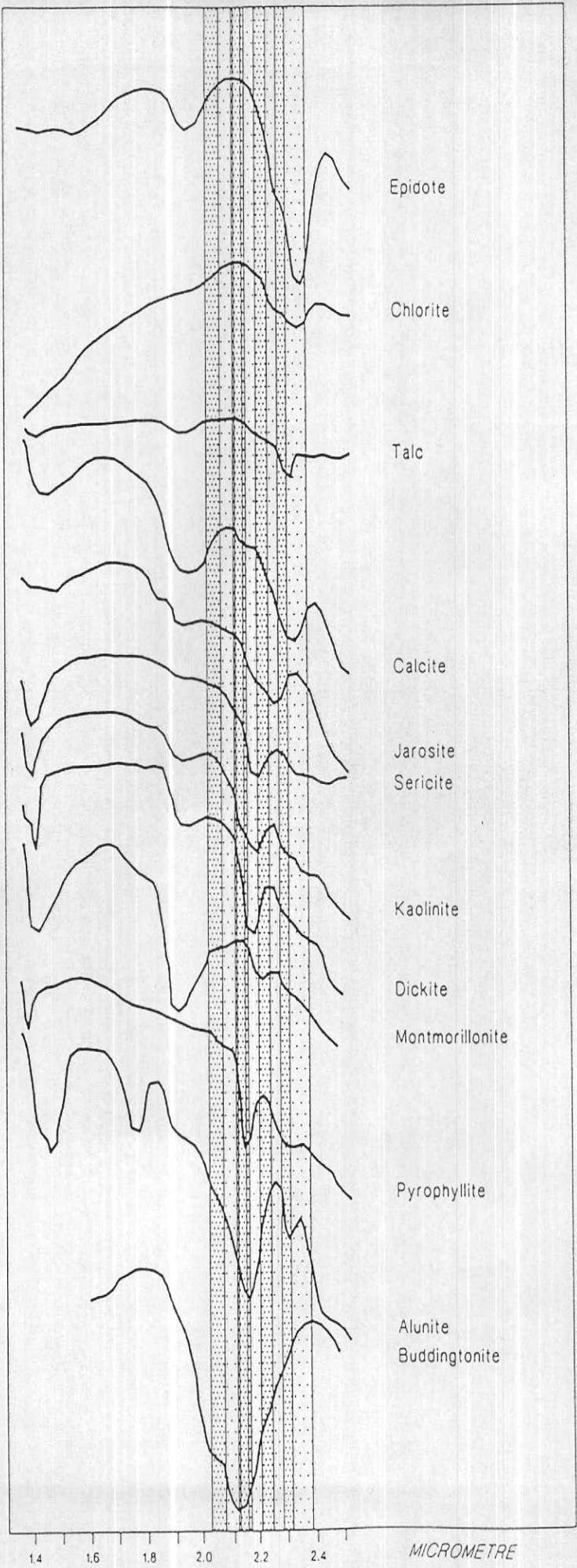
تشخیص دگرسانی هیدروترمال بوسیله روش‌های دورسنجی بسیار رایج می‌باشد. با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای مختلف در محدوده‌های طیفی مادون قرمز انعکاسی دور و میانه بویژه در صورت وجود اطلاعاتی در عرض‌های باریک طول موجی می‌توان انواع دگرسانی‌های گرمایی را مشخص نمود.

در این بررسی از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست استفاده شده است که بازتاب طیفی پدیده‌ها را در محدوده طول موج ۲/۰۸ تا ۲/۳۵ میکرومتر فقط در باند هفت نمایش می‌دهد. تمام کانی‌های هیدروترمال مانند اپیدوت، کلریت، سرپسیت، اپلیت، کائولینیت، ... دارای جذب قوی در این محدوده هستند (شکل ۲)، در حالیکه دارای این کانیها انعکاس زیاد در باند ۵ می‌باشند. با توجه به این ویژگی، تصاویر نسبی (Ratio Image) باند ۵ به ۷، کانیهای ثانوی را بخوبی تفکیک کرد و با رنگ سفید نمایش داد. آهن‌های فریک در تصاویر نسبتی باند ۳ به باند ۱ بخوبی دیده شدند، در حالیکه آهن‌های فرو در تصاویر نسبی ۵ به ۴ به رنگ سفید به نمایش درآمدند تصویر نسبتی باند ۴ به ۲ پوشش گیاهی را بارز ساخت.

تصاویر تفریقی (Difference Image) این باندها نیز نتیجه مشابه‌ای را نشان داد. از مولفه‌های مختلف

- PCA (Principal Component) بویژه مولفه ۴ و ۵ آن نیز استفاده شد و با ترکیب با تصویر نسبتی باند ۵ باند ۷ و یا تصویر باند ۵ در محیط RGB بهترین نتیجه برای شناسایی نواحی دگرسازی هیدروترمال بدست آمد.
- با توجه به تصاویر بدست آمده و در نظر گرفتن عواملی مانند رنگ، بافت، شکل، توپوگرافی، الگوی آبراه، موقعیت زمین شناسی، پدیده‌های مورد نظر بصورت چشمی (Visual) شناسایی شدند و بصورت لایه‌های وکتوری و یا گرافیکی در رنگهای مختلف تفکیک گردیدند که حاصل آن نقشه‌های زیر می‌باشد.

% REFLECTANCE (spectra displaced for clarity)



شکل ۲- نمودار بازتاب طیفی کانیهای دگرسانی در محدوده‌های طول موج مختلف

## ۱-۲- تهیه نقشه خطواره ها (گسل ها)

شناسایی عناصر ساختاری و بطور کلی تشخیص ساختار هر منطقه کمک بسیار ارزنده ای در جهت شناسایی و اکتشاف مواد معدنی می نماید. شناخت عناصر ساختاری مانند گسل های عادی، شکستگیهای کششی و ساختمان های هورست و گرابن که بی آمد آن تشخیص ساختارهای کششی است و یا شناخت گسل های راندگی، چین خوردگی ها و گسل های راستالغز چپرو و راست رو که در نهایت سبب تشخیص ساختارهای فشاری است، همچنین توجه به درازای گسل ها و محل تلاقی گسل های اصلی با گسل های دیگر که می تواند محل مناسبی برای نفوذ ماگما و سپس کانه زایی باشد، همگی می تواند ما را در شناخت و اکتشاف ذخایر معدنی راهنمایی نماید.

برای تشخیص شکستگیها از تصاویر تک باندی و یا رنگی فیلتره و همچنین از تصاویر با زوایای تابش خورشید مختلف استفاده گردید. در این راستا نشانه های زمین ریخت شناسی که بسیار با ارزش می باشند مورد توجه قرار گرفت. خطوط راست و یا کمی منحنی گسل های راستالغز را نشان می دهد، گسل های راندگی اثری نامنظم دارند که از توپوگرافی تبعیت می کند و گسل های عادی با اثر زیگزاگی دیده می شوند. در تعیین شکستگی ها، تغییرات ناگهانی توپوگرافی، جابجایی رودخانه ها، واحدهای چینه ای و مخروط افکنه ها و چگونگی ارتباط واحدهای سنگی بسیار قابل اهمیت می باشد.

با توجه به مجموعه عوامل شناخت، نقشه شکستگیهای ناحیه ترسیم شد که در تصویر شماره ۱۲ دیده می شود. رنگ قرمز نشان دهنده گسل های راستالغز، رنگ سبز بیانگر گسل های عادی و رنگ آبی گسل های راندگی را نشان می دهد. تصویر شماره ۱۳ گسترش شکستگیها را بصورت نام گذاری شده نشان می دهد.

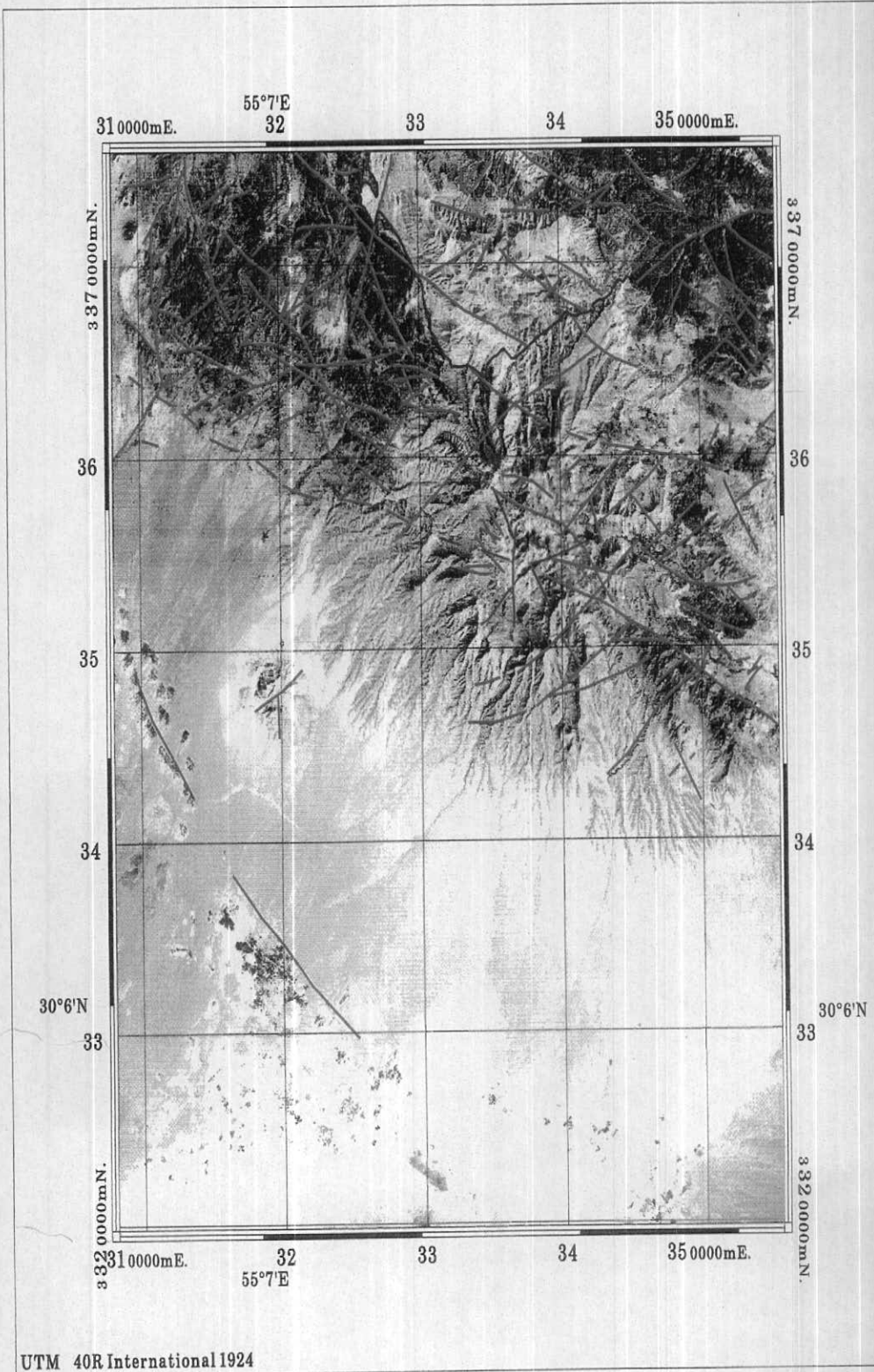
### ۱-۱-۲- تشخیص و تعیین گسل های راندگی، راستالغز و عادی

الف - گسل های راندگی (Thrust fault)

گسل راندگی دهنو - دوغندر (F1)

این گسل یکی از گسل های اصلی و تنها راندگی مهم ناحیه می باشد که از دو قطعه خاوری و باختری تشکیل

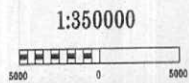
# Fault Map Of Shahr-e-Babak



UTM 40R International 1924

Using Of Satellite Imagery , Landsat(TM) & SPOT(P) Data  
 Prepared By: Remote Sensing Group Of G.S.I.

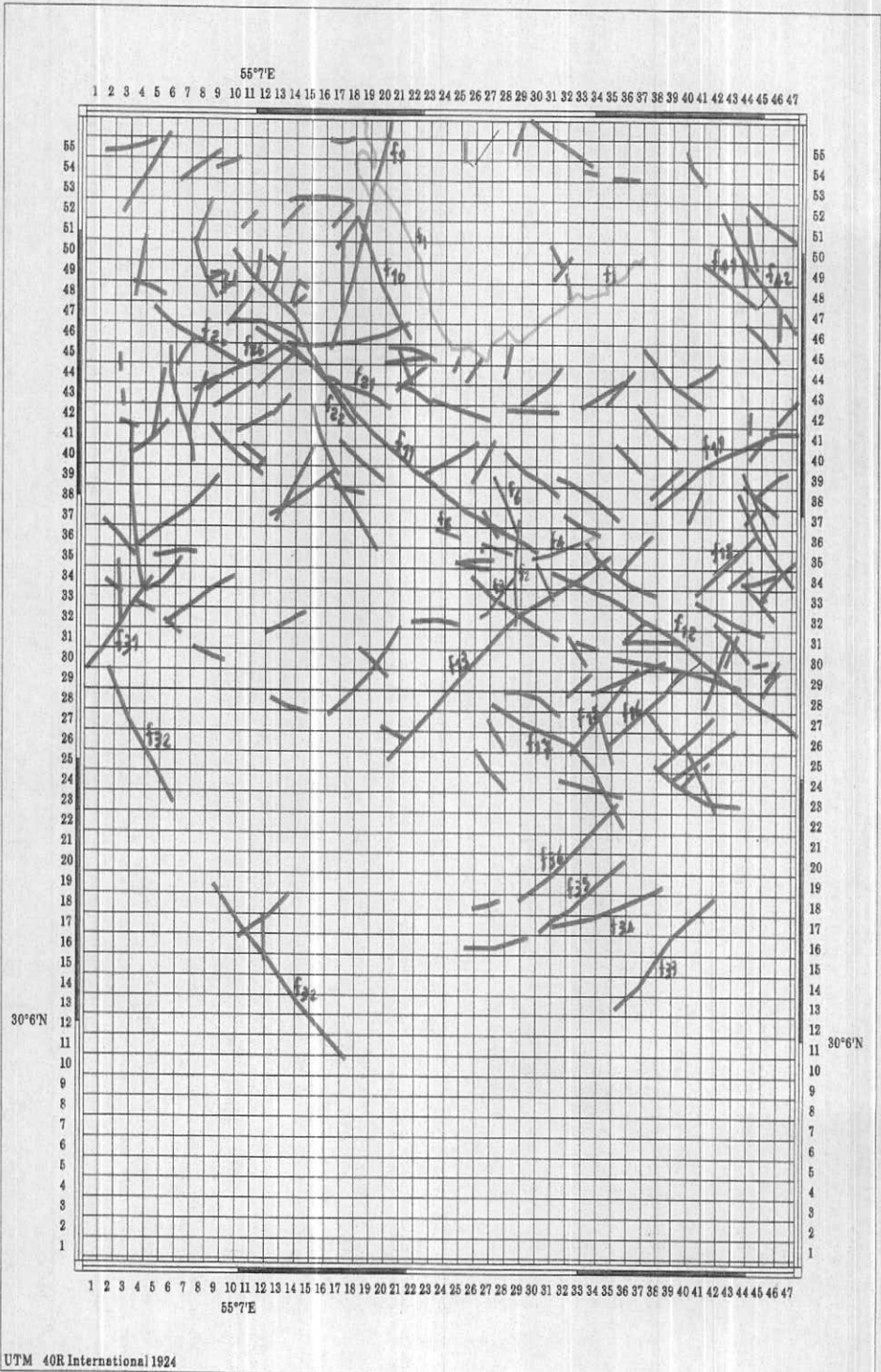
## LEGEND



- Strike-Slip Fault
- - Normal Fault
- Thrust Fault

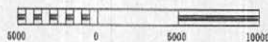
تصویر شماره ۱۲- نقشه شکستگیهای ورقه شهر بابک

INTERSECTION FAULTS MAP OF SHAHR-E-BABAK



LEGEND

- NORMAL FAULT
- - - STRIKE-SLIP FAULT
- ▬ THRUST FAULT



تصویر شماره ۱۳- نقشه شکستگیهای منطقه شهر بابک (شماره گذاری شده)

شده است. قطعه باختری که روند N30W و شیبی به سمت جنوب خاوری دارد، درازای آن ۱۵ کیلومتر است و به سبب اینکه روستای دهنو در راستای این قطعه قرار دارد به نام گسل دهنو آن را می نامیم. سازوکار این گسل راندگی است و سبب رانده شدن فلیش های ائوسن زیرین به شکل هورس (Horse) از میان مجموعه آتشفشانی مربوط به ائوسن بالایی شده است. در نتیجه عملکرد این گسل رخنمون فلیش های ائوسن زیرین در بین سنگهای ائوسن بالایی و جوانتر دیده می شود. به طرف خاور روند این گسل تغییر کرده و N65E می شود. درازای این قطعه ۱۰ کیلومتر و شیب آن به سمت جنوب خاوری می باشد. نام این گسل از روستای دوغندر که در راستای این قطعه از گسل قرار دارد گرفته شده است. سازوکار آن راندگی با مؤلفه راستالغز راسترو می باشد و سبب رخنمون فلیش های ائوسن زیرین از میان مجموعه آتشفشانی ائوسن بالایی شده است.

#### ب - گسل های عادی (Normal fault)

در اطراف دهانه آتشفشانی کالدرای آبدر گسل F2 با روند شمالی - جنوبی و درازای تقریباً ۵ کیلومتر و سازوکار عادی وجود دارد. علاوه بر آن در اطراف این دهانه آتشفشانی سیستم گسل های شعاعی با سازوکاری عادی نیز به صورت زیر مشاهده می شود.

گسل F3 با روند N43E و درازای ۲ کیلومتر

گسل F4 با روند N72E و درازای ۴ کیلومتر

گسل F5 با روند N32E و درازای ۳ کیلومتر

گسل F6 با روند N32E و درازای ۲ کیلومتر

گسل F7 با روند N70E و درازای ۲/۱ کیلومتر

گسل F8 با روند N70E و درازای ۱/۵ کیلومتر

#### ج - گسل های راستالغز (Strike slip fault)

بیشترین گسل های ناحیه را شکستگی های راستالغز تشکیل می دهد که در تصویر شماره ۱۴ مشاهده



می شود که در زیر به شرح بعضی از آنها پرداخته می شود.

#### گسل F9

این گسل روند N19E دارد و با درازای بیش از ۱۲ کیلومتر، دارای سازوکار راستالغز چپرو می باشد. این گسل سبب جابجایی فلیش های ائوسن زیرین و مجموعه آتشفشانی ائوسن بالایی شده و گسل راندگی دهنو را نیز قطع کرده، بنابراین سن آن جوانتر از ائوسن بالایی می باشد.

#### گسل F10

این گسل دارای روند N30W است، درازای آن بیش از ۷ کیلومتر و سازوکار آن راستالغز راسترو می باشد.

#### گسل F11

این گسل یکی از گسل های اصلی است که نقش اساسی در وضعیت الگوی ساختاری ناحیه دارد. روند آن شمال باختری - جنوب خاوری (N52W)، درازای آن حدود ۲۶ کیلومتر و سازوکار آن راستالغز راسترو می باشد. این گسل سبب جابجایی در سنگهای آتشفشانی ائوسن بالایی شده است.

#### گسل های F20, F22, F26, F27

گسل های ذکر شده با راستایی به شکل زیرگسل های فرعی (Ridal fault) بعبارتی نسل اول و دوم (R-R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub>) هستند که در ارتباط با گسل F11 بوجود آمده اند.

F20 با روند N64W و درازای ۶/۵ کیلومتر و سازوکار راستالغز چپرو

F22 با روند N45E و درازای ۳ کیلومتر و سازوکار راستالغز راسترو

F26 با روند N21W و درازای ۷ کیلومتر و سازوکار راستالغز چپرو

F27 با روند N72W و درازای ۵ کیلومتر و سازوکار راستالغز چپرو

#### گسل F12

این گسل روندی تقریباً موازی با گسل F11 دارد (N60W) و به احتمال زیاد ادامه این گسل می باشد درازای آن تقریباً ۱۸ کیلومتر است. این گسل سبب جابجایی در سنگهای آتشفشانی ائوسن بالایی و آذرآواری های نئوزن شده است. سازوکار آن نیز راستالغز راسترو می باشد.

### گسل F13

این گسل دارای روند S39W، درازای ۱۷/۵ کیلومتر، سازوکار راستالغز راسترو و مولفه راندگی می باشد.

### گسل F14, F15, F16

گسل F14 با روند N72E و درازای ۵ کیلومتر

گسل F15 با روند N47E و درازای تقریباً ۶ کیلومتر

گسل F16 با روند N52E و درازای تقریباً ۶ کیلومتر

این گسل ها دارای سازوکار راستالغز چپرو هستند و سبب جابجایی سنگهای نتوزن در کوه مزاحم شده اند.

### گسل F17

این گسل در قسمت خاوری با روند S42E درازایی حدود ۵/۵ کیلومتر و در قسمت باختری با روند N70W

درازایی حدود ۵ کیلومتر دارد. سازوکار آن راستالغز راسترو می باشد و سبب جابجایی سنگهای آذرآواری

مربوط به نتوزن در کوه مزاحم شده است.

### گسل F18

روند این گسل N22E است و درازای آن ۳ کیلومتر می باشد سازوکار آن راستالغز چپرو بوده و سبب

جابجایی سنگهای آندزیتی و داسیتی نتوزن شده است.

### گسل F35, F34, F31, F30, F29

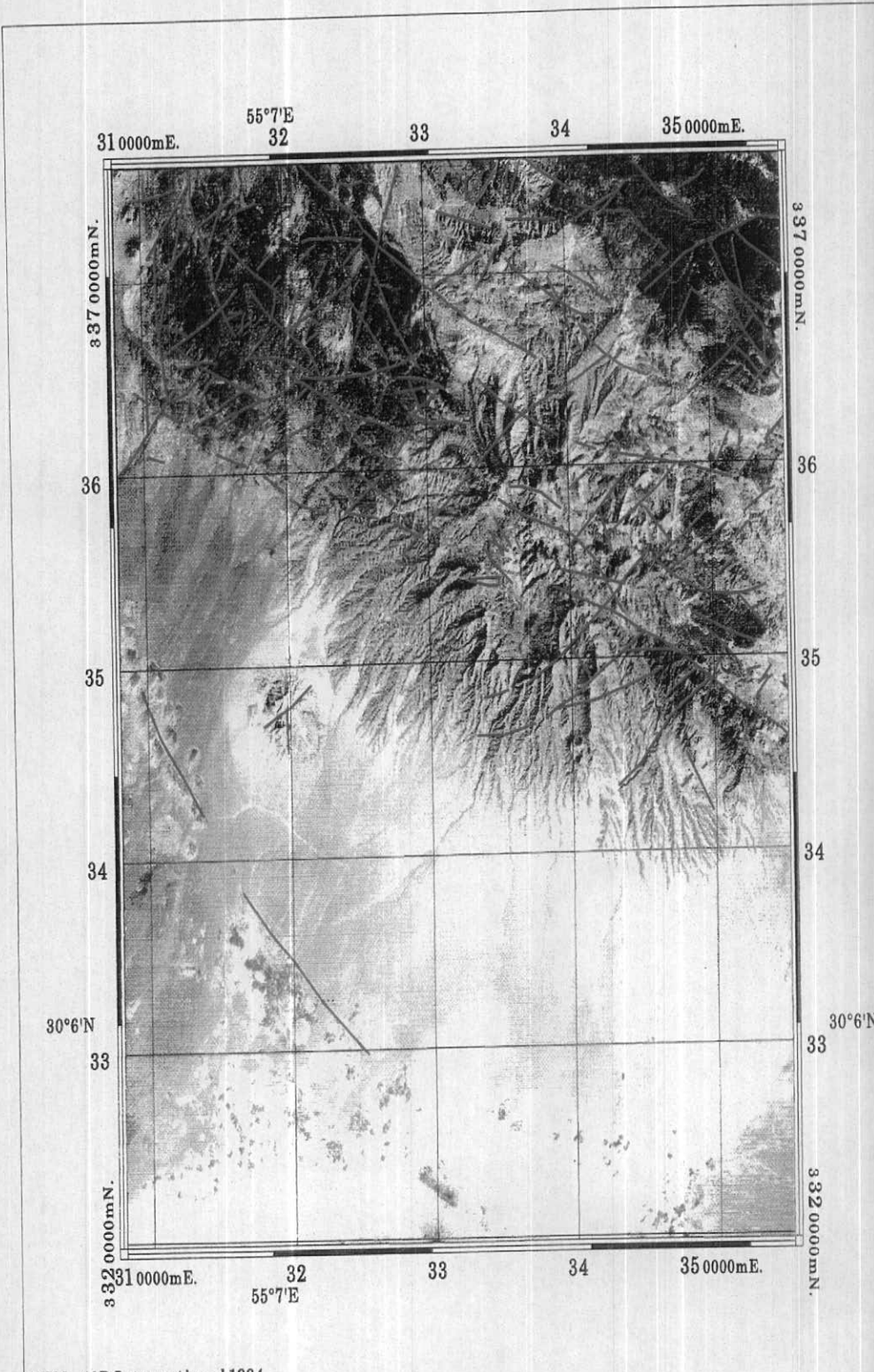
گسل F29 با روند S41W با درازای ۶/۵ کیلومتر، گسل F30 با روند N3E و درازای ۸ کیلومتر، گسل F31 با

روند N33W و درازای بیش از ۱۴ کیلومتر، گسل F33 با روند N56E و درازای ۸ کیلومتر، گسل F34 با روند

N72E و درازای حدود ۷/۵ کیلومتر، گسل F35 با روند N56E و درازای ۸ کیلومتر از گسل های جوان ناحیه

هستند که رسوبات کواترنری را قطع کرده اند.

# Strike-Slip Fault Map Of Shahr-e-Babak

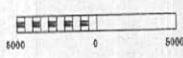


UTM 40R International 1924

Using Of Satellite Imagery . Landsat(TM) & SPOT(P) Data  
Prepared By : Remote Sensing Group Of G.S.I.

### LEGEND

1:350000



— Strike-Slip Fault

تصویر شماره ۱۴ - گسترش شکستگیهای راستالغز در ورقه شهر بابک

## ۲-۱-۲- تشخیص و تعیین محدوده‌هایی با ساختمان‌های هورست و گرابن

در این ورقه با تفسیر داده‌های ماهواره‌ای، محدوده‌هایی با ساختمان هورست و گرابن تشخیص داده نشد.

## ۲-۱-۳- تشخیص مناطق با شکستگی‌های حلقوی و متقاطع

مناطق گسل‌ها محل مناسبی برای تمرکز ماده معدنی می‌باشد. برای تهیه نقشه شکستگی‌های متقاطع بر اساس چگالی نقاط متقاطع گسل‌ها، از روش آماری Krigging استفاده گردید.

محدوده نقشه شکستگی‌های منطقه به مربع‌هایی به مساحت ۲۵/۰ کیلومتر مربع تقسیم گردید و با اندازه‌گیری تعداد نقاط متقاطع، با روش Krigging، نقشه گسترش مناطق با شکستگی‌های متقاطع ترسیم شد. در این نقشه نواحی بر اساس تعداد نقاط متقاطع به رنگهای مختلف نشان داده شدند (تصویر شماره ۱۵) نواحی فاقد گسل با رنگ سبز خاکستری، نواحی دارای گسل بدون نقطه متقاطع با رنگ زرد، مناطق دارای گسل با یک نقطه متقاطع با رنگ زرد سبز و نواحی دارای دو نقطه متقاطع با رنگ سبز روشن، مناطق با سه نقطه متقاطع با رنگ سبز سیر و مناطق با نقطه متقاطع بیشتر با رنگ آبی نشان داده شدند. در این نقشه همانطور که مشاهده می‌شود، توزیع نواحی دارای شکستگی‌های متقاطع از یک روند خطی تبعیت می‌کند. بیشترین چگالی متقاطع گسل‌ها در ناحیه کوه مزاحم می‌باشد.

## ۲-۱-۴- تجزیه و تحلیل کینماتیکی منطقه

با توجه به شکستگی‌های ترسیم شده، بر اساس تفسیر داده‌های ماهواره‌ای و اندازه‌گیری امتداد و طول آنها نمودار گل سرخی این ناحیه ترسیم گردید (تصویر شماره ۱۶) که بر اساس تفسیر آن می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

- ۱- گسل‌های با سازوکار راستالغز، بیشترین گسترش در ناحیه را دارند.
- ۲- گسل F11 با روند شمال باختری - جنوب خاوری (N52E) گسل اصلی ناحیه می‌باشد که نقش اساسی در وضعیت الگوی ساختاری ناحیه دارد. سازوکار این گسل راستالغز راسترو می‌باشد و در راستای آن گسل‌های

فرعی (Ridal fault) نسل اول و دوم شکل گرفته است.

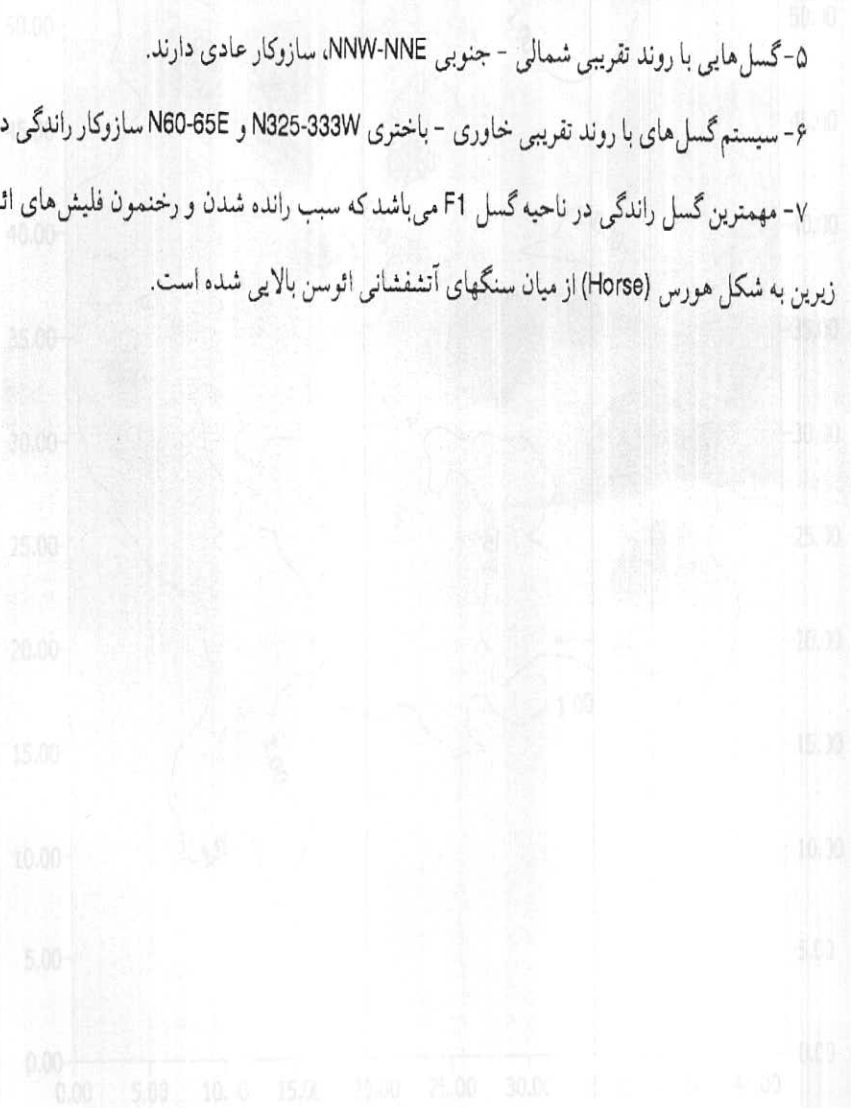
۳- سیستم گسل های با روند شمال خاوری - جنوب باختری N45-60E سازوکار راستالغز راسترو دارند. که بیشترین گسل های منطقه دارای روند N50-55E هستند.

۴- سیستم گسل های با روند شمال باختری - جنوب خاوری سازوکار چپرو دارند که در این راستا گسل های با روند N295-370W بیشترین گسترش در ناحیه را دارند.

۵- گسل هایی با روند تقریبی شمالی - جنوبی NNW-NNE، سازوکار عادی دارند.

۶- سیستم گسل های با روند تقریبی خاوری - باختری N325-333W و N60-65E سازوکار راندگی دارند.

۷- مهمترین گسل راندگی در ناحیه گسل F1 می باشد که سبب رانده شدن و رخنمون فلیش های ائوسن زیرین به شکل هورس (Horse) از میان سنگهای آتشفشانی ائوسن بالایی شده است.



## ۲-۲- تعیین محدوده‌هایی با ساختمانهای ماگمایی

یکی از اهداف این بررسی، تهیه نقشه‌های مربوط به گسترش ساختمان‌هایی مانند باتولیت، استوک، گنبد، دایک، کالدرا، ساختمان‌های حلقوی و رگه بوده است.

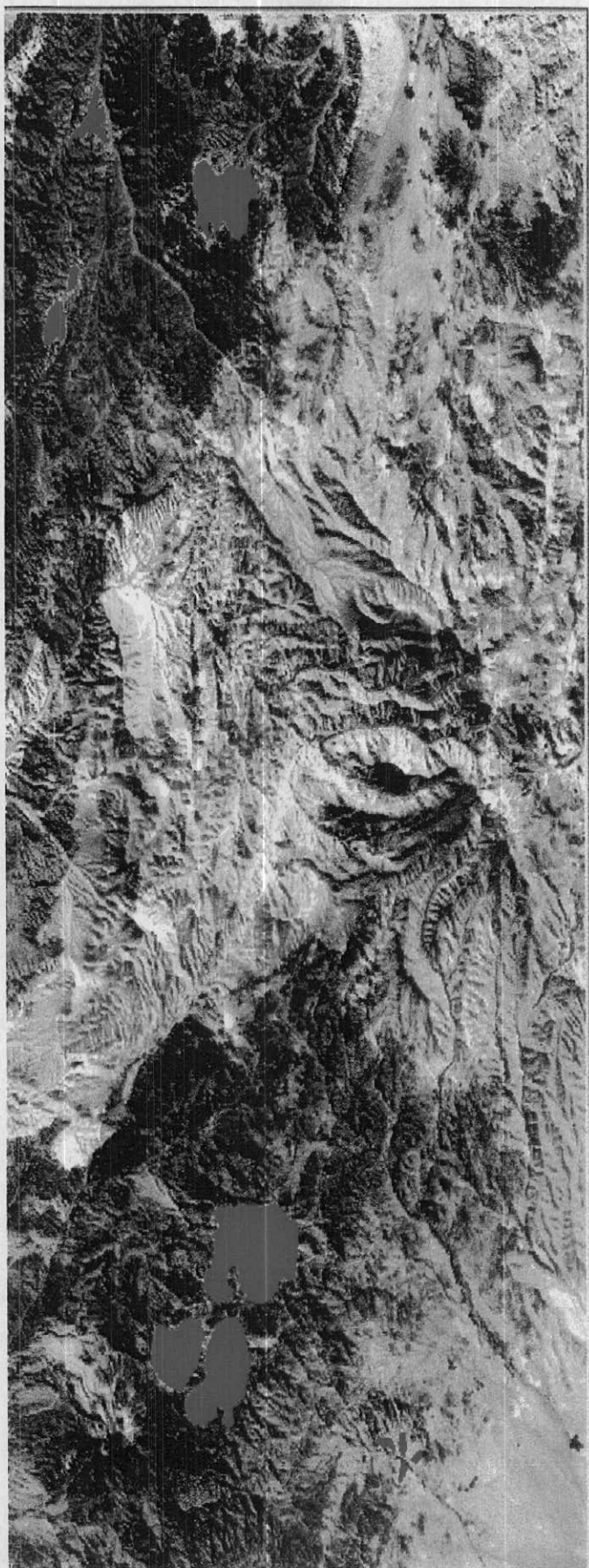
همانطور که در پیش اشاره شد، با بکارگیری روش‌های مختلف پردازش و ایجاد تصاویر رنگی، واحدهای سنگی مختلف شناسایی شدند. بر این اساس گسترش سنگهای ماگمایی اسید و بازیک در منطقه مشخص گردید.

با توجه به گسترش توده‌های نفوذی و نیمه عمیق، ساختمان‌های با مساحت بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر مربع بعنوان باتولیت و گسترش‌های کمتر بعنوان استوک در نظر گرفته شد. در تصویر شماره ۱۷ گسترش استوک‌ها در شمال ورقه شهر بابک دیده می‌شود، در این منطقه باتولیتی مشاهده نشده است.

دم‌های اسیدی با رنگ روشن و شکل مخروطی شناسایی شدند که در تصویر شماره ۱۸ با رنگ آبی تیره دیده می‌شود. کالدرای کوه مزاحم با شعاع دامنه در حدود ۳۰ کیلومتر و توده نیمه عمیق دگرسان داخل آن با رنگ نارنجی در این تصویر نمایش داده شده است.

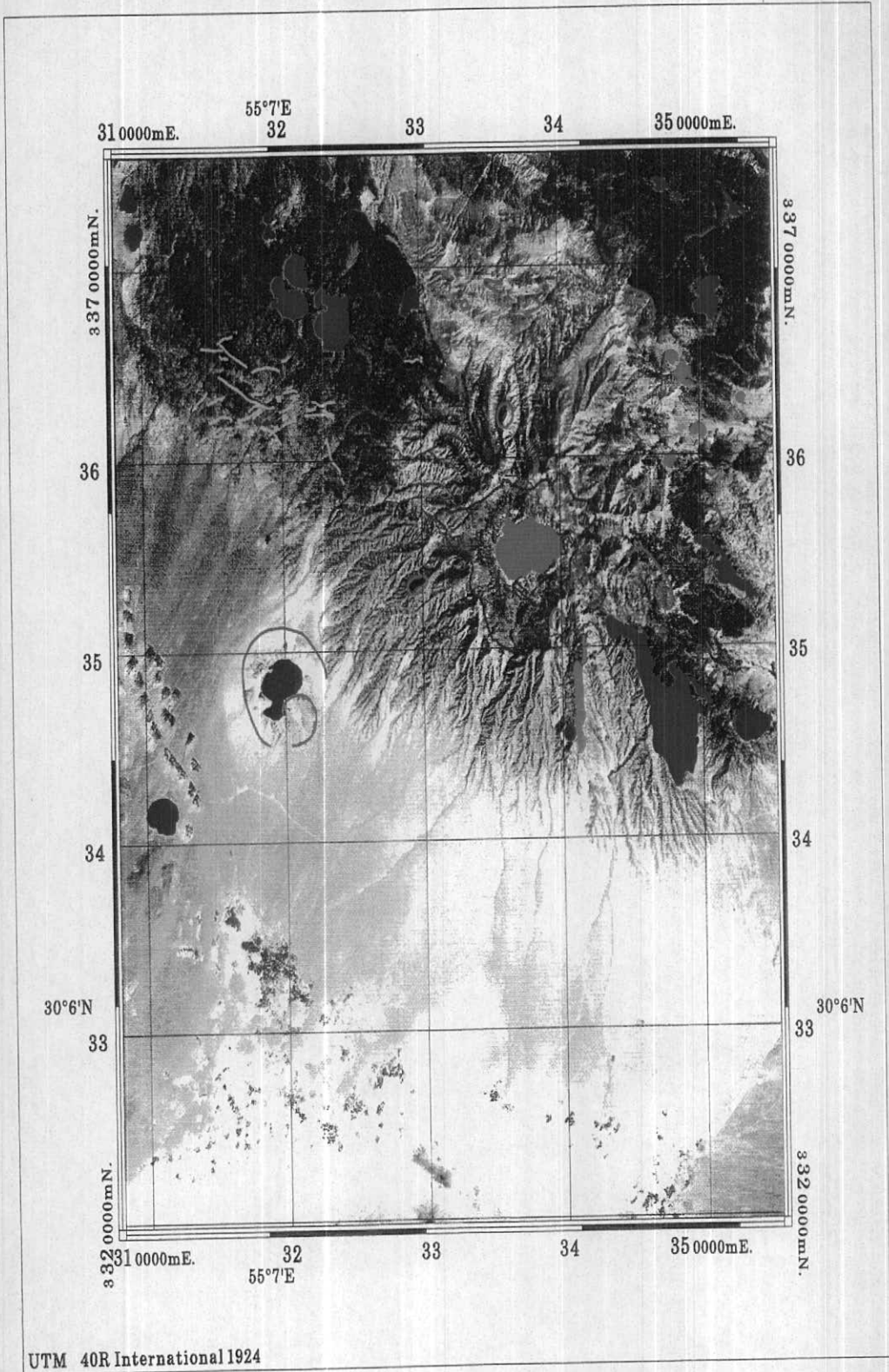
رگه‌های کوارتزی متقاطع با رنگ زرد در تصویر شماره ۱۹ (قسمت بالا) دیده می‌شود. در قسمت زیرین این تصویر، بخشی از منطقه بصورت زوم نشان داده شده که ترکیب باندهای ۳۵ و ۱۰ لندست با باند اسپات پنکروماتیک می‌باشد و بر روی آن رگه‌های کوارتزی با رنگ سفید کاملاً مشخص هستند.

دایک‌های اسیدی با رنگ قرمز در تصویر شماره ۲۰ در اطراف کالدرای کوه مزاحم و در شمال معدن لاجاه دیده می‌شود. در تصویر زوم شده از این مناطق دایک‌های اسیدی با رنگ روشن قابل تشخیص هستند. ساختمانهای حلقوی با رنگ قرمز در تصویر شماره ۱۸ مشاهده می‌شود.



تصویر شماره ۱۷ - گسترش استوک های نفوذی در شمال ورقه شهر بابک با رنگ قرمز










# Igneous Structure Map Of Shahr-e-Babak

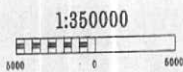


UTM 40R International 1924

Using Of Satellite Imagery, Landsat(TM) & SPOT(P) Data  
Prepared By: Remote Sensing Group Of G.S.I.

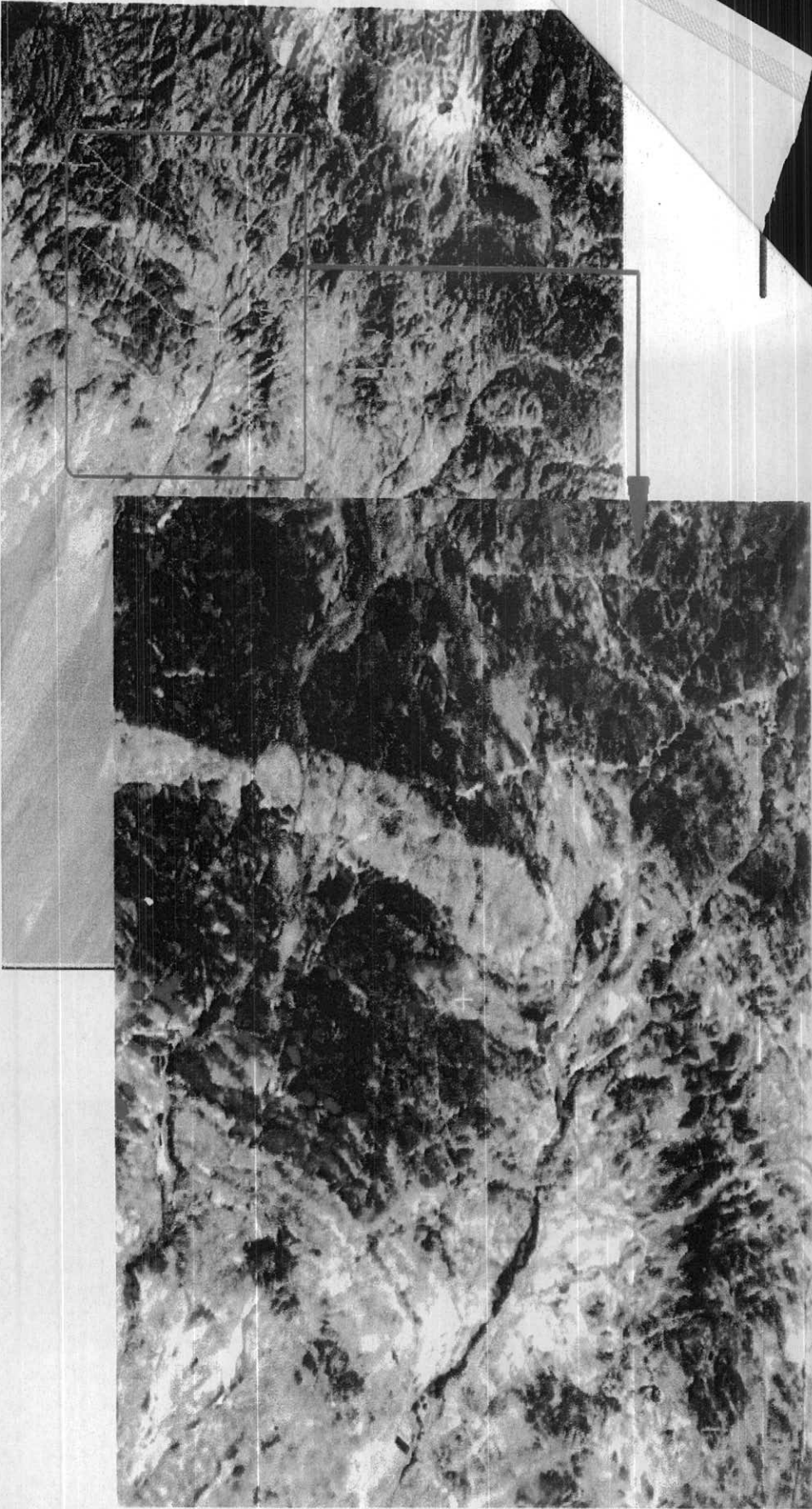
## LEGEND

- |  |  |
|--|--|
|  Stock                            |  Breccial Dyke  |
|  Dacitic Dome                     |  Acid Dyke      |
|  Subvolcanic Dome                 |  Ring Structure |
|  Intercaldera Altered Subvolcanic |  Caldera        |
|  |  Quartz Veins   |



تصویر شماره ۱۸ - نقشه گسترش ساختمانهای نفوذی





تصویر شماره ۱۹- گسترش رگه‌های کوارتزی در جنوب میدوک با رنگ زرد



تصویر شماره ۲۰- گسترش دایکهای اسیدی در ورقه شهر بابک

۳-۲- بررسی آلتراسیون‌ها و تعیین محدوده هر یک از انواع تراورتنی، آرژیلیتی، پروپیلیتی، سیلیسی،

### پتاسیک و فیلیک

شناخت نواحی دگرسانی، یکی از عوامل تشخیص مناطق کانه‌دار می‌باشد. اگر در تشخیص این مناطق نوع دگرسانی نیز مشخص شود، می‌تواند ما را در تعیین الگوی مناسب برای کانه‌زایی در منطقه باری نماید.

با استفاده از روش‌های مختلف پردازش و بکارگیری توابع ریاضی و روش‌های آماری که در پیش شرح آن داده شد، نواحی دگرسانی گرمابی با رنگ ویژه‌ای بارز (Highlight) گردیدند.

تصویر شماره ۲۱ که تصویری با منشا دوگانه می‌باشد و بر اساس ترکیب Pc4 و Pc5 و  $\Delta/7$  ratio تهیه شده است، نواحی دگرسانی گرمابی را به رنگ صورتی نشان می‌دهد. نواحی دارای رنگ صورتی سیر نشان‌دهنده نواحی با دگرسانی آرژیلی پیشرفته هستند.

در این تصویر کالدرای آبدر، منطقه میدوک (معدن لاجاه، سارا و جنوب سارا)، منطقه‌ای واقع در جنوب باختری میدوک و منطقه‌ای در شمال خاوری کوه مزاحیم دگرسانی گرمابی گسترده‌ای را نشان می‌دهند.

تصویر شماره ۲۲ مانند تصویر شماره ۲۱ دارای منشاء دوگانه است، با این تفاوت که بر اساس داده‌های تلفیق شده اسپات و تی‌ام تهیه گردیده است. در این تصویر مناطق صورتی رنگ نشان‌دهنده دگرسانی سیلیسی و نواحی با رنگ آبی سیر بیانگر دگرسانی آرژیلیتی و رنگ آبی روشن مناطقی با دگرسانی آرژیلیتی پیشرفته را نشان می‌دهد.

در تصویر شماره ۲۳ با توجه به برداشت‌های زمینی می‌توان نواحی دگرسان زیر را معرفی کرد:

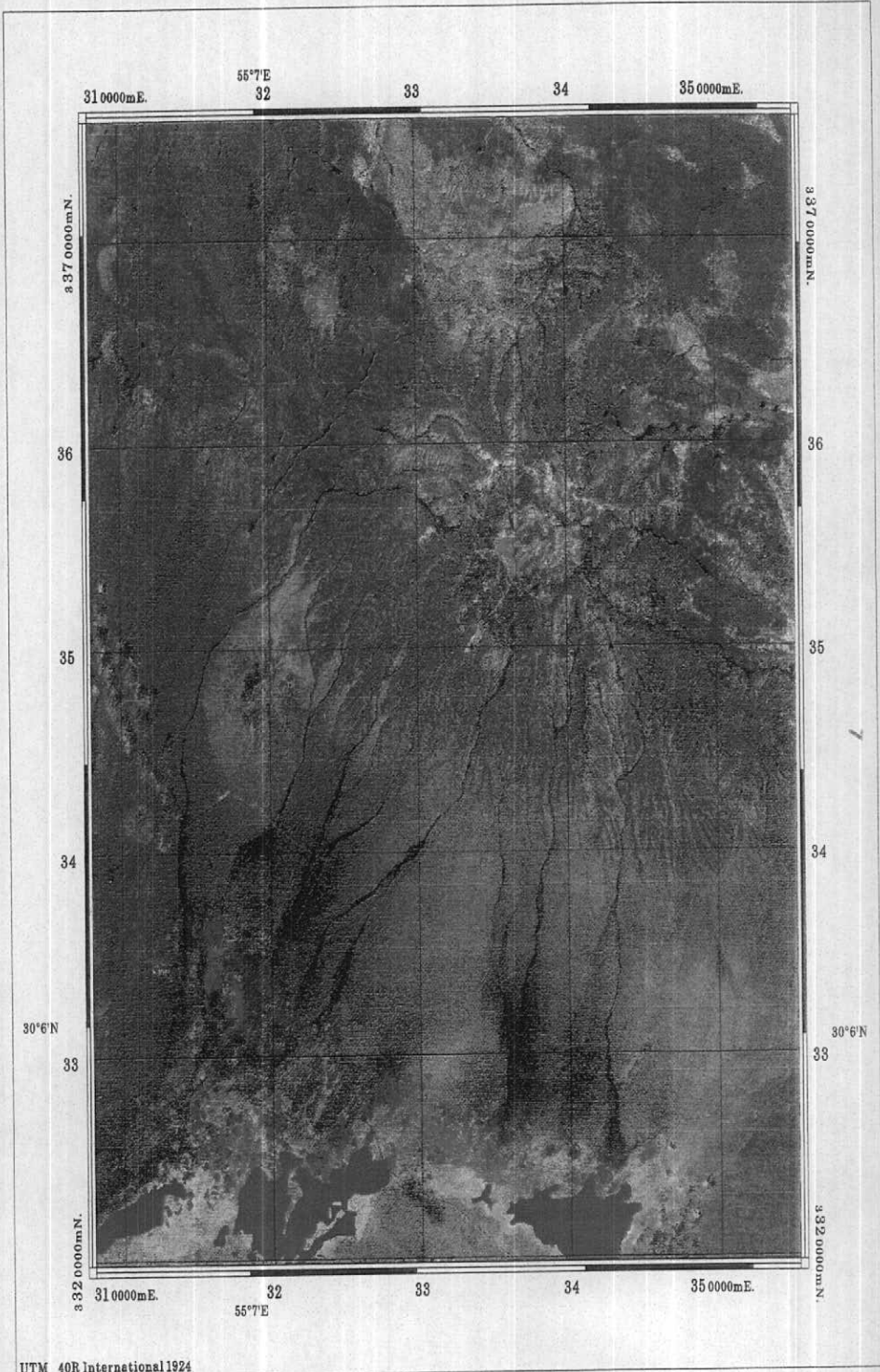
نقطه شماره ۱ دارای دگرسانی سیلیسی

نقطه شماره ۲ دارای دگرسانی بیشتر آرژیلیتی با میزان کم سیلیس

نقطه شماره ۳ دارای دگرسانی آرژیلیتی پیشرفته

برداشت‌های زمینی وجود و چگونگی گسترش این دگرسانی‌ها را که بر اساس بررسی‌های دورسنجی داده‌های ماهواره‌ای بدست آمده تأیید نمود. دگرسانی‌های این ناحیه از نوع فیلیک، پروپیلیک، آرژیلیک و سیلیسی می‌باشد.

# Hydrothermal Alteration Map Of Shahr-e-Babak



Using Of Satellite Imagery , Landsat(TM) & SPOT(P) Data  
Prepared By : Remote Sensing Group Of G.S.I.

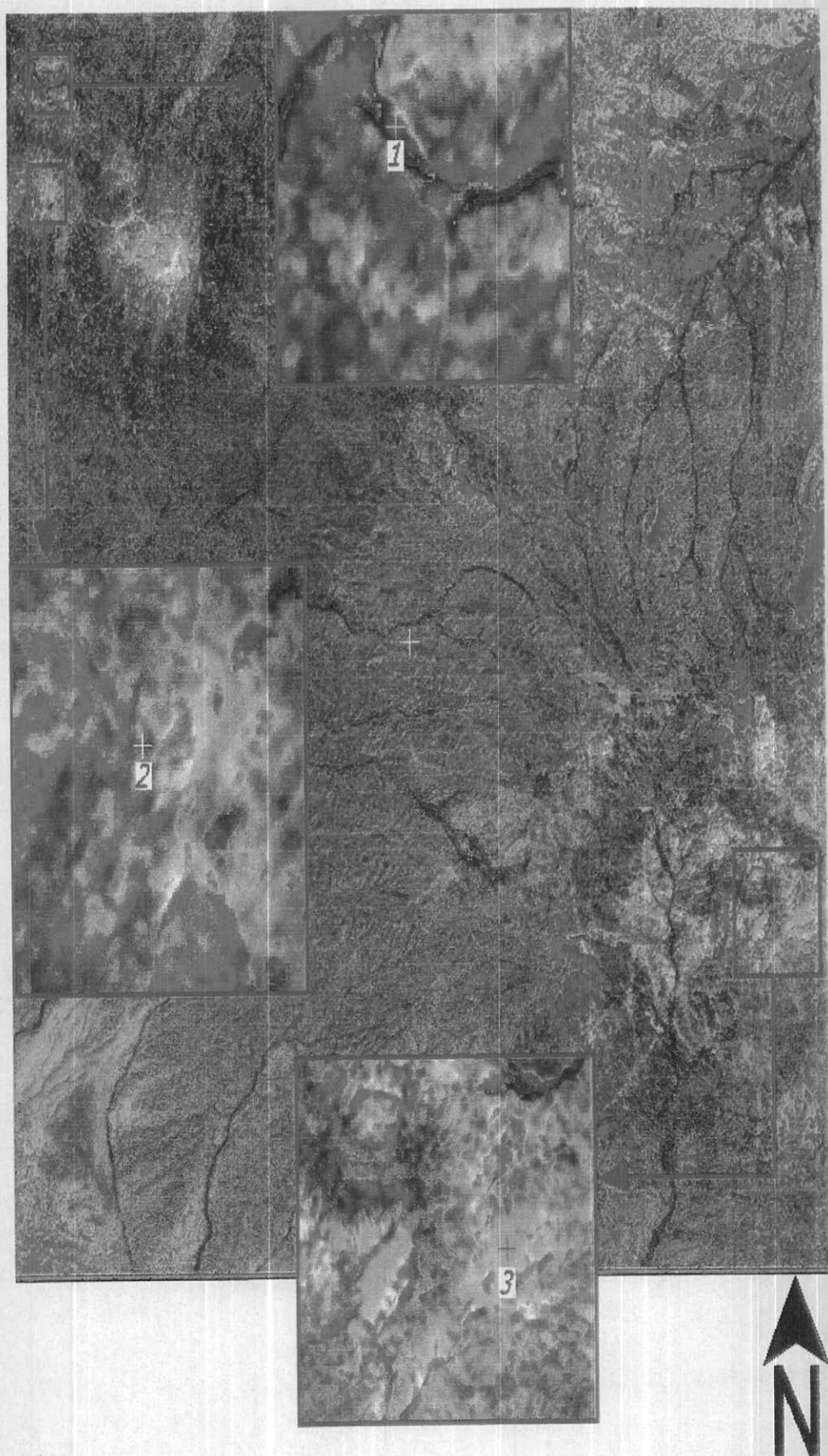
## LEGEND

Alteration Zone

تصویر شماره ۲۱ - نقشه گسترش دگرسانی های گرمابی



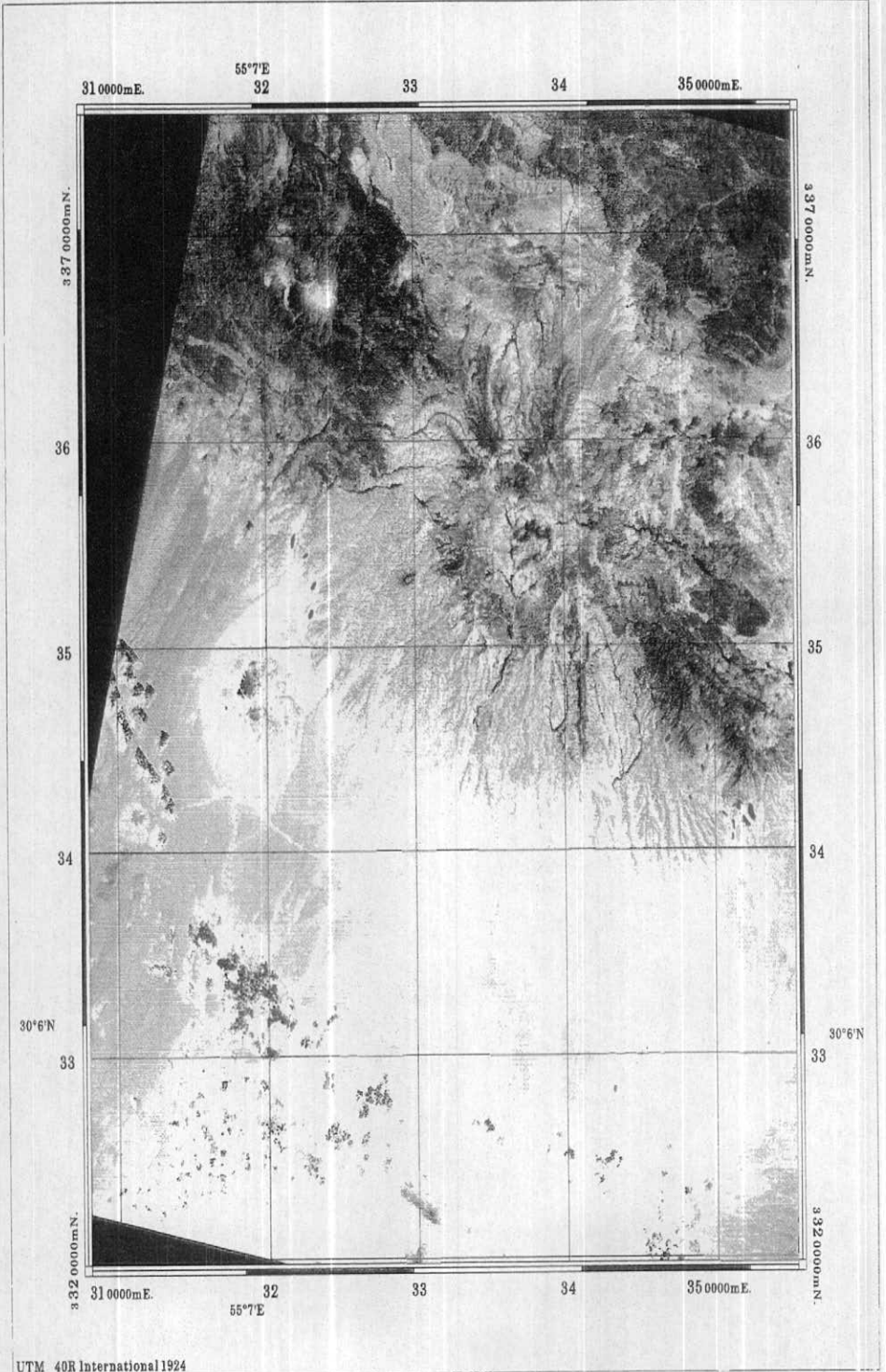
تصویر شماره ۲۴ - تصویر رنگی بیانگر گسترش و زون بندی دگرسانی های گرمایی



نصویر شماره ۲۳- مناطق با دگرسانی آرژیلی و سیملیسی با رنگ‌های آبی و صورتی

گسترش احتمالی سنگهای تراورتنی در تصویر شماره ۲۴ به نمایش گذاشته شده است. لازم به ذکر است که این مناطق نیاز به کنترل زمینی داشته، احتمال تمرکز کانی‌های رسی مشتق شده از نواحی دگرسانی نیز در این نواحی می‌باشد. در تصویر شماره ۲۵ بعضی از این مناطق با گرافیک قرمز و بصورت زوم شده نشان داده شده است.

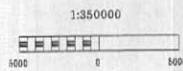
# Travertine Distribution Map Of Shahr-e-Babak



UTM 40R International 1924

Using Of Satellite Imagery , Landsat(TM) & SPOT(IP) Data  
 Prepared By : Remote Sensing Group Of G.S.I.

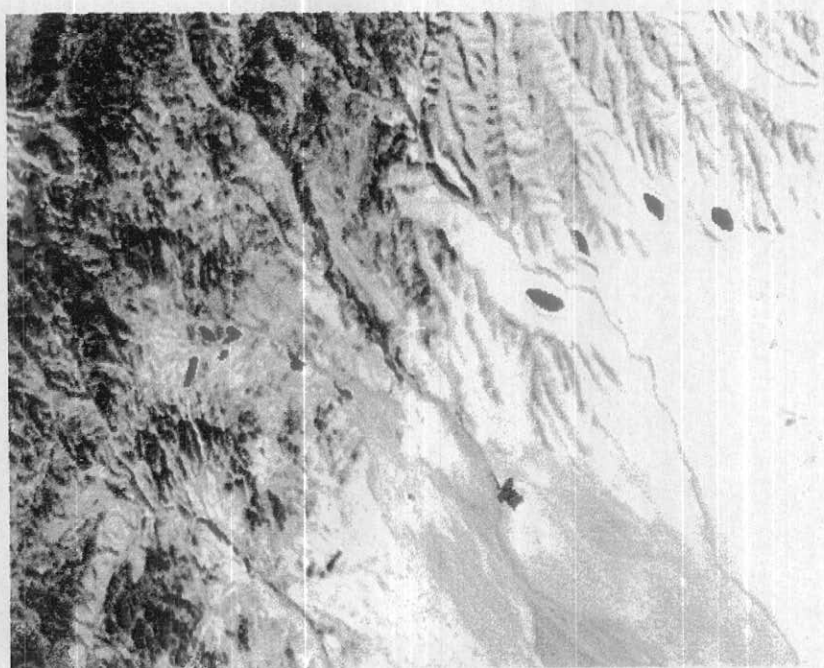
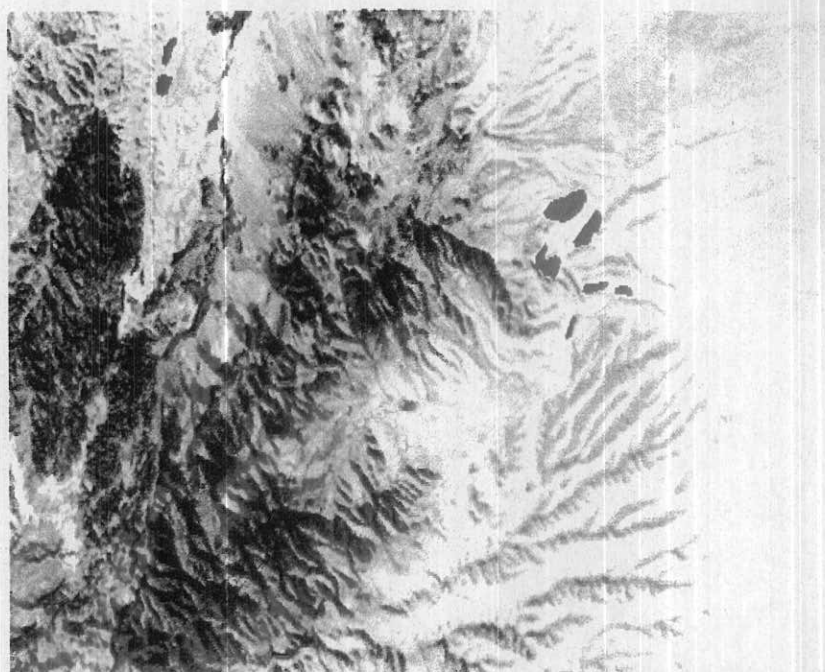
LEGEND



 Travertine

تصویر شماره ۲۴- گسترش احتمالی محدوده‌های تراورتنی در ورقه شهر بابک با رنگ قرمز





N ←

با تلفیق نتایج بدست آمده از بررسیهای دورسنجی در منطقه شهر بابک شامل نوع واحدهای سنگی، ساختار تکتونیکی، ساختمانهای ماگمایی و دگرسانی، مناطقی به عنوان نواحی امیدبخش مشخص شدند که با رنگ آبی در تصویر شماره ۲۶ نشان داده شده است. گسترش کلی این نواحی که تقریباً ۲۵ کیلومتر مربع می باشد یک درصد مساحت ورقه شهر بابک می باشد در زیر به شرح ویژگی های بعضی از این مناطق می پردازیم.

#### ناحیه شماره ۱

در مرکز کالدرای آبدر ناحیه امیدبخش شماره ۱ قرار گرفته است. (تصویر شماره ۲۷). این منطقه شامل مجموعه ای از سنگهای ماگمایی اسید تا میانه و سنگهای آتشفشانی میانه و آذرآواری های اسیدی می باشد. سنگهای نفوذی منطقه دارای ترکیب کوارتز دیوریت تا دیوریت و سنگهای آتشفشانی آن دارای ترکیب بیشتر آندزیتی و آذرآواری های منطقه بصورت توف، برش، توف برش و آگلومراهای داسیتی هستند. که بیشتر متعلق به زمان میوسن و پلیوسن می باشند. سنگهای عمیق در این ناحیه در سنگهای نیمه عمیق و آتشفشانی نفوذ کرده و فازهای گرمایی آن سبب ایجاد دگرسانی در سنگهای مزبور شده است.

این منطقه بصورت کالدرای بوده و ساخت حلقوی دارد. در این ناحیه دایک های اسیدی بیشماری سنگهای آتشفشانی را قطع کرده است. با توجه به تفسیر داده های ماهواره ای کالدرای کوه مزاحیم منطقه ای گسله می باشد که شکستگیهای آن از نوع عادی و راستالغز می باشد. با توجه به تصویر شماره ۱۵ در این منطقه شکستگیهای متقاطع نیز مشاهده شده است. فعالیت های پس از ماگماتیزم در این منطقه بصورت دگرسانی گرمایی شدید دیده می شود. در نواحی که در نقشه آلتراسیون به رنگ صورتی سیر دیده می شود، دگرسانی آرزلیلی پیشرفته وجود دارد. هوازدگی شیمیایی در این منطقه مشاهده می شود. زیرا تصویر نسبتی باندهای ۵ به ۴ و یا ۳ به ۱ وجود اکسید آهن را در نواحی دگرسان شده با تن سفید نشان می دهد.

#### ناحیه شماره ۲

این ناحیه معدن شناخته شده لاجه، کانسار سارا و جنوب کانسار سارا را در بر می گیرد. (تصویر شماره ۲۸) برونزدهای این منطقه را مجموعه ای از سنگهای ماگمایی بصورت توده های نفوذی اسید، سنگهای آتشفشانی

میان و آذرآواری های اسید و میانه تشکیل می دهد. سنگهای نفوذی با ترکیب کوارتز دیوریت و تونالیت، سنگهای آتشفشانی در حد آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت و لاتیت و آذرآواری ها بصورت توف، آندزیت توف، توفیت، توف های برشی و آگلومرا دیده می شود. سن این سنگها از ائوسن تا میوسن و پلیوسن می باشد. توده های نفوذی اسید در سنگهای آتشفشانی و آذرآواری تزریق شده و محلولهای گرمایی آخرین فاز سبب دگرسانی خود توده و سنگهای اطراف شده است. تزریق این توده نیز بصورت مرکزی است. گسلهای این منطقه از نوع راستالغز بوده و ناحیه ای با شکستگیهای متقاطع می باشد. فعالیت های بعد از ماگماتیسیم در این منطقه بصورت دگرسانی گرمایی دیده می شود. در نواحی که در تصویر شماره ۲۸ به رنگ صورتی تیره دیده می شود. دگرسانی از نوع آرژیلی پیشرفته می باشد. در حوالی این منطقه دایک های اسیدی و رگه های کوارتزی نیز مشاهده می شود. هوازدگی شیمیایی نیز بصورت تشکیل اکسید آهن در تصاویر نسبتی باندهای ۵ به ۴ و یا ۳ به ۱ دیده می شود.

#### ناحیه شماره ۳

این ناحیه در جنوب باختر میدوک قرار گرفته است (جنوب خاوری نرکوه و شمال کهتوکرا). برونزدهای آن را سکانسی از سنگهای ماگمایی تشکیل می دهد. کوارتز دیوریت، دیوریت، گرانودیوریت و تونالیت سنگهای درونی و آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت و لاتیت همراه با پیروکلاستیکهای وابسته سنگهای بیرونی این منطقه را تشکیل می دهد. این منطقه بنظر می رسد مرکز کالدرای دیگری مانند آبدر باشد، منطقه ای با شکستگی های متقاطع، گسله های از نوع راستالغز، دگرسانی شدید گرمایی نیز در این منطقه مشاهده می شود. (تصویر ۳۰)

#### ناحیه شماره ۴

این ناحیه با وسعت کمتری نسبت به آنومالی شماره ۳ در جنوب میدوک دیده می شود. منطقه ای به شدت گسله با گسترش زیاد و رگه های کوارتزی بیشمار است. دگرسانی در این منطقه شدید بوده ولی دارای گسترش زیادی نیست.

#### ناحیه شماره ۵

این ناحیه در شمال خاور کوه مزاحیم قرار گرفته است (تصویر شماره ۲۹) در این منطقه مجموعه ای از

سنگهای رسوبی، آتشفشانی و آتشفشانی رسوبی مشاهده می شود. سنگهای آتشفشانی و سنگهای رسوبی بوسیله سنگهای نیمه عمیق اسیدی قطع شده و دگرسانی گرمایی شدید بیشتر از نوع آرژیلی در این منطقه با گسترش نه چندان زیاد دیده می شود. هوازگی شیمیایی بصورت اکسیداسیون آهن صورت گرفته که در تصاویر نسبتی دیده می شود. گسله های راستالغز در این منطقه سبب جابجایی واحدهای سنگی شده اند.

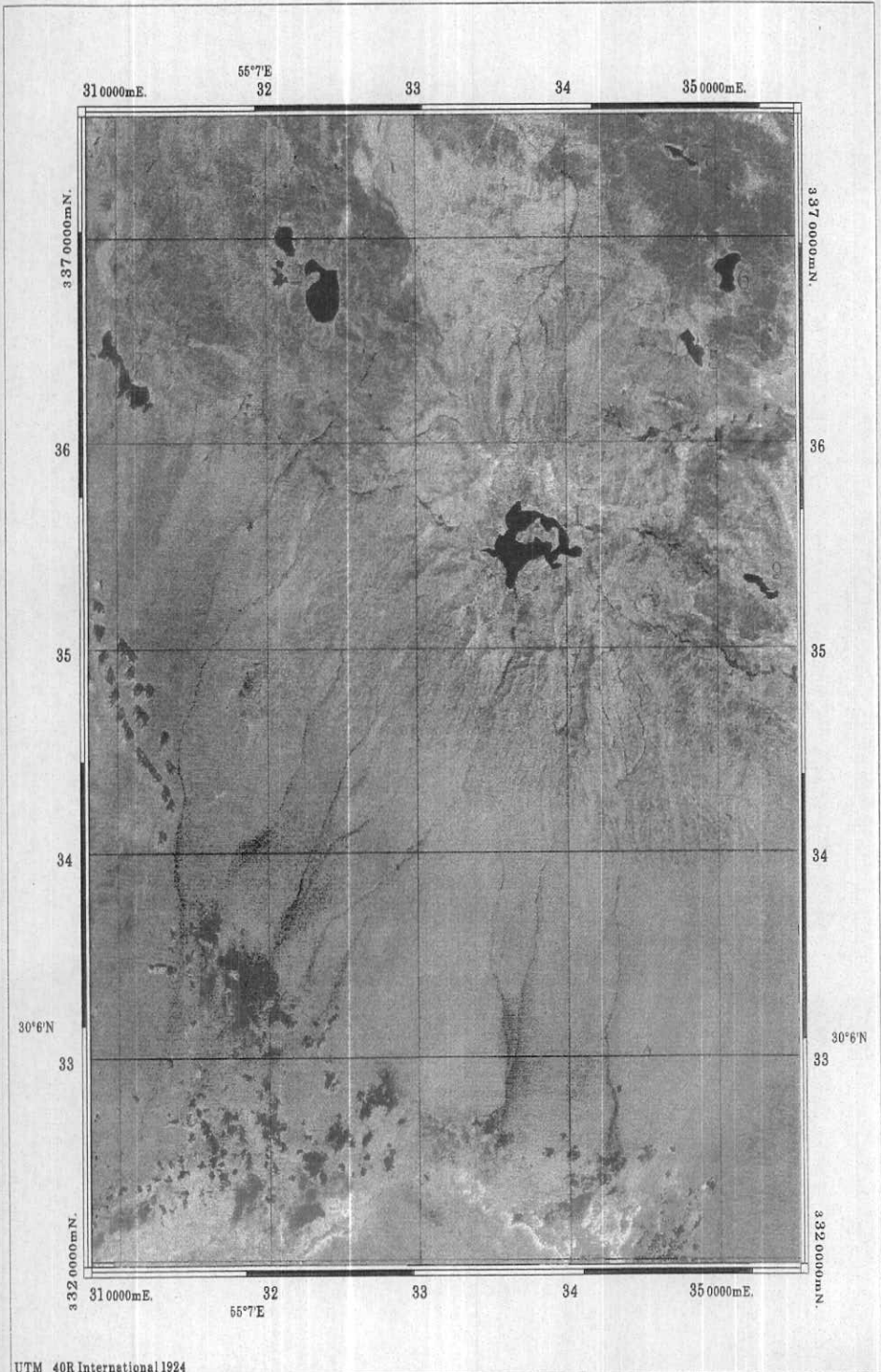
#### ناحیه شماره ۶ و ۷ و ۸

در این مناطق توده های نیمه عمیق اسیدی کوچک در گدازه های آندزیتی ائوسن نفوذ کرده و فازهای گرمایی آن سبب دگرسانی خود توده و سنگهای اطراف شده است. این دگرسانی ها گسترش زیادی ندارند و از اهمیت کمتری برخوردار هستند. (تصویر شماره ۲۹)

#### ناحیه شماره ۹

این ناحیه در شمال گلاب قرار دارد (تصویر شماره ۳۱). سنگهای منطقه را سنگهای آتشفشانی، آتشفشانی رسوبی آندزیتی و داسیتی و سنگهای رسوبی شامل آرنایت و کنگلومرا تشکیل می دهد. گسترش کمی از سنگهای نیمه عمیق اسید نیز بصورت خطی در این منطقه دیده می شود. گسله های راستالغز، محدوده ای با شکستگی های متقاطع در این ناحیه ایجاد کرده اند. این سنگها در بخشهایی دگرسانی پیدا کرده اند. هوازگی شیمیایی بصورت اکسیداسیون آهن نیز در این منطقه مشاهده می شود. /ب ۵۹

# Promising Area Map Of shahr - e - Babak




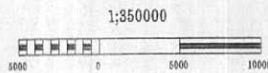
UTM 40R International 1924

Using Of Satellite Imagery , Landsat (TM) & SPOT (P) Data

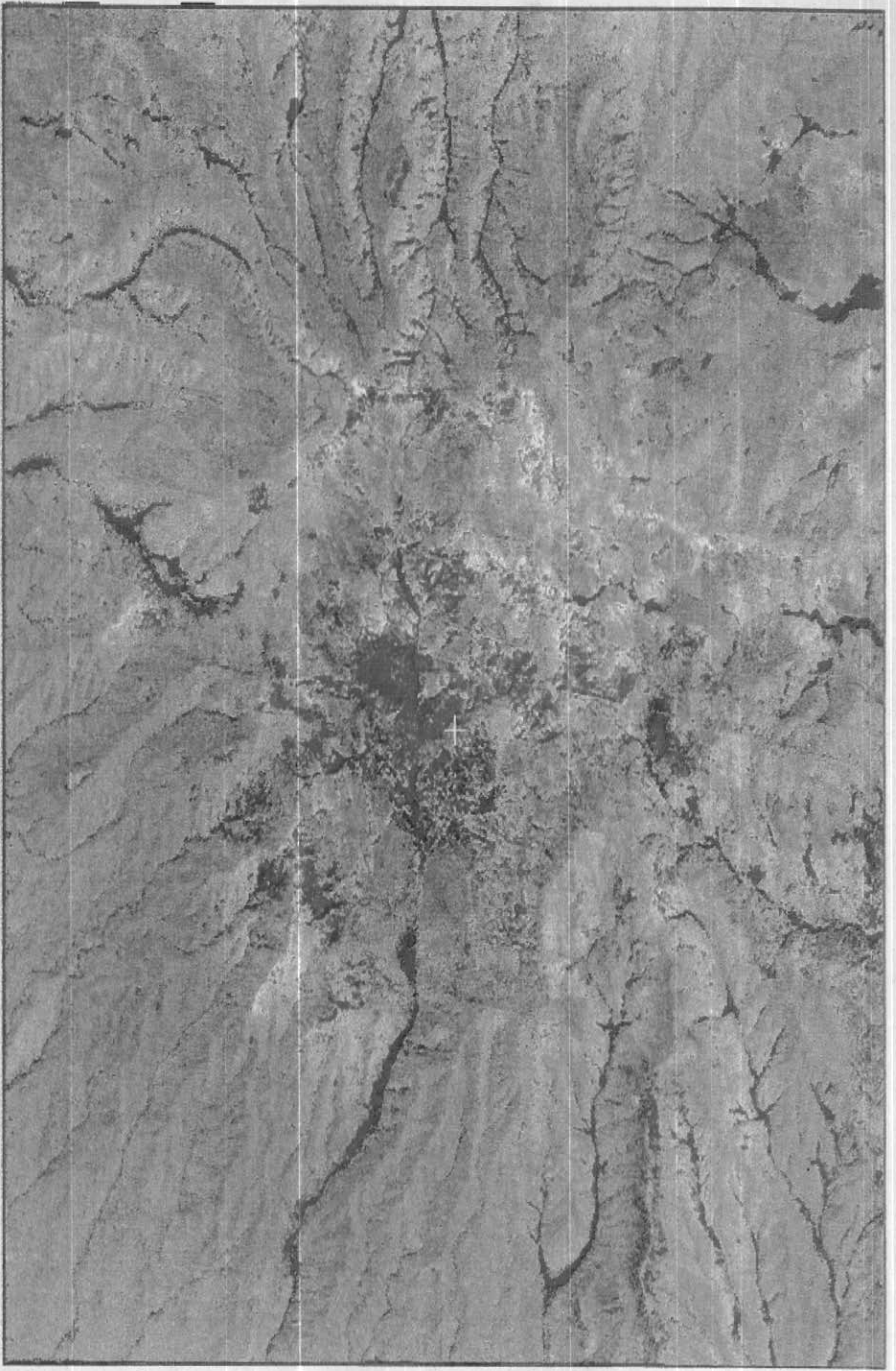
Prepared By : Remote Sensing Group Of G.S.I.

LEGEND

 Promising Area



تصویر شماره ۲۶ - نقشه نواحی امیدبخش

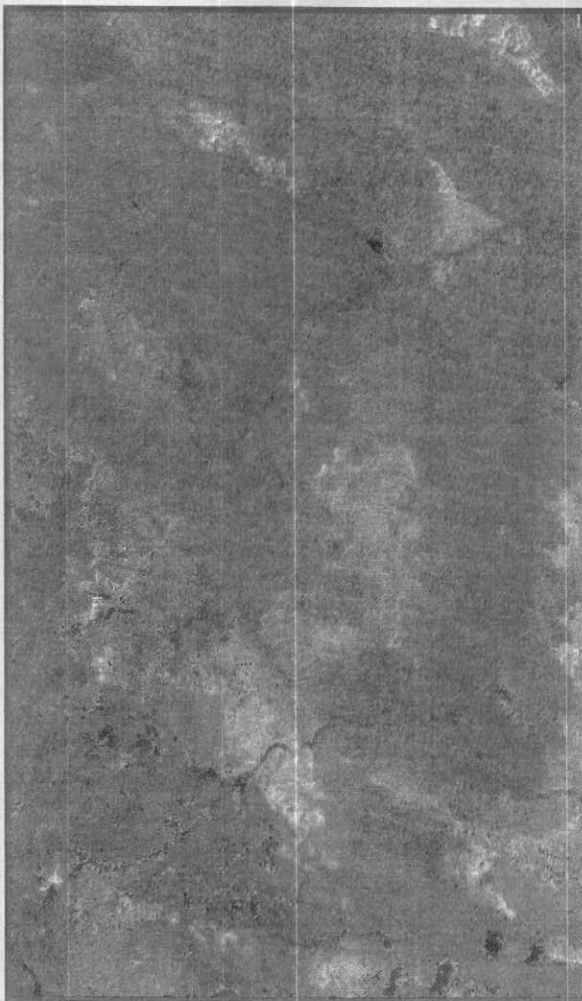


تصویر شماره ۲۷- تصویر دگرسانی ناحیه آبدر (ناحیه امیدبخش شماره ۱)

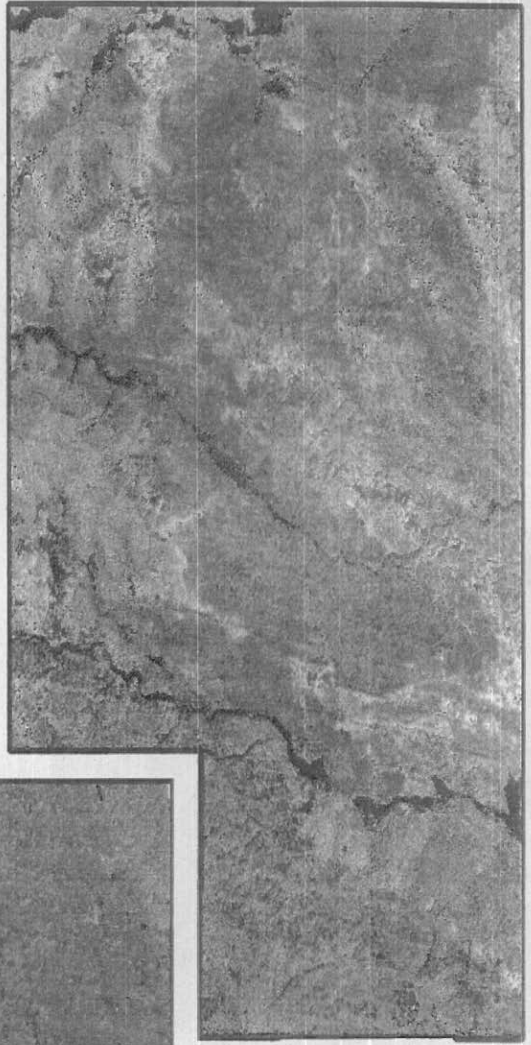


تصویر شماره ۲۸ -

تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۲

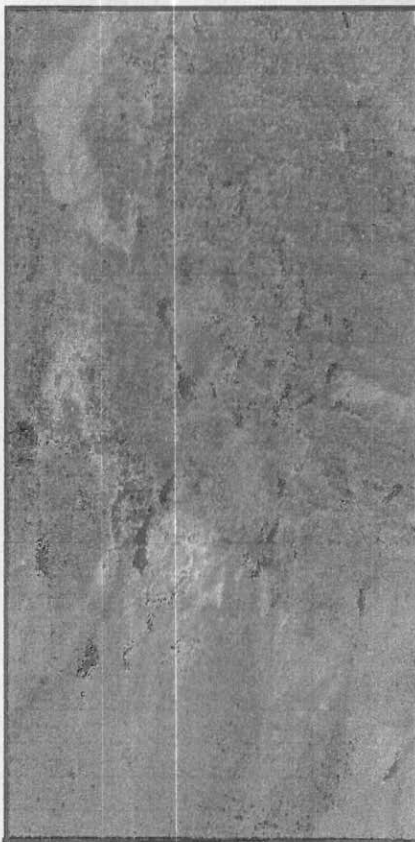


تصویر شماره ۲۹ - تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۵ و ۶ و ۷ و ۸



تصویر شماره ۳۱ -

تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۹



تصویر شماره ۳۰ -

تصویر دگرسانی ناحیه امیدبخش شماره ۳



فصل سوم

زمین شناسی ساختمانی

"بسمه تعالی"

وزارت معادن و فلزات

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی

پروژه ارومیه- دختر

زمین شناسی ساختمانی ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک

توسط: جمشید حسن زاده

با همکاری: پیمان سیاح

آرش شریفی

کیوان عبدالوهابی گیلانی

علی پند آموز

کامبیز طهیری

اسماعیل حیدری

## فهرست مطالب

### فصل ۳- زمین شناسی ساختمانی

#### کلیات

- ۳-۱- کنترل ساختمانهای پیشنهاد شده از گروه های ژئو فیزیک هوایی و دور سنجی و مقایسه ..... ۲
- ۳-۱-۱ ژئو فیزیک هوایی ..... ۲
- ۳-۱-۲- دور سنجی ..... ۵
- ۳-۲- کنترل صحرایی ساختمانهای معرفی شده ..... ۷
- الف- مناطق کششی ..... ۷
- ب- ساختمانهای گنبدی ..... ۷
- ج- مراکز آتشفشانی ..... ۸
- د- گسلهای عادی (نرمال) با شیب تند ..... ۸
- ه- ساختمانهای شعاعی ..... ۹
- و- ساختمانهای دودکشی ..... ۹
- ز- شکستگیهای حلقوی و ..... ۱۰
- ح- ساختمانهای هورست و کرابین ..... ۱۱
- ط- گسلهای رورانده، معکوس، و امتداد لغز و ..... ۱۲
- ی- مقایسه ساختمانها با ژئومورفولوژی ..... ۱۳

### ۳- زمین‌شناسی ساختمانی برگه شهر بابک

کلیات: ناحیه تحت پوشش برگه شهر بابک از لحاظ تقسیم‌بندی زمین‌ساختی ایران، از شمال به جنوب بخشهایی از زون ماگمایی ارومیه - دختر و نوار افیولیتی نائین - بافت را شامل می‌شود. زون ارومیه - دختر در این برگه شامل بخشهای زیر از کمان ماگمایی حاشیه قاره‌ای ترسیر ایران مرکزی است: کمان آتشفشانی - پلوتونیک در شمال و حوضه پیش کمان (Forearc basin) به سمت دشت شهر بابک. در ضمن، باریکه‌ای از حوضه میان کمان (intra-arc basin) مربوط به الیگومیوسن که در برگه انار گسترش زیادی دارد، نیز در حاشیه شمالی برگه شهر بابک دیده می‌شود.

چهره این ناحیه در نیمه شمالی برگه شهر بابک کاملاً کوهستانی است. رشته‌ای از بلندبهاکه با روند NW-SE از نرکوه در شمال غرب تا میدوک، کوه مساهیم (با ارتفاع حدود ۳۵۰۰ متر) و پافله کشیده شده و دارای هسته‌های متعدد آذرین نفوذی است، خط تقسیم آب بین حوضه‌های آبریز رفسنجان - انار در شمال و شهر بابک در جنوب را تشکیل می‌دهد.

ساختار کلی کمان آتشفشانی - پلوتونیک به صورت تاقدیس باز و عضیسی است که محور آن در راستای NW-SE قرار دارد و همه برگه را در نیمه شمالی فرا گرفته است. قدیمی‌ترین بیرون‌زدگیها در ناحیه محوری این تاقدیس فلیشها و مارنهای کم توان (incompetent) مربوط به کمپلکس رسوبی اتوسن زیرین است و کمپلکسهای آتشفشانی ضخیم و پرتوان (Competent) اتوسن روی آن قرار دارد.

ناحیه محوری تاقدیس غول‌پیکر شهر بابک بسیار خرد شده است و گسل طولی دهنو به عنوان بزرگترین شکستگی کمان ماگمایی در این برگه در ناحیه محوری این چین و موازی با آن قرار دارد. در امتداد این گسل، سنگهای ولکانیکلاستیک و رسوبی دانه ریز اتوسن دستخوش تغییر شکل شدید شده‌اند تا جایی که بافت کاتاکلاستیک پیدا کرده‌اند. ارتفاعات بلند ترشکوه در حاشیه غربی این گسل در کنار آبادیهای دهنو و ترشکوه، توده عظیمی از سنگهای مبلونیتی است که ما آنرا ماسیف کاتاکلاستیک ترشکوه معرفی کرده‌ایم. شایان ذکر است که یوگسلاوها به لحاظ شباهت ریخت‌شناسی با گنبد‌های داسیتی ناحیه، این ماسیف را به اشتباه یک توده ساب ولکانیک داسیت - آندزیت معرفی کرده‌اند و در مقطع زمین‌شناسی برگه شهر بابک نیز آنرا به

روشنی به صورت یک توده نفوذی نشان داده‌اند.

گسل دهنو به احتمال زیاد در تشکیل مرکز آتشفشانی غول‌بیکر کوه مساهیم نیز نقش داشته است. زیرا کالدرای آبدر در راستای همین گسل قرار دارد. علاوه بر گسل دهنو و آتشفشان لایه‌ای کوه مساهیم، به نظر می‌رسد که حداقل در ربع شمال غربی برگه شهر بابک، پدیده‌های مهم دیگری نیز با روندهای موازی با محور ناقدیس شمالی برگه قابل تشخیص است که برخی از آنها عبارتند از: (۱) توده‌های نفوذی ساب و لکانیک نرکوه و شمال آن، (۲) توده‌های نفوذی میکروکوآرتز دیوریتی و داسیتی کوه سارا (سراکوه)، کانسار سارا و میدوک، کالدرای شمال کهنوکرا ۳- گسل دره تنگاله و (۴) بی‌هنجاری رادیواکتیو (طبق نقشه ژئوفیزیک هوایی یوگسلاواها).

غیر از گسل‌های بزرگ طولی دهنو و تنگاله، اغلب گسل‌های ناحیه از نوع شکستگیهای برشی هم‌بوغ (Conjugate shear) با روندهای NW و NE است که با سیستم تنش غالب منطقه، یعنی تراکم در جهت NE با مؤلفه امتداد لغز راستگرد، که از نئوژن پایانی تا امروز حاکم است، همخوانی دارد.

قرارگیری محور چین اصلی شمال برگه شهر بابک در راستای تقریبی N40W حاکی از آن است که تنش‌های تراکمی عامل چین خوردگی نسبت به نظام تنش امروزی زاویه بازتری با شمال داشته است. یا این که این قطعه از کمان ماگمایی پس از چین خوردگی قدری چرخش ساعتگرد پیدا کرده است. در هر دو صورت، هندسه گسل‌های مرتبط با ایجاد چین، با هندسه گسل‌های ایجاد شده پس از تغییر راستای میدان تنش یا چرخش بلوکها، متفاوت خواهد بود. چنین تغییراتی، کاربرد تحلیل هندسی گسلها را با پیچیدگی روبرو می‌کند.

۳-۱- کنترل ساختمانهای پیشنهاد شده از گروه ژئوفیزیک هوایی و دورسنجی و مقایسه آنها با ساختمانهای معرفی شده در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک

### ۳-۱-۱- ژئوفیزیک هوایی

تعداد ۱۰ گسل عمده با شماره گذاری معرفی شده‌اند. گسل مغناطیسی F1 به آن بزرگی که در نقشه مغناطیس هوایی نشان داده شده است شناسایی نشد ولی قطعه غربی آن با یک گسل کوچک (به طول حدود ۲

کیلومتر) منطبق است.

گسل F2 شناسایی نشد. گسل بزرگ و سراسری F3 با روند شمال غرب جنوب شرق در یک سوم شمال غربی آن با سیستم گسل دهنو انطباق نشان می دهد ولی حدود نیم کیلومتر به سمت شرق گسل دهنو قرار دارد. اما دنباله آن در جنوب شرق با گسل راویز منطبق است.

گسل F4 در روی زمین شناسایی نشد. گسل F5 تا حدودی با مرز کمپلکس های آتشفشانی رازک و هزار منطبق است که البته بخشی از کنتاکت مذکور گسلی نیز هست (گسل تنگاله).

گسل F6 در روی زمین دیده نمی شود ولی با توجه به موقعیت و راستای آن ممکن است اثری از مرز کمان آتشفشانی - پلوتونیک و حوضه پیش کمان باشد که در زیر نهشته های جوان منطقه مدفون است.

گسل F7 در روی زمین دیده نمی شود و اصولاً بخش عمده آن در محدوده نهشته های ولکانیکالاستیک آتشفشان لایه ای مساهیم قرار دارد که اگر گسل قدیمی باشد در آن صورت کاملاً پوشیده خواهد بود. گسل های F8، F9، F10 که روندهای شمالی جنوبی دارند در روی زمین شناسایی نشدند البته قطعه مرکزی گسل F8 با یک گسل به طول حدود ۳ کیلومتر انطباق نشان می دهد. در مورد گسل F10 لازم به توضیح است که با توجه به این که در محدوده نهشته های ولکانیکالاستیک آتشفشان مساهیم قرار دارد، اگر قدیمی باشد می تواند گسلی پنهان را معرفی کند. در ضمن، با توجه به این که در نقشه ژئوفیزیک هوایی یوگسلاوها نیز گسلی با روند تقریبی شمالی جنوبی در نزدیکی F10 نشان داده شده، بنابراین احتمال دارد که شکستگی پنهان و عمیقی را معرفی کند.

گسلهای احتمالی بدون شماره که تصور شده جابجایی بلوک در آنها صورت گرفته و اغلب آنها روند تقریبی شرقی غربی دارند شناسایی نشدند.

نواحی امیدبخش از لحاظ کانی سازی مس با شماره های ۱ تا ۱۳ معرفی شده اند. شماره ۱ شامل دو ناحیه است که بخش غربی آن با گنبد داسیتی کوه سارا (سراکوه) منطبق است و همان طور که در نقشه توزیع دگرسانی نشان داده شده است، زونهای سیلیسی شده با کانی سازی مس در شمال گنبد داسیتی کوه سارا در بررسیهای صحرائی مربوط به این طرح یافت شد. ولی شواهد صحرائی برای بخش شرقی شماره ۱ دیده نشد.

نشانه‌های صحرایی برای ناحیه امیدبخش شماره ۲ پیدا نشد. شماره ۳ تا حدودی با ناحیه دگرسانی کرینات - هیدروکسید آهن در جنوب غرب روگوشوئیه منطبق است. شماره ۴ با بخش غربی کانسار سارا انطباق نشان می‌دهد. شماره ۵ شناسایی نشده شماره ۶ در شمال کالدرای کپتوکرا ولی بسیار خارج از محدوده آن واقع است.

ناحیه امیدبخش شماره ۷ شامل دو بخش است: بخش بزرگتر همان کانسار میدوک است و بخش کوچکتر که به سمت جنوب شرق میدوک نشان داده شده، به عنوان یک زون کانی سازی مستقل شناسایی نشد. نواحی امیدبخش معرفی شده با شماره‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ با هیچ نوع کانی سازی در روی زمین همخوانی ندارند.

زونهای دگرسانی شماره گذاری نشده‌اند. از بین آنها پنج زون دگرسانی به عنوان رده B و بقیه از رده C معرفی شده‌اند. پنج زون دگرسانی معرفی شده از رده B عبارتند از: زون دگرسانی منطبق با کانسار میدوک که با دگرسانیهای پروپیلیتی، سیلیسی و آرزیلی سوپرژن در روی زمین مشخص است. دیگری که ناحیه روگوشوئیه و اطراف آنرا در شمال نقشه فرا می‌گیرد با دگرسانی گسترده و قابل توجهی همراه نیست. دگرسانی نعل اسبی در شرق کالدرای کپتوکرا (شمال جاده اسفالت میدوک در شرق سه راهی شهر بابک - میدوک - انار)، دارای شواهد قطعی در روی زمین نیست. زون دگرسانی معرفی شده در گوشه شمال شرقی برگه که با گسل مغناطیسی F1 نیز منطبق است، در روی زمین با دگرسانیهای کرینات - هیدروکسید آهن و آرزیلی مشخص است. و زون پنجم دگرسانی در شرق نقشه (شمال فادیج) که یک توده مغناطیسی کم عمق نیز در محدوده آن نشان داده شده است در روی زمین اغلب با نهشته‌های آبرفتی کواترنر پوشیده شده و نشانه‌های صحرایی مهمی ندارد.

در بررسی مغناطیس هوایی زون دگرسانی کانسار میدوک به این نکته پی برده شد که شدت مغناطیسی در ناحیه کانسار مس پرفیری میدوک چندان که انتظار می‌رود ضعیف نیست. در حالی که اغلب کانسارهای مس پرفیری از جمله کانسار سرچشمه به علت تخریب منبیتیت (از راه سولفیدشدگی گسترده‌ای که در طی دگرسانیهای گرمایی رخ می‌دهد) میدان مغناطیسی ضعیفی را ایجاد می‌کنند. توضیح علت این اختلاف را در مجموعه کانی شناسی ماده معدنی باید جستجو کرد که در میدوک دارای منبیتیت و در سرچشمه فاقد آن

می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که بتوان از داده‌های مغناطیس هوایی برای تفکیک دو گروه کانسارهای پرفبری منبیت‌دار ( $Cu \pm Au$ ) و بدون منبیت ( $Cu \pm Mo$ ) در زون متالوژنیک ارومیه - دختر استفاده کرد. تعداد هفت توده مغناطیسی کم عمق بدون شماره‌گذاری در نقشه مغناطیس هوایی نشان داده شده است. این توده‌ها از شمال غرب عبارتند از: ۱- کوه ساراکه با گنبد ساب ولکانیک داسیتی میوسن - پلیوسن منطبق است، ۲- شرق کالدرای کپتوکراکه در روی زمین هیچ نشانه ویژه‌ای ندارد، ۳- ترشکوه که با ماسیف میلونیتی ترشکوه (یک زون برشی بسیار پهن) منطبق است، ۴- گوشه شمال شرقی نقشه که فقط وجود زون دگرسانی ضعیف در آنجا را می‌توان ذکر کرد، ۵- شمال فادیج (شرق نقشه) که با هیچ نشانه ویژه‌ای در روی زمین مشخص نیست و با نهشته‌های کواترن پوشیده است، ۶- کوه‌های پاقعه (جنوب مرج) که با کنتاکت شمالی استوک گراندیوریتی گلاب - پاقعه انطباق دارد، و ۷- پیشکوه (امامزاده زید و محمد در شرق نقشه) که با توده ساب ولکانیک داسیتی مربوط به میوسن - پلیوسن منطبق است.

### ۳-۱-۲- دورسنجی

در نقشه گسل‌های معرفی شده بر پایه بررسی داده‌های ماهواره‌ای، تعداد ۴۲ قطعه گسل با شماره‌گذاری معرفی شده است که از بین آنها ۱ گسل از نوع راندگی (تراستی)، ۹ گسل از نوع عادی و ۳۲ گسل به عنوان امتداد لغز معرفی شده‌اند. تعداد دیگری از خطواره‌های مظنون به گسل امتداد لغز نیز در نقشه مذکور بدون شماره‌گذاری آورده شده است.

خطواره F1 که بعنوان یک راندگی (گسل تراستی) معرفی شده، به شکل تقریباً هلالی است و دو بازو دارد. بازوی غربی آن در واقع مهمترین زون شکستگی در برکه شهر بابک است که در سطح زمین بیرون‌زدگی دارد (به توضیح مربوط به گسل دهنو مراجعه شود). ولی شواهد لازم برای حداقل بخش عمده بازوی شرقی آن در روی زمین وجود ندارد. البته در تصویر ماهواره‌ای به نظر می‌رسد که انتهای شمال شرقی این بازو حدود ۲ کیلومتر جابجایی امتداد لغز راستگرد در توده‌های سنگی را سبب شده باشد. ولی امکان بررسی نزدیک آن در روی زمین فراهم نشد.



خطواره‌های F2 تا F8 به عنوان گسل‌های عادی (نرمال) و با آرایشی تقریباً شعاعی در کالدرای آبدر معرفی شده‌اند. خطواره F2 با آبراهه اصلی داخل کالدرای آبدر منطبق است ولی شواهد صحرایی قطعی برای آن به دست نیامد. خطواره F3 با گسل امردو منطبق است (بخش ۳-۲-ط) خطواره‌های F6 و F7 و F8 در روی زمین مشخص نشدند ولی در تصویر ماهواره‌ای به صورت زونهای شکستگی توام با جابجایی در دیواره پرشیب غربی کالدرای دیده می‌شوند. خطواره‌های F4 و F5 در روی زمین شناسایی نشدند. خطواره‌های F9 و F10 در روی زمین شناسایی نشدند. خطواره بزرگ F11 که طول آن به ۲۵ کیلومتر می‌رسد در قطعه شمال غربی تا حدود زیادی با یک مرز چینه‌شناسی در داخل واحد آتشفشانی ائوسن مطابقت می‌کند و گسل نیست. قطعه جنوب شرقی آن از آتشفشان لایه‌ای مساهیم می‌گذرد و به نظر می‌رسد گسل باشد. خطواره F12 دنباله خطواره F11 است که از کوه‌های پاقلمه می‌گذرد ولی در روی زمین شواهدی مبنی بر وجود گسل دیده نشد. خطواره‌های F13 تا F17 در پهلوی جنوب شرقی آتشفشان مساهیم قرار دارند و شواهد صحرایی مثبت برای آنها پیدا نشد. خطواره F18 در روی زمین با یک شکستگی برشی هم‌بوغ تطبیق می‌کند. خطواره F19 شناسایی نشد. خطواره F20 با یک کنتاکت نفوذی انطباق نشان می‌دهد. خطواره‌های F21 تا F25 در روی زمین به صورت گسل شناسایی نشدند. خطواره F26 با یک گسل امتداد لغز بین آبدی‌های میدوک و گشنجیوئیه منطبق است. خطواره‌های F27 و F28 به عنوان گسل دیده نشدند. خطواره‌های F29 و F30 و F31 شناسایی نشدند. خطواره F32 با ردیفی از بیرون‌زدگی‌های جزئی از نهشته‌های نئوژن در دشت مشخص است و با گسل شهر بابک منطبق است. ولی خطواره‌های F33 تا F36 که در دشت شهر بابک قرار دارند شناسایی نشدند. این خطواره‌ها اگر گسل باشند باید در کوتاه‌ترین فعال بوده باشند.

خطواره F37 با گسل امتداد لغز کوچکی در شمال غربی برگه منطبق است ولی F38 و F39 شناسایی نشدند. برای خطواره F40 شواهدی مبنی بر گسل بودن به دست نیامد بلکه با چینه‌بندی واحد آتشفشانی ائوسن انطباق دارد. خطواره‌های F41 و F42 در گوشه شمال شرقی برگه با روندهای گسلی احتمالی که در نقشه زمینساختی با خط چین نشان داده شده‌اند، انطباق نشان می‌دهند.

۲-۳- کنترل صحرایی ساختمانهای معرفی شده و تکمیل آنها با توجه به برداشتهای صحرایی در جهت

مشخص کردن ساختارهای الف تا ی مندرج در شرح خدمات

### الف - مناطق کششی

زونهای کششی بزرگ مقیاس امروزی در این برکه وجود ندارد، زیرا نظام تنشی چیره در این ناحیه از میوسن میانی تا امروز از نوع تراکمی (با مؤلفه امتداد لغز) بوده است. ولی کشش محلی را می توان در ارتباط با ساختارهای زیر انتظار داشت: گسلهای عادی (نرمال)، تراکشش (Transtension) در محل خمش گسلهای امتداد لغز، توده های آذرین نفوذی جوان، ساختمانهای متقاطع و کاندرها.

البته نباید فراموش کرد که نظام تنشی کششی در البگوسن در بخشهایی از کمان آتشفشانی - پلوتونیک برقرار بوده (احتمالاً تا میوسن زیرین) و منجر به توسعه حوضه های میان کمائی (Intra-arc basins) در حاشیه شمالی برکه شده که در آن واحدهای رسوبی معادل سازند قاره ای فرمز زیرین و سازند دریایی - کولابی قم نهشته شده است. پیش از توسعه این حوضه ها، ماگماهای شوشونیتی - قلیایی فوران نموده اند.

### ب - ساختمانهای گنبدی

استوک کوارتز مونزونیتی - گرانودیوریتی گلاب - پاقلعه در شرق - جنوب شرق آتشفشان لایه ای کوه مساهیم با نفوذ در لایه های واحد آتشفشانی ائوسن گنبد شدگی ایجاد کرده است. قطعه هایی از بام استوک (Roof pendant) هنوز در برخی نقاط از کوه های پاقلعه وجود دارد.

توده های داسیتی نرکوه و شمال آن، کوه سارا (سراکوه)، کوه مدوار پائین، پیشکوه (امامزاده زید و محمد)، شمال ریشه و شمال سرخان از ساختمانهای گنبدی مرتبط با نفوذ توده های ساب ولکانیک است. ولی ترشکوه در شرق کانسار میدوک که در نقشه زمین شناسی یوگسلاوها به عنوان توده داسیتی معرفی شده و در مقطع زمین شناسی مربوط به برکه شهر بابک به صورت گنبد آذرین نمایش داده شده، یک ساختمان گنبدی نیست بلکه توده ای از سنگهای ولکانیکلاستیک - رسوبی میلونیتی شده است.

علاوه بر موارد یاد شده، در پهلوهای آتشفشان لایه ای مساهیم، گنبدهای داسیتی - آندزیتی به فراوانی

وجود دارد که برخی از آنها در سطح نیز جریان یافته‌اند و در واقع گنبد‌های روان شده (Flow dome) هستند. در نقشه یوگسلاوها این ساختارها به اشتباه به صورت روانه گدازه آندزیتی نشان داده شده‌اند. ساختارهای گنبدی در بخش شمالی کالدراى آبدر نیز وجود دارد.

### ج - مراکز آتشفشانی

کمان آتشفشانی - پلوتونیک در این برکه از ائوسن تا کواترنر مکان آتشفشانیهای بسیار زیادی بوده است. فعالیت آتشفشانی از نوع مرکزی (Central) که بقایای بخش فورانی آنها هنوز از فرسایش مصون مانده باشد به ترتیب از شمال غرب عبارت است از:

(۱) روانه‌های گدازه و آگلومرای آندزیتی میوسن (حدود ۱۹ میلیون سال) در حاشیه شمال غربی برکه که در ادامه آن در برکه رباط قرار دارد. (۲) نهشته‌های ولکانیکلاستیک نئوژن در ساختار کالدرا مانند شمال کپتوکرا. (۳) نهشته‌های برش انفجاری در غرب کانسار پرفیری میدوک، (۴) کوه مدوار پائین در شمال شهر بابک (پلیوسن)، آتشفشان لابه‌ای مساهیم (میوسن پایانی - پلیوسن)، پیشکوه (شرق گلاب). ترکیب ماگما در مراکز آتشفشانی یاد شده اغلب آندزیت تا داسیت و گاهی ریوداسیت است.

مراکز کوچک آتشفشانی مافیک از نوع اولیوین بازالتی در شمال غرب شهر بابک، شرق فتح‌آباد، و شمال کنگ مشاهده شده است. یک مرکز آتشفشانی نفلینیتی در جنوب شرق ترشکوه وجود دارد. سن این مراکز از پایان میوسن تا کواترنر است.

فعالیت آتشفشانی ائوسن و الیگوسن بیشتر از نوع خطی (linear) بوده و تعیین مکان کانونهای مربوطه مستلزم مطالعات دقیق و گسترده‌تر است.

### د - گسل‌های عادی (ترمال) با شیب تند

گسل‌های عادی جوانتر از فاز تراکمی که منجر به چین‌خوردگی کمان آتشفشانی - پلوتونیک شده است، در این برکه نمود ناحیه‌ای ندارند. بلکه این گسلها به صورت محدود هم راستای با جهت تنشهای تراکمی در بعضی

جاها گسترش پیدا کرده است. بنابراین روند این گونه گسلها اگر در زمان تشکیل تاقدیس شمال شهر بابک ایجاد شده باشند باید حدود N50E بوده و اگر در زمانهای نزدیک به امروز ایجاد شده باشند روند عمومی آنها باید تقریباً شمالی - جنوبی باشد.

ایجاد کالدرها با توسعه گسلهای عادی با شیب تند همراه است بنابراین در کالدرهای آبدر و شمال کهنوکرا این گونه گسلها را می توان انتظار داشت. گسلهای عادی با شیب تند در کالدرای آبدر به سبب آن که دیواره های کالدرها هنوز کاملاً فرسایش نیافته اند، به خوبی در روی زمین دیده می شوند. این سیستم گسل به صورت یک ذوزنقه متمایل به بیضی با قطر بزرگ در جهت شمال - جنوب است. در کالدرای شمال کهنوکرا، به علت فرسایش زیاد، تسطیح دیواره ها و پوشیده شدن فضای کالدرها با واریزه های ضخیم، گسلهای مربوطه نمود چندانی در روی زمین ندارند. در شمال این کالدرها، دایکهای متعددی در راستای تقریبی شمالی - جنوبی وجود دارد که به احتمال در شکستگیهای نرمال تزریق شده اند.

بالا آمدن نوده های بزرگ ماگمایی مانند استوک گلاب در کوه های پاقله نیز سبب ایجاد گسلهای عادی در مقیاس کوچک شده است که در نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ قابل نمایش نیستند.

در نقشه خطواره های دورسنجی، گسلهای نرمال در کالدرای آبدر نشان داده شده اند که توضیح مربوطه در بخش ۳-۱-۲ آمده است.

#### ه- ساختمانهای شعاعی

ساختمانهای شعاعی در این برگه مشاهده نشد. در نقشه گسلهایی که از تفسیر تصاویر ماهواره ای تهیه شده، گسلهایی با آرایش شعاعی در کالدرای آبدر نشان داده شده اند که در بخش ۳-۱-۲ مورد بررسی قرار گرفتند.

#### و - ساختمانهای دودکشی

دودکشیهای برشی (Breccia pipes) در غرب کانسار مس پرفیری میدوک دیده می شوند. ماگمای این دودکشیها از نوع داسیتی - آندزیتی و شبیه دایکهای بعد از کانی سازی (Post - mineralization) میدوک است.

سنگ میزبان این دودکشها متنوع و شامل کمپلکس آتشفشانی ائوسن، دایکهای داسیت - آندزیتی هم ترکیب، و برش انفجاری مربوط به این مرحله از ماگماتیسم در غرب کانسار میدوک است. ضخامت دودکشها در بریدگیهای جاده‌ها حداکثر تا چند متر می‌رسد. در بررسیهای صحرایی، این دودکشها کانی سازی ندارند، هر چند که مطالعه نمونه دستی و مقاطع میکروسکوپی نشان دهنده فراوانی خرده سنگهای دگرسان شده و کانی سازی شده است.

### ز - شکستگیهای حلقوی و ساختمانهای متقاطع

کالدرای آبدر در آتشفشان لایه‌ای مساهیم و یک ساختار کالدرا مانند در شمال کهنوکرا، دو سیمای حلقوی بارز در برگه شهر بابک هستند که کنترل صحرایی نیز موید وجود آنهاست. هر دو ساختار با آتشفشانهای نوع Stratovolcano همراه هستند ولی در دومی فرسایش زیاد، از نمود اولیه ریخت کالدراپی به مقدار زیاد کاسته است.

سیماهای به ظاهر حلقوی با بعضی از گنبد‌های نفوذی نیز همراه است مانند کوه مدوار پائین (شمال شهر بابک) و بلندیه‌های شمال شرق سرخان، که در روی زمین شکستگیهای حلقوی نشان نمی‌دهند. ساختمانهای متقاطع از نوع زونهای شکستگی متقاطع به صورت گسل‌های هم یوغ (Conjugate) در نقاط مختلف کمان ماگمایی توسعه یافته که در نقشه زمینساختی پیوست نشان داده شده‌اند.

### ح - ساختمانهای هورست و گرابن

در بررسیهای صحرایی انجام شده، ساختمانهای فوق در برگه شهر بابک مورد شناسایی قرار نگرفت. البته چنین ساختارهایی در ارتباط با سیستم کششی الیگوسن که به ایجاد حوضه‌های میان‌کمانی (Intra-arc) در شمال برگه منجر شد، وجود داشتند ولی نظام تراکمی میوسن تا امروز سبب استحاله ساختمانهای هورست و گرابن قدیمی شده است.

ط - گسلهای رورانده، معکوس و امتداد لغز و زونهای برشی و خرد شده

در این بخش به توصیف کلی گسلهای معکوس و امتداد لغز ناحیه پرداخته می شود. قبلاً در بخشهای الف و د درباره گسلهای عادی (نرمال) بحث شد. اگر چه تعداد زیادی گسل در این برکه وجود دارد ولی تعداد ۹ گسل بزرگ در نقشه زمینساخت شماره گذاری شده که توصیف آنها به شرح زیر است. هندسه کلی گسلها ناحیه در سایر بخشها از جمله در کلیات آورده شد.

### گسل دهنو (F1)

مهمترین گسل کمان ماگمایی در این برکه از لحاظ شدت خردشدگی و تاثیرگذاری زمین شناختی گسل دهنو است که تقریباً ناحیه محوری تافدیس شمال شرق شهر بابک را تحت تاثیر قرار می دهد. این گسل از حاشیه شمالی برکه شروع می شود و با امتداد N40W از آبادیهای گرمو، حوریان، کهت نو، بن توت، گذروه و سپس با امتداد N60W از دهنو به سمت آتشفشان لایه ای مساهیم ادامه می یابد و سپس در زیر نهشته های ولکانیکلاستیک میوسن پایانی - پلیوسن از نظر ناپدید می شود. طول بخش بیرون زده این گسل حدود ۱۵ کیلومتر است. شیب گسل اغلب نزدیک به قائم است ولی در بعضی نقاط به سمت جنوب غرب و نیز شمال شرق تغییر می کند. به نظر می رسد که گسل دهنو دارای مؤلفه امتداد لغز راستگرد باشد.

گسل دهنو زون خرد شده بزرگی دارد که در آن، سنگها به شدت تغییر شکل یافته اند. تشکیل کلریت، سربست، اپیدوت، کوارتز و کربناتها در زمینه این سنگها که بافت کاتاکلاستیک نشان می دهند، دلالت بر دگرگونی دینامیکی (Dynamometamorphism) دارد. کوه بلند ترشکوه در غرب این زون گسل، توده عظیمی از همین سنگهای میلونیتی است (تصویر صحرایی ۴-۱۰، پیوست ۱). مطالعه میکروسکپی نشان می دهد که سنگهای اولیه اغلب از نهشته های ولکانیکلاستیک - رسوبی ائوسن بوده اند که بر اثر دگرگونی دینامیکی، فولیاسیون در زمینه دانه ریز و پلاستیک (احتمالاً مارنی) توسعه یافته است ولی قطعات تغییر شکل نیافته شامل خرده بلورهای آذرین و با خرده سنگهای آتشفشانی و رسوبی در زمینه جهت یافته دیده می شود (تصویر میکروسکپی ۴-۹، پیوست ۲).

توده کاتاکلاستیک ترشکوه در غرب به گدازه های آتشفشانی کمتر تغییر شکل یافته ائوسن تبدیل می شوند.

در اینجا به نظر می‌رسد که زون میلونیتی به سمت جنوب غرب شیب دارد. مطالعه این توده کاتاکلاستیک از لحاظ درک سازوکار گسل دهنو اهمیت دارد. شایان ذکر است که یوگسلاوها این توده را به اشتباه یک گنبد نفوذی داسیتی معرفی کرده‌اند.

دنباله پوشیده گسل دهنو در جنوب از کالدرای آبدر می‌گذرد. پس این احتمال را می‌توان مطرح کرد که تشکیل آتشفشان مساهیم در ارتباط با گسل دهنو باشد، به این صورت که یک خمش تراکشی در امتداد آن و با وجود حالت نردبانی در زون گسل سبب ایجاد زون کششی شده و به تشکیل این مرکز فعالیت عظیم آتشفشانی در میوسن پایانی - پلیوسن کمک کرده باشد.

#### گسل روگوشو (F2)

قطعه گسلی به طول حدود ۷ کیلومتر است که از روگوشویه می‌گذرد و در حوریان به گسل دهنو می‌رسد. امتداد گسل N30W است و شیب تندی به سمت NE دارد و در آن، بلوک شمالی به سمت SW فرار رانده شده است. به نظر می‌رسد که این گسل دنباله گسل F4 باشد.

#### گسل اندرا (F3)

قطعه گسلی به طول تقریبی ۱۳ کیلومتر است که با روند تقریباً شرقی - غربی در شمال برگه قرار دارد و در قطعه غربی آن، سنگهای کرتاسه از شمال به روی سنگهای آتشفشانی ائوسن رانده شده‌اند.

#### گسل گری F4a و گسل راویز F4b

گسل گری در آبادی ترشکویه از گسل دهنو جدا می‌شود و با امتداد N40W از آبادیهای جنت‌آباد، گری پائین و گری بالا به سمت آتشفشان مساهیم ادامه می‌یابد و سپس در زیر نهشته‌های ولکانیکلاستیک آن ناپدید می‌شود. گسل راویز به احتمال زیاد دنباله همین گسل است و هر دو گسل شیب تندی به سمت شمال شرق دارند و در آنها بلوک شمال شرقی به سمت جنوب غرب رانده شده است. گسل روگوشو (F2) به احتمال دنباله

همین سیستم گسلی است که بر اثر عملکرد راستگرد گسل دهنو از آن بریده شده و حدود ۳ کیلومتر به سمت شمال غرب جابجا شده است.

#### گسل پیش استا (F5)

این گسل با طول حدود ۸ کیلومتر و روند تقریبی شرقی - غربی از پیش استا در شمال غرب مرج می‌گذرد. این شکستگی به احتمال از نوع امتداد لغز است.

#### گسل امرود (F6)

این گسل به طول حدود ۵ کیلومتر به طور اریب از گوشه جنوب غربی کالدرای آبدر به سمت مرکز آن امتداد دارد و از شمال روستای امرود و تپه می‌گذرد. بخشی از توده‌های نفوذی میکرودیوریتی کالدرای به احتمال با استفاده از این سیستم شکستگی بالا آمده‌اند. سازوکار آن به احتمال امتداد لغز چپگرد است.

#### گسل تنگاله (F7)

این گسل تقریباً موازی با محور تاقدیس و با امتداد کلی N25W و طول حدود ۶ کیلومتر در دره تنگاله از جنوب مهر تا تنگاله پائین در کنتاکت کمپلکس‌های آتشفشانی رازک و هزار ادامه دارد. شیب گسل نزدیک به قائم و یا با زاویه تند به سمت WSW است و بلوک غربی آن فرارنده شده است.

#### گسل ندیک (F8)

گسل ندیک از گسل‌های امتداد لغز بزرگ در غرب نقشه است که به طول حدود ۵ کیلومتر با روند NE-SW در جنوب کوه چهل دختران قرار دارد. جابجایی در این گسل از نوع چپگرد است. گسل‌های هم‌یوغ مرتبط با آن که روندی NW-SE تا WNW-ESE دارند از نوع راستگرد هستند.



## گسل شهر بابک (F9)

بخش جنوب غربی برگه شهر بابک اغلب در زیر پوشش کواترنر دشت پنهان است. به نظر می‌رسد که یک گسل ناحیه‌ای که با زون افیولیتی نائین - بافت در این برگه همراه است، بخش جنوب غربی را از بقیه نواحی جدا می‌کند. طبق نقشه یوگسلاوها، در طول قطعه‌هایی از این گسل نهشته‌های رسوبی نئوژن از شمال شرق بر روی آبرفت‌های کواترنر رانده شده است. این خطواره در عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای مشخص است ولی راندگیها در روی زمین مشاهده نشد. بر اساس اطلاعات محدودی که در دست است، تصور می‌شود که این گسل از نوع معکوس با مؤلفه امتداد لغز راستگرد بوده و شیب آن به سمت شمال شرق باشد.

ی - مقایسه مناطق تحت پوشش ساختمانهای فوق با ژئومورفولوژی آنها در جهت اخذ استنباط در معرفی معتبر محل توسعه کالدرها و نواحی اطراف آنها (Lowlands)

کالدرای آبدر به آتشفشان لایه‌ای مساهیم به علت جوانی (پلیوسن) تا حدود زیادی از فرسایش مصون مانده و در نتیجه کلیه ویژگیهای شاخص یک کالدر را نشان می‌دهد. فرونشستگی کالدر تقریباً بیضی شکل و قطرهای آن حدود ۵ و ۷ کیلومتر است. دیواره‌های کالدر با شیب بسیار تند هنوز منظره‌ای شبیه حالت اولیه را به نمایش می‌گذارند. ارتفاع دیواره‌ها در بخش جنوبی کالدر که کف آن پائین تر است به چند صد متر می‌رسد. با وجود این، با در نظر گرفتن نسبت ارتفاع به قطر پایه به خوبی پیداست که این آتشفشان فرسایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده است چون اختلاف ارتفاع بلندترین نقطه آن (حدود ۳۵۰۰ متر) با دشت شهر بابک (حدود ۲۰۰۰ متر) تقریباً ۱۵۰۰ متر است که نسبت به قطر عظیم پایه آن (حدود ۳۰ کیلومتر)، برای یک آتشفشان از نوع لایه‌ای که هنگام تشکیل دامنه‌هایی با شیب تند می‌سازد، خیلی کوتاه است. بدیهی است که فرسایش زیاد در مورد کالدرها از لحاظ بالا بردن احتمال از بین رفتن کانی‌سازی اپی‌ترمال، مطلوب نیست. کالدرای شمال کهنوکرا فرسایش خیلی بیشتری پیدا کرده ولی هنوز مورفولوژی حلقوی تا حدودی در روی زمین قابل تشخیص است. از بررسی اجمالی در صحرا چنین به نظر می‌رسد که این ساختار کالدر مانند بخشی از یک سیستم کالدرای بزرگتر و پیچیده باشد که بخش عمده آن در برگه مجاور (رباط) قرار می‌گیرد.

فصل چہارم

سنگ شناسی

"بسمه تعالی"

وزارت معادن و فلزات

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی

پروژه ارومیه- دختر

- بررسی سنگ شناسی واحدهای آذرین درورقه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ شهر بابک

توسط: جمشید حسن زاده

با همکاری: پیمان سیاح

آرش شریفی

کیوان عبدالوهابی گیلانی

علی پند آموز

کامبیز طهیری

اسماعیل حیدری

## فصل ۴- سنگ شناسی

### فهرست مطالب

- ۱-۴- توزیع سنگهای آذرین بیرونی، درونی و نیمه عمیق..... ۱
- ۱-۱-۴- سنگهای آتشفشانی..... ۱
- ۲-۱-۴- سنگهای آذرین نیمه عمیق..... ۳
- ۴-۱-۴- توده های آذرین عمیق..... ۴
- ۲-۴- نقشه توزیع سنگهای اسیدی و تعیین محدوده ای با  $SiO_2 > 73\%$  و  $K_2O \leq 4\%$ ..... ۵
- ۳-۴- تراکیت های پرتاسیم و ..... ۶
- ۴-۴- برشهای آتشفشانی و ..... ۶
- ۵-۴- محدوده گسترش توام سیستمهای برشی و پرفیری..... ۷
- ۶-۴- محدوده گسترش گنبدهای ریولیتی..... ۷
- ۷-۴- محدوده آتشفشانی دو مدی..... ۸
- ۸-۴- سیستمهای با تولیتی، استوکی و دودکشهای برشی..... ۱۰
- ۹-۴- نسبت رخنمون های سنگ درونی و بیرونی در کالدرای آبدار..... ۱۰
- ۱۰-۴- گسترش دگرگونی مجاورتی..... ۱۱
- ۱۱-۴- سیستمهای تبخیری و تخریبی و آذرین قدیمی در اطراف توده های ساب ولکانیک و ..... ۱۱
- ۱۲-۴- توزیع دگرسانهای گرمابی و نهشته های چشمه ای..... ۱۲
- ۱۳-۴- کالدرای آبدار..... ۱۳
- ۲-۱۲-۴- کالدرای شمال کهنوگرا (چاه فیروز)..... ۱۶
- ۳-۱۲-۴- شمال کوه سارا..... ۱۷
- ۴-۱۲-۴- کانسار میدوک..... ۱۸
- ۵-۱۲-۴- کانسار پرفیری میدوک و احتمال بالا بودن عیار طلا در آن..... ۲۰
- ۶-۱۲-۴- کانسار رگه ای چاه مسی..... ۲۱
- ۷-۱۲-۴- کانسار سارا..... ۲۲
- ۸-۱۲-۴- غرب کانسار میدوک..... ۲۳
- ۱۳-۴- یافته های زمین شناختی جدید در برگه شهر بابک..... ۲۳

### منابع

### پیوست ها

- ۱- تصویر های صحرایی..... ۳۰

- پیوست ۲- تصویر های میکروسکوپی ..... ۴۶
- پیوست ۳- آنالیز XRD ..... ۵۶
- پیوست ۴- نتایج آنالیز عناصر برگزیده در کل سنگ ..... ۵۹
- پیوست ۵- نتایج آنالیز کل سنگهای آذرین برای عناصر اصلی و کمیاب به روش XRF ... ۶۰
- پیوست ۶- نمودار  $Na_2O + K_2O$  در برابر  $SiO_2$  و نمودار عنکبوتی ..... ۶۲
- پیوست ۷- توصیف میکروسکوپی مقاطع نازک سنگها ..... ۷۰
- پیوست ۸- توصیف میکروسکوپی مقاطع نازک صیقلی مواد معدنی ..... ۸۰

#### فصل ۴- سنگ‌شناسی

#### ۴-۱- توزیع سنگهای آذرین بیرونی، درونی و نیمه عمیق در برگه شهر بابک

کمان آتشفشانی - پلوتونیک سنوزوئیک ایران مرکزی (زون ارومیه - دختر) بخش عمده برگه شهر بابک را در نیمه شمالی آن شامل می‌شود و حوضه پیش کمان (Forearc basin) در نیمه جنوبی برگه به مقدار زیاد زیر پوشش دشت قرار دارد.

۴-۱-۱- سنگهای آتشفشانی: طیف گوناگونی از سنگهای آتشفشانی از ائوسن تا کواترنر به شرح زیر در برگه شهر بابک شناخته شده است. سنگهای آذرین ائوسن - الیگوسن اغلب از ماگماهای خشک (بسیار کم آب) و سنگهای آذرین میوسن - پلیوسن از مذابهای آبدار به وجود آمده‌اند.

۴-۱-۱-۱- کمپلکس آتشفشانی بحر آسمان: این واحد روی کمپلکس رسوبی ائوسن پائینی (شامل توریدیت، کربنات، کنگلومرا و ماسه‌سنگ) قرار دارد و سن آن ائوسن میانی است. سنگهای تشکیل دهنده آن از نوع حدواسط (غالباً گدازه‌های آندزیتی و نهشته‌های ولکانیکلاستیک مربوطه) و از لحاظ  $K_2O$  در حد پائین یا متوسط است. کانیهای مافییک اولیه در این سنگها اغلب کلینوپیروکسن است و کانیهای هیدروکسیل دار در آنها دیده نمی‌شود. بیرونزدگیهای این واحد در شرق و شمال شرق برگه (شرق گسل دهنو) گسترش دارد.

۴-۱-۱-۲- کمپلکس آتشفشانی رازک: سن این واحد آتشفشانی ائوسن میانی (و احتمالاً بالایی) است و در غرب گسل دهنو بیرونزدگی دارد. این واحد از آندزیت و تراکی آندزیت پرفیری و نهشته‌های ولکانیکلاستیک با ترکیب حدواسط تشکیل شده که اغلب از لحاظ  $K_2O$  در حد متوسط تا بالا هستند ولی در برخی نقاط مانند جنوب هونی روانه‌هایی از آنالسیم نفریت با تمایل شوشونیتی بارز وجود دارد. کانیهای مافییک هیدروکسیل دار اولیه در این سنگها نیز وجود ندارد. این واحد آتشفشانی، سنگ درونگیر توده‌های نفوذی مربوط به کانسارهای میدوک و سارا و سیستمهای رگه‌ای مربوطه را تشکیل می‌دهد.

۴-۱-۱-۳- کمپلکس آتشفشانی هزار: سن این واحد تراکی بازالت تا تراکی آندزیت با افقهای متعددی از روانه‌های آنالسیم نفریت است. این واحد از لحاظ  $K_2O$  (و نیز  $Al_2O_3$ ) خیلی غنی و واقعاً شوشونیتی است.

نمونه‌های مربوط به آن اغلب نفلین نورماتبر می‌دهد. در برخی نقاط مانند اطراف فتح‌آباد، روانه‌های فنولیتی با نفلین مودال نیز وجود دارد که به طور مشخص نشان دهنده ماگمای قلیایی و اشباع نشده از سیلیس است. در گزارش و نقشه یوگسلاوها به وجود سنگهای اخیر اشاره نشده است. کانیهای مافیک اولیه در این سنگها اغلب کلبیوپروکسن و اولیوین است و نشان می‌دهد که ماگماهای مربوط از آب فقیر بوده‌اند.

#### ۴-۱-۱-۴- واحد آتشفشانی میوسن در شمال غرب نقشه

این واحد که به طور دگر شیب روی واحد آتشفشانی الیگوسن (کمپلکس هزار) قرار دارد، نوار باریکی را در حاشیه غربی برکه شهر بابک تشکیل می‌دهد که در برکه مجاور (رباط) ادامه پیدا می‌کند و مجموعه‌ای از آگلومرا و روانه‌های آندزیتی است که از لحاظ ترکیب شیمیایی و کانی شناسی با سنگهای ائوسن - الیگوسن متفاوت هستند. کانیهای مافیک آبدار مانند هورنبلند (و گاهی بیوتیت) در آنها بسیار زیاد است. این واحد با نشانه aa در نقشه یوگسلاوها مشخص شده است. در ضمن، حداقل بخشهایی از واحد نمایش داده شده با Ngc در نقشه مذکور نیز به اعتقاد ما در اصل همان نهشته‌های ولکانیکلاستیک مربوط به این مجموعه است.

#### ۴-۱-۱-۵- مجموعه آتشفشانی میوسن - پلیوسن کوه مساهیم

آتشفشانی لایه‌ای (Stratovolcano) کوه مساهیم (مزاحم) که با قطر فاعده‌ای بیش از ۳۰ کیلومتر بخش بزرگی از ناحیه مرکزی این برکه را پوشانده و ارتفاع آن به نزدیک ۳۵۰۰ متر می‌رسد، نه تنها در این برکه بلکه در تمام طول کمربند ماگمایی سنوزوئیک جنوب شرق ایران مرکزی بی‌مانند است. توالی آتشفشانی در آن با نهشته‌های آذرآواری لایه‌لایه و حاوی قطعات زاویه‌دار (مخلوط خاکستر و لاپیلی) شروع می‌شود که قطعه سنگهای آن از جنس داسیت، داسیتوئید و آندزیت است که حاوی پلاژیوکلاز، هورنبلند، بیوتیت، پیروکسن هستند و گاهی کمی کوارتز دارند. روی آنها ضخامت زیادی از نهشته‌های ولکانیکلاستیک و لاهارگونه به صورت کنگلومرا و ماسه سنگ آتشفشانی قرار دارد که لایه‌بندی بهتر و سخت‌شدگی کمتری از نهشته‌های زیرین خود نشان می‌دهند. روی واحد اخیر دوباره نهشته‌های آذرآواری شامل آگلومرا و برش آتشفشانی قرار دارد. سپس روانه ضخیمی از گدازه آندزیت پرفیری تیره خارج شده است که به ویژه در پهلوی فرسایش یافته شرقی این آتشفشان بیرون‌زدگی خوبی دارد (مثلاً در بلندبهای بین ریشه و پیش استا). شایان ذکر است که این

روانه با علامت a در نقشه یوگسلاوها نشان داده شده است ولی واحد a در اغلب نقاط به صورت روانه نیست بلکه بیشتر به صورت گنبد (dome) یا گنبد روانه (Flow dome) است. در جنوب ریسه ضخامت کمی از نهشته‌های آذرآواری جوانتر ولی جوش خورده روی روانه آندزیتی a را پوشانده است.

لازم به ذکر است نامهای مساهیم و مزاحم که برای این آتشفشان به کار می‌رود، برای مردمان محلی ناآشناست. نام محلی بلندترین بخش این آتشفشان کوه محمد سلیمانی است که در شمال آن قرار دارد. سایر فله‌های این آتشفشان نیز نامهای محلی خاص خود را دارند.

#### ۴-۱-۱-۶- نفلینیت و لوسیتیت

در شرق ترشکوه، مجموعه‌ای از چند روانه از گدازه‌های مافیک قلیایی و بسیار غنی از پتاسیم در بالای یک تپه وجود دارد. سن این گدازه‌ها  $2/20 \pm 6$  میلیون سال (مرز میوسن - پلیوسن) است. یوگسلاوها در نقشه و گزارش خود به وجود این سنگها اشاره نکرده‌اند.

#### ۴-۱-۱-۷- اولیوین بازالت (پلیوسن - کوآترنر)

روانه‌های اولیوین بازالت به صورت پراکنده در چند نقطه از این برکه از جمله شمال گل گوشوئیه (شمال کنگ)، شرق فتح‌آباد، ده‌قازی (مسینان، شمال آتشفشان مساهیم)، و شمال غرب شهر بابک دیده شده است. این نوع گدازه‌ها در شمال غرب شهر بابک (راه چاه باغ) بیشترین گسترش را دارند. چنین به نظر می‌رسد که روانه‌های اولیوین بازالت در محل اخیر (غرب خرسند) یک آتشفشان سپری بسیار کم ارتفاع را در دشت شهر بابک (کنار زون افیولیتی) می‌سازند. در نقشه یوگسلاوها روانه‌های بازالتی غرب خرسند به طور نادرست با علامت Ngc و Ev معرفی شده‌اند. وجود این گدازه‌ها و همچنین نفلینیت‌ها و لوسیتیت‌ها که در بخش پیشین مورد اشاره قرار گرفت، نشانه ذوب بخشی در گوشته سنگ کره و مربوط به پایان فرورانش سنگ کره اقیانوسی به زیر حاشیه قاره‌ای ایران مرکزی پس از برخورد قاره - قاره است.

#### ۴-۱-۲- سنگهای آذرین نیمه عمیق

توده‌های آذرین نیمه عمیق به تعداد زیاد در برکه شهر بابک در واحدهای سنگی ائوسن - الیگوسن نفوذ



کرده‌اند و سن آنها میوسن و یا پلیوسن است. کانی‌های تشکیل دهنده آنها عبارت است از: پلاژیوکلاز، هورنبلند، بیوتیت، کوارتز و تیتانومنیتیت. بافت آنها پرفیری با زمینه بسیار دانه ریز است و اغلب از نوع داسیت (کوارتز دیوریت) و یا از طیف داسیت - آندزیت هستند. کلینوپیروکسن به مقدار کم در برخی از آنها دیده می‌شود. برخی کوارتز ندارند ولی آنالیز شیمی نشان می‌دهد که حالت فوق اشباعی دارند و سیلیس اضافی در خمیره نهان بلور قرار دارد که در این حالت سنگها را داسیتوئید باید نامید. توده ساب و لکانیک کوه مدوار پائین سیلیسی تر و ترکیب آن ریوداسیت است.

اغلب این توده‌ها بلندبهای شاخصی را تشکیل می‌دهند مانند نرکوه، کوه سارا (سراکوه)، پیشکوه (جنوب پاقلعه) و کوه مدوار پائین. این توده‌ها با کانی‌سازی در ارتباط نبوده‌اند. در حالی که آنهایی که با کانی‌سازی گرمایی در ارتباط بوده‌اند (مانند توده‌های ساب و لکانیک میدوک و سارا) به دلیل دگرسانی شدید و گسترده، فرسوده شده‌اند. با این حال فازهای نفوذی بعد از کانی‌سازی در این نقاط نیز به صورت گنبد‌های کوچک و یا دایکهای بارز در اطراف کانسارها دیده می‌شوند.

توده‌های نفوذی کم عمق در آتشفشان لایه‌ای کوه مساهیم به تعداد زیاد در کالدرا و همچنین پهلوهای آن نفوذ کرده و در برخی موارد در سطح زمین نیز جریان یافته‌اند. کانیهای سازنده این سنگها شبیه دسته قبلی بوده و ترکیب آنها نیز در طیف داسیت تا آندزیت می‌گنجد. در کالدرای آتشفشان لایه‌ای مساهیم که در این گزارش آنرا کالدرای آبدر می‌خوانیم، علاوه بر گنبد‌های جریانی آندزیتی، توده‌های کوچک و دایکهای دیوریتی هم بیرون‌زدگی دارند که معرف قسمتهای اندکی عمیق‌تر مجموعه ساب و لکانیک هستند. گسترش این توده‌ها بسیار فراتر از آن است که در نقشه یوگسلاوها نشان داده شده است. دگرسانیهای گرمایی از نوع پتاسیک، فلیک و رسی در کالدرای آبدر در رابطه با همین سیستم نفوذی دیوریتی است.

#### ۴-۱-۳- توده‌های آذرین عمیق

استوک به نسبت بزرگی از سنگهای گرانودیوریتی تا کوارتز مونزونیتی در شرق برگه شهر بابک (شرق میمند و بین گلاب و مرج) بیرون‌زدگی دارد و با واحدهای سنگی آئوسن مجاورت نفوذی دارد. بافت سنگهای این توده

دانه‌ای تقریباً هم اندازه است و از کانیهای پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیک، کوارتز، هورنبلند، بیوتیت، کلینوپروکسن و تیتانومینتیت تشکیل شده‌اند. وجود فازهای نفوذی مختلف در روی زمین در این استوک مشخص است که از لحاظ نسبت فلدسپار قلیایی به پلاژیوکلاز و فراوانی کانیهای مافیک و کوارتز با هم اختلاف دارند. سن هورنبلند در دو فاز نفوذی مختلف از این توده پلوتونیک که به روش  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  تعیین شده، بین ۱۹ تا ۱۸ میلیون سال و سن ارتوکلاز در آنها  $۱۷/۹+۰/۲$  و  $۱۶/۹+۰/۲$  میلیون سال است (نمونه‌های JHPQ4، پیوست ۸). این توده‌ها به سمت غرب در زیر نهشته‌های ولکانیکلاستیک جوانتر و مربوط به آتشفشان مساهیم پوشیده شده است. لازم به ذکر است که در بررسیهای صحرایی مربوط به این طرح به بیرون زدگیهای کوچک و متعددی از این سنگهای نفوذی به سمت شمال در دره‌های درگازروئیه، ریشه و راویز یافت شد که در نقشه زمین‌شناسی شهر بابک نشان داده نشده بودند. با توجه به این بیرون‌زدگیها، به نظر می‌رسد که توده پلوتونیک شرق میمند در عمق کم در زیر بخش بزرگی از ناحیه شرق - مرکز برگه شهر بابک گسترش دارد. وجود دگرگونی مجاورتی گسترده در دره‌های فوق‌الذکر مؤید این تعبیر است.

آثار پراکنده‌ای از تورمالین‌زایی و تشکیل کالکوپیریت و اسپیکولار هماتیت در صورت رگچه و پرکردگی حفره‌ها در این سنگها دیده می‌شود (نمونه JHPQ13b پیوست ۸).

در مطالعات صحرایی مربوط به این طرح بیرون‌زدگی کوچکی از یک توده دیوریتی در شمال کوه سارا (سراکوه) که در کارهای پیشین به وجود آن اشاره نشده بود، شناسایی شد. این سنگها دارای بافت دانه‌ای غیربرفیری هستند و رگه‌های آپلیتی در آن نفوذ کرده است (نمونه ۱ MD8a، پیوست ۷) این توده در سنگهای ائوسن نرین شده و دگرگونی مجاورتی شدیدی در آنها ایجاد کرده است.

زونهای سیلیسی با آثار کانی‌سازی مس در این توده دیده می‌شود. مقدار مس در نمونه‌های MD8c1 و MD8c2 به ترتیب ۱ و ۷/۰ درصد بدست آمده است (پیوست ۴).

۴-۲- نقشه توزیع سنگهای اسیدی و تعیین محدوده‌ای با  $\text{SiO}_2 > ۷۳\%$  و  $\text{K}_2\text{O} > ۴\%$

بر پایه آنالیزهای بسیار زیادی که از همه‌گونه سنگهای آذرین موجود در برگه شهر بابک انجام شده (پیوست

(۵)، سنگهای دارای سیلیس بیشتر از ۷۳٪ شناخته نشده‌اند. سنگهای با  $K_2O > ۴\%$  در برگه شهر بابک گسترش زیادی دارند ولی سیلیس آنها خیلی کم است به طوری که نفلین نورمانیو و حتی گاهی مودال دارند (به ویژه سنگهای آتشفشانی کمپلکس الیگوسن هزار).

#### ۳-۴- تراکیت‌های پرتاسیم و ریولیت‌های آلکالن پرسیلیس

ریولیت آلکالن پرسیلیس در برگه شهر بابک یافت نشد و سیلیسی‌ترین سنگهای آذرین این ناحیه ریوداسیت کوه مدوار پائین است (نمونه‌های 99MD13b, 99MD13a, SH4a, SH3a در پیوست ۵). تراکیت پرتاسیم در کمپلکس‌های آتشفشانی هزار یافت می‌شود ولی اغلب اشباع نشده از سیلیس است. نمونه MD15 در شرق فنج‌آباد با ۴/۱۳ و دارابودن حالت اشباعی (۲۵/۰ درصد کوارتز نورمانیو) مناسب‌ترین نمونه برای این رده است.

#### ۴-۴- برشهای آتشفشانی (انفجاری) و نهشته‌های پیروکلاستیک بخصوص در اطراف کالدرها

حجم عظیمی از نهشته‌های آذرآواری شامل برشهای آتشفشانی، آگلومرا و توف در آتشفشانی لایه‌ای کوه مساهیم در بخش مرکزی برگه شهر بابک یافت می‌شود که توصیف آن در بخش ۴-۱-۱-۵ آورده شد. این گونه نهشته‌ها در سه محل دیگر نیز وجود دارد: ۱- ساختار کالدرمانند در شمال کهنوکر، ۲- حاشیه شرقی گنبد داسیت - آندزیت پیشکوه (جنوب باقلعه) و ۳- غرب کانسار میدوک. رخداد اخیر به سبب اهمیت در ایجاد بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی به طور مبسوط مورد مطالعه قرار گرفته که شرح آن برای بار نخست در زیر می‌آید.

۴-۴-۱- در نهشته‌های ولکانیکلاستیک لایه‌لایه در غرب کانسار میدوک:

پهنه وسیعی از نهشته‌های ولکانیکلاستیک لایه‌لایه در غرب کانسار میدوک و جنوب کانسار سارا بطور دگرشیب بر روی سرپهای آتشفشانی اتوسن قرار دارد. مجتمع مسکونی - اداری میدوک در حاشیه شرقی این پهنه قرار گرفته و عبارت دیگر، نهشته‌های یاد شده در شمال و غرب مجتمع میدوک گسترده است. لایه‌ها به سمت ENE شیب دارد و اگر این مجموعه نهشته‌ها مربوط به یک مرکز آتشفشانی لایه‌ای باشد، باید تصور کرد

که پهلوی غربی آن سیستم بر اثر فرسایش از بین رفته باشد. لایه‌ها اغلب از برش آتشفشانی دانه درشت و جور نشده و میان‌لایه‌های دانه ریزتر (ماسه‌ای) تشکیل شده است. نکته جالب در مورد این برشهای انفجاری آن است که حاوی مقدار قابل توجهی از خرده سولفیدها (پیریت، کالکوپیریت و پیرویت) و در ضمن منیتیت و هماتیت هستند (نمونه‌های 89MD25, 89SR2، پیوست ۸). خرده سنگها از لحاظ ترکیب بسیار متنوع هستند و انواع سنگهای آتشفشانی ائوسن و نفوذیهای میوسن را شامل می‌شوند و همچنین، دگرسانیهای پتاسیک، فیلیک و پروپیلیتی در خرده سنگهای مختلف دیده می‌شود. بر اساس مطالعه میکروسکوپی چند مقطع به نظر می‌رسد که در سنگ کف این نهشته برش آتشفشانی، کانی سازی گسترده‌ای وجود دارد که قطعات ریز و درشتی از آن با انفجار آتشفشانی به سطح زمین منتقل شده است (نمونه‌های 99MD5a,b، پیوست ۸).

دو توده نفوذی گنبدی شکل کوچک و چند دایک و دودکش برشی هم ترکیب با برش آتشفشانی، این مجموعه را قطع می‌کند. سن توده نفوذی غربی به روش  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  معادل  $11/1 + 0/3$  میلیون سال تعیین شده است.

#### ۴-۵- محدوده گسترش توأم سیستمهای برشی و پرفیری

همانگونه که در بخش ۴-۴ به تفصیل شرح داده شد، همراهی سیستمهای برشی و پرفیری بین کانسارهای مس میدوک و سارا با گسترش زیاد وجود دارد.

#### ۴-۶- محدوده گسترش گنبد‌های ریولیتی

سنگهای ریولیتی مطلق در برگه شهر بابک شناسایی نشده و نزدیکترین ترکیب، ریوداسیت کوه مدوار پایین است (نمودار پیوست ۴-۶) ولی سنگهای آذرین خروجی و همچنین ساب ولکانیک فوق اشباعی از سیلیس با ترکیب کلی متمایل به داسیت فراوان است و شامل موارد زیر می‌باشد: گنبد‌های ساب ولکانیک ترکوه و شمال آن در گوشه شمال غرب برگه، کوه سارا (سراکوه) واقع در شمال کانسار مس سارا، گنبد‌های داسیت - آندزیتی ناحیه بین ریسه و راویز در شرق برگه، توده داسیت - آندزیتی پیشکوه (شرق گلاب) و توده‌های کوچک و

بزرگی که به تعداد زیاد در آتشفشان لایه‌ای مساهیم و کالدرای آن نفوذ کرده‌اند.

#### ۴-۷- محدوده آتشفشانهای دو مدی به ویژه کالدرای دو مدی

در کالدرای آتشفشان لایه‌ای مساهیم که آنرا کالدرای آبدر می‌نامیم، تنوع به نسبت قابل ملاحظه‌ای در ترکیب شیمیایی سنگها ملاحظه می‌شود که آنرا از لحاظ دو مدی بودن (bimodality) مورد بررسی قرار می‌دهیم. نخست باید یاد آور شد که حالت دو مدی کلاستیک که در پترولوژی مطرح است یعنی همراهی بازالت و ریولیت در این آتشفشان وجود ندارد بلکه طبق شرح وظایف، هدف از این بررسی، نشان دادن امکان وجود دو دسته متمایز از لحاظ شیمی سنگ است.

برای این کار تعداد ۱۳ نمونه از فازهای ماگمایی مختلف این آتشفشان برداشت و برای آنالیز ارسال شد که خلاصه‌ای از نتایج در جدول ۴-۱ آورده شده است. همانطور که دیده می‌شود، این نمونه‌ها به دو دسته خروجی و نفوذی تعلق دارد. سنگهای خروجی (چند برش آتشفشانی و یک روانه گدازه) تنوع ترکیبی چندانی نشان نمی‌دهند و سیلیس آنها (۵ نمونه) تنها از ۵۹/۴۲ تا ۶۲/۸۰ درصد تعبیر می‌کند. انحراف معیار معادل ۱/۳۶ برای این جمعیت به راستی بیانگر وجود دو زیرگروه بسیار متمایز نیست. در حالی که در سنگهای نفوذی، دامنه تغییرات سیلیس از ۵۷/۴۸ تا ۶۶/۹۴ است و انحراف معیار برای این ۸ نمونه ۴/۴۱ درصد است. در ضمن، همانگونه که جدول ۴-۱ نشان می‌دهد، فاصله قابل توجهی در درصد سیلیس وجود دارد که دو دسته مختلف سنگهای نفوذی ساب ولکانیک یعنی میکرودیوریت‌های کالدرای و نفوذیهای کمی اسیدی‌تر خارج از آن را از هم جدا می‌کند. بنابراین حالت دو مدی در سنگهای آتشفشانی دیده نمی‌شود ولی در جمعیت سنگهای نفوذی، حالت دو مدی ضعیفی مشاهده می‌شود.

جدول ۴-۱- بررسی حالت دومدی در سنگهای آذرین آتشفشان لایه‌ای مساهیم و کالدرای آبدر

رده	شماره نمونه	نام سنگ	محل	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	شاخص‌های آماری گروه
سنگهای خروجی	AB <sub>۸</sub>	آندزیت پرفیری	دیواره شرقی کالدرا	۵۹/۴۲	۴/۷۶	۱/۷۷	n=۵
	AB <sub>۹</sub>	آندزیت پرفیری	دیواره شرقی کالدرا	۶۲/۳۰	۴/۱۴	۲/۵۳	X=۶۱/۴
	AB <sub>۱۱</sub>	آندزیت پرفیری	دیواره شرقی کالدرا	۶۲/۸۰	۴/۳۹	۲/۶۵	S=۱/۳۶
	MD <sub>۳۷</sub>	آندزیت پرفیری	پهلوی شمالی آتشفشان	۶۲/۳۷	۴/۸۰	۲/۲۹	
	PQ <sub>۲۳</sub>	آندزیت پرفیری	پهلوی شرقی آتشفشان	۶۰/۱۱	۴/۳۴	۲/۴۴	
سنگهای نفوذی در پهلوی آتشفشان	۹۳C <sub>۲۱R</sub>	داسیتوئید		۶۸/۴۱	۳/۴۵	۲/۶۸	n=۸
	۹۳C <sub>۶۰R</sub>	داسیتوئید		۶۶/۳۲	۳/۷۶	۱/۸۹	X=۶۳/۴۲
	MD <sub>۱۷</sub>	داسیتوئید	لانترکوه، پهلوی شمال غربی	۶۵/۴۱	۴/۱۳	۲/۷۱	S=۴/۴۱
	MD <sub>۲۸A</sub>	داسیتوئید		۶۶/۳۷	۳/۴۳	۲/۶۷	
	MD <sub>۲۸C</sub>	داسیتوئید		۶۶/۹۴	۴/۳۸	۱/۴۹	
در کالدرای آبدر	MD <sub>۱۸A</sub>	میکروسینو دیوریت		۵۶/۲۳	۴/۷۶	۲/۵۱	
	MD <sub>۲۰A</sub>	میکرودیوریت پرفیری		۶۰/۱۹	۲/۷۱	۲/۰۸	
	MD <sub>۲۴A</sub>	میکروسینو دیوریت		۵۷/۴۸	۳/۷۶	۱/۸۹	

در مورد بقایای ساختار کالدرا مانند شمال کهنوکرا به علت عدم تنوع سنگ‌شناسی و فقدان بیرون‌زدگی‌های خوب (ناشی از فرسایش زیاد و پوشیده بودن) بررسی سنگ‌شناسی تفصیلی انجام نشد.

#### ۴-۸- معرفی سیستم‌های باتولیتی، استوکی، استوکهای تونالیتی و دودکش‌های برشی

رخنمون توده‌های پلوتونیک در برکه شهر بابک از لحاظ وسعت به اندازه باتولیت نمی‌رسد ولی استوک گرانودیوریتی بزرگی در شرق میمند بیرون‌زدگی دارد که شرح آن در بخش ۴-۱-۳ آورده شد. بیرون‌زدگی‌های کوچکتری از سنگهای مشابه در ناحیه شمال استوک اصلی وجود دارد که به نظر می‌رسد در زیر با استوک اصلی پیوستگی داشته باشند. در غرب کانسار میدوک و در حاشیه جنوبی نهشته برش انفجاری میوسن بالایی که توصیف آن در بخش ۴-۴ آمد، در بریدگی‌های جاده خاکی قدیمی کمپ میدوک که اکنون مورد استفاده نیست، دودکشهای برشی در کمپلکس آتشفشانی رازک (اوسن) و دابکهای پرفیری میوسن نفوذ کرده است (تصویرهای صحرایی ۴-۲ و ۴-۳) ترکیب دودکشهای برشی داسیتی است (نمونه MD5a، پیوست‌های ۸۷). بیگانه سنگهای (Xenoliths) گوناگون در این دودکش‌ها پیدا می‌شود که بیشتر شامل سنگهای آتشفشانی و آذرآواری اوسن، قطعه سنگهای پلوتونیک دیوریتی (نمونه MD5b، پیوست‌های ۸۷) و انواعی از سنگهای دگران شده به همراه بیگانه بلورهای (Xenocrysts) متنوع شامل خرده‌های پیریت، کالکوپیریت، منیبتیت و کانپهای سیلیکات است.

#### ۴-۹- نسبت رخنمونهای سنگ درونی به بیرونی در کالدرها

توده‌های ساب و لکانیک میکرودیوریتی در نیمه شمالی کالدرای آبدر بیرون‌زدگی وسیعی دارند. بزرگترین بیرون‌زدگی با حالتی نیمه حلقوی (تا حدودی نعل اسبی) در مرکز کالدر (شمال امردوئیه) قرار دارد و مطالعات انجام شده برای این طرح نشان می‌دهد که این توده از چند فاز تشکیل شده است (تصویر صحرایی ۴-۹) توده‌های شمال‌تر، در نزدیکی دیواره شمالی کالدرای تزریق شده‌اند و خیلی کم عمق‌تر هستند بطوری که در بعضی نقاط روی سنگهای ولکانیکلاستیک کالدرای نیز قرار می‌گیرند. سطح کل بیرون‌زدگیهای توده‌های نفوذی در کالدرای آبدر بسیار بیشتر از آن است که یوگسلاوها در نقشه شهر بابک نشان داده‌اند.

ساختار کالدرها مانند شمال کهنوکرا به مقدار زیاد فرسایش یافته و در بسیاری جاها با واریزه پوشیده شده است. در نتیجه، تهیه نقشه رخنمونهای آذرین درونی در آن مستلزم کار خیلی بیشتری است.

۱۰-۴ - محدوده گسترش سیستمهای دگرگونی مجاورتی و تقسیم‌بندی آنها بر حسب نوع سنگ درونگیر گسترده‌ترین دگرگونی مجاورتی به هاله استوک‌گرانودیوریتی شرق برگه شهر بابک و اطراف بیرون‌زدگیهای اقماری آن مربوط است. در این هاله، سنگهای آتشفشانی و آذرآواری ائوسن به انواعی از متاولکانیکها و هورنفلسها تبدیل شده است. شدت دگرگونی در این سنگها از رخساره هورنبلند هورنفلس بالاتر نبوده است و گسترده‌ترین بیرون‌زدگی به سنگهای رخساره آلبیت - اپیدوت هورنفلس مربوط است. پیریت و به مقدار کمتر کالکوپیریت، پیرویت و منیتیت به طور پراکنده در سنگهای دگرگونی یافت می‌شود.

دگرگونی مجاورتی شدیدی در اطراف بیرون‌زدگی کوچک توده دیوریتی شمال کوه سارا (سراکوه) وجود دارد که در آن سنگهای آتشفشانی (اغلب آندزیت پرفیری) به متاولکانیکهای بسیار سختی تبدیل شده‌اند. این دگرگونی شدید به احتمال نشاندهنده گسترش بیشتر دیوریت در عمق کم است.

۱۱-۴ - سیستمهای تبخیری و تخریبی و آذرین قدیمی‌تر در اطراف توده‌های ساب و لکانیک و اطراف کالدرها

ویژگیهای سنگهای درونگیر توده‌های ساب و لکانیک برگه شهر بابک به طور عمده در سنگهای آتشفشانی قدیمی‌تر و با تقریباً هم سن نفوذ کرده‌اند. تنها توده نرکوه و توده‌های کوچک شمال آن در قسمتی از حاشیه خود سنگهای رسوبی تخریبی را قطع کرده‌اند. این ویژگی‌ها در جدول ۴-۲ خلاصه شده است.



جدول ۴-۲- نوع سنگهای درونگیر توده‌های نفوذی ساب ولکانیک در برگه شهر بابک

نوع سنگهای درونگیر			توده‌های نفوذی	
آشفشانی هم سن	آشفشانی قدیمی تر	رسوبی تخریبی	رسوبی تبخیری	ساب ولکانیک
+	-	-	-	آشفشان ناحیه‌ای مساهیم و کالدرای آبدر
-	+	واحد رسوبی تخریبی سرخ رنگ الیگومیوسن	-	نرکوه و شمال آن (شمال غرب کانسار سارا)
-	+	-	-	کوه سارا (شمال غرب کانسار سارا)
-	+	-	-	کانسار پرفیری میدوک
+	+	-	-	گنبد‌های کوچک غرب کانسار میدوک
+	-	-	-	کوه مندوار پائین
+	+	-	-	شمال و شمال شرق ریسه
+	+	-	-	پیشکوه (شمال شرق گلاب)

#### ۴-۱۲- توزیع دگرسانیه‌های گرمایی و نهشته‌های چشمه‌ای

نهشته‌های چشمه‌ای جوان در برگه شهر بابک گسترش قابل توجهی ندارد، تراورتن و آبرفت‌های سیمانی شده با آهک چشمه‌ای به مقدار محدود در برخی نقاط دیده می‌شود که گسترش آنها در نقشه توزیع دگرسانیه‌ها نشان داده شده است. همراهی تراورتن با هیدورکسیدهای آهن در شمال شرق و شرق برگه و همچنین در اطراف

لاتلا (شمال کانسار میدوک) مشاهده شده است. اما فعالیت سیستمهای ژئوترمال قدیمی به صورت دگرسانیهای گسترده در چند ناحیه وجود دارد که در اینجا به شرح آنها می‌پردازیم.

۴-۱۲-۱- کالدراي آبدر: دگرسانیهای گرمایی، ناحیه‌ای به وسعت حدود ۲۰ کیلومترمربع را در نیمه شمالی و شرق کالدراي آبدر فرا می‌گیرد. مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی وجود دو سیستم متمایز دگرسانی - کانی‌سازی به شرح زیر را مشخص می‌کند.

۴-۱۲-۱-۱- سیستم انتشاری (پرفیری): در بخش شمال مرکزی کالدرا، ناحیه دگرسان شده بیضی‌گونی با قطرهای حدود ۳ و ۵ کیلومتر و کشیدگی در جهت شرقی - غربی وجود دارد که در آن، واحد سنگی سازنده کف کالدرا (شامل برش آتشفشانی و توف خاکستری و گاهی متمایل به بنفش) و همچنین توده‌های نفوذی دیوریتی که آنها را قطع کرده‌اند، همگی دستخوش دگرسانیهای وسیعی شده‌اند (تصویر ۴-۹). علاوه بر دگرسانیهای هیپوزن که در ادامه توصیف خواهد شد، بخش بزرگی از این مجموعه دستخوش سفیدشدگی (Bleaching) ناشی از دگرسانی رسی سوپرزون شده‌اند (تصویر ۴-۹).

بررسی صحرائی دقیق و مطالعه میکروسکوپی مقاطع نازک صیقلی وجود دگرسانی پتاسیک در بخش شرقی این ناحیه بیضی شکل را محرز می‌سازد. در جنوب خط تقسیم آب حوضه‌های آبریز ریسه و آبدر، بریدگی جاده خاکی در گذار راویز، سنگهای دیوریتی (و ولکانیکلاستیک) دگرسان شده را به خوبی آشکار کرده است. در برخی از قسمتهای این بریدگی، رگچه‌های نازک کوارتز از هر دو نوع A و B که شاخص کانی‌سازی پرفیری است به خوبی توسعه یافته است. ایجاد فلدسپار قلیایی و بیوتیت گرمایی همراه با کوارتز و پیریت دلالت بر دگرسانی سیلیکات پتاسیم در این سنگها دارد. فلدسپار قلیایی ثانوی در جنوب غرب گذار راویز تا حدودی جانشین پلاژیوکلازها شده است ولی شدت آن به اطراف کمتر می‌شود. تبدیل‌شدگی بخشی و یا کامل فلدسپارها و بیوتیت به سرسیت در این سنگها نشاندهنده نقش بستن (overprinting) دگرسانی فیلیک بر روی دگرسانی پتاسیک است. همه این مجموعه به طرف خط‌الرأس توسط دایکهای دیوریتی جوانتر و بسیار کمتر دگرسان شده با سطح هوازدگی بسیار تیره رنگ قطع شده است (دایکهای پس از کانی‌سازی پرفیری).

درزهای شبکه‌ای به شکل Stockwork در برخی نقاط این بخش از کالدرا دیده می‌شود ولی کانی‌سازی

قابل توجه حداقل در سطح مشاهده نمی‌شود. کانه‌های فلزی همراه با بخش شرفی سیستم پرفیری کالدرای آبدر در سه نمونه سطحی از غرب گذار راویز و با شماره‌های (a, a1, b) 99MD27 عبارتند از منیبت و هماتیت. دگرسانی اصلی در این سنگها از نوع پتاسیک است. علاوه بر نمونه‌های سطحی یاد شده، از شش نمونه مغزه مربوطه به گمانه ABI که توسط شرکت ملی صنایع مس در پای گذار راویز و تا عمق حدود ۲۳۵ متر حفر شده است نیز مقاطع نازک صیقلی تهیه شد که شرح آنها در پیوست ۸ آمده است. سنگ درونگیر میکرودیوریت و دگرسانی غالب در آنها فیلیک است که بر دگرسانی قدیمی تر پتاسیک نقش بسته پیریت ریز بلور و خودشکل در این سنگها به صورت انتشاری و رگچه‌ای فراوان است. علاوه بر آن، کالکوپیریت و باطلا؟ نیز در عمق ۲۳۲ متر در زیر میکروسکپ قابل رویت است. در همه این نمونه‌ها دانه‌های ریز روتیل از دگرسانی بیوتیت به سریسیت پدید آمده است.

واحد ولکانیکلاستیک کف کالدرای و دایکهای میکرودیوریتی تزریق شده در آن در سایر جاهای زون دگرسانی بیضی شکل به طور عمده دستخوش دگرسانی‌های فیلیک و یا رسی است و پیریت انتشاری (گاهی همراه با ارسنوپیریت و کالکوپیریت نادر) در بیشتر جاها دیده می‌شود، مانند نمونه‌های (a, a1, θ) 99MD21 (پیوست ۸).

#### ۴-۱-۲-۲- زون‌های سیلیسی - آرزلیلی (ابی ترمال):

در طی مطالعات صحرائی، دگرسانی‌های سیلیسی و آرزلیلی پیشرفته به صورت زونهای نازک و بسیار دراز در نیمه شمال کالدرای آبدر شناسایی شد که از لحاظ کانی سازی فلزات قیمتی و عناصر وابسته می‌تواند از نوید بخش‌ترین کانی سازیها در ورقه شهر بابک باشد. این زونها به پهنای بسیار متغیر تا چند متر و به درازای تا ۱ کیلومتر (و گاهی بیشتر) در طول شکستگی‌ها و درزهای اصلی کالدرای (غالباً در راستای NW-SE) و نیز در طول دایکهای میکرودیوریتی تشکیل شده‌اند و شامل یک بخش مرکزی به شدت سیلیسی شده با ضخامت متفاوت از چند میلی متر تا دو متر و هاله یا غلاف آلونیتی نازک و رسی شده پهن تا چند متر هستند کانی رسی عمده طبق نتایج XRD کائولینیت است (پیوست ۳).

سیلیسی شدگی به صورت جانیشینی جزء به جزء در سنگهای قدیمی تر (نهشته‌های ولکانیکلاستیک کف

کالدرایا دایکهای میکرودیوریتی ایجاد شده به طوری که شجی از بافت برشی یا پرفیری سنگ اولیه محفوظ مانده است. مطالعه مقاطع نازک صبقلی نشان می دهد که سیلیس ابتدا به صورت ژل بوده و سپس مراحل تبلور به کلسدونی و کوارتز را طی کرده است (تصویرهای میکروسکپی ۴-۱ و ۴-۲).

پیریت دانه ریز (+ارسنوپیریت + کالکوپیریت + تتراندريت - تنانتیت) به صورت پراکنده و با توزیع ناهمگن همراه با سیلیس از سیال کانی ساز ته نشین شده است (پیوست ۸). این ته نشینی گاهی به صورت لایه های ظریف متعدد صورت گرفته است (نمونه 99MD20c, پیوست ۸). ویژگیهای یاد شده با دگرسانیها - کانی سازی - اپی ترمال از نوع اسید سولفات (سولفیدشدگی بالا) همخوانی دارد. این زونها به تعداد زیاد در اطراف بیجوئیته، بین بیجوئیته و دیواره شرقی کالدرایا، ناحیه شمال کمرسفید، شرق و جنوب شرق تایی (غرب کالدرایا) و بیدخون (شمال غرب کالدرایا) پیدا شده است. این زونها از لحاظ دگرسانیهای ذکر شده قبلی ویژگیهای مشترکی دارند ولی از نظر شدت سیلیسی شدگی، نوع سولفیدها، نوع رگه های کوارتز، و همراهی با دگرسانیهای دیگر تفاوتی دارند که در زیر مورد بحث قرار می گیرد.

در اغلب زونهای یاد شده، مجموعه کانی شناختی دیگری شامل کوارتز + باریت + ارسنوپیریت + گالن + اسفالریت + تتراندريت - تنانتیت بصورت پرکردگی فضاهای خالی، مجموعه یاد شده در پاراگراف پیشین را قطع می کند. مجموعه اخیر گاهی در شکاف مرکزی زونهای سیلیسی قبلی تشکیل شده است. در برخی از این رگه ها، مانند غرب بیجوئیته، استیبیت (و احتمالاً بیسموتینیت) با تمرکز زیاد ته نشین شده است (نمونه 99MD20b, تصویر میکروسکپی ۴-۴). کانیهای سوپرژن منگنز (مانند رومانکیت و کالکوفانیت) برنگ سیاه با مقادیر کم یا زیاد با این مجموعه ها پیدا می شود که از تخریب کانیهای منگنزدار هیپوزن (احتمالاً رودوکروزیت) حاصل شده اند (رومانکیت با میکروپروب الکترونی و کالکوفانیت بروش XRD مشخص شده است). کوارتز در این مجموعه ها اغلب درشت بلور است (در مقایسه با بخشهایی که سیلیسی شدگی آنها بطور مشخص از طریق جانشینی انجام شده). بلورهای درشت و خودشکل کوارتز بویژه در رگه های سیلیسی ناحیه شمال کمرسفید (نزدیک دیواره شمالی کالدرایا) بوفور دیده می شود و اندازه آنها به چند سانتیمتر هم می رسد. خصوصیات کانی شناختی فوق حاکی از آن است که این مجموعه های اخیر از کانی سازی اپی ترمال نوع آدولر - سرسیست

(سولفید شدگی پائین) حاصل شده باشد که در کالدرای آبدر روی کانی سازی اپی ترمال نوع اسید سولفات نقش بسته است. وجود کانیه‌های دگرسانی شامل سریسیت، اپلیت و آدولر که با XRD مشخص شده، موید این تعبیر است (پیوستهای ۳ و ۴).

مقدار طلا و نقره در نمونه‌های آنالیز شده از این زون‌ها همواره خیلی بالاتر از حد زمینه بوده و بیشترین مقدار بدست آمده برای آنها بترتیب ۱/۵ و ۱۳۸ گرم در تن بوده است. در مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک صیقلی بلورهای ریز مشکوک به طلا و کانیه‌های نقره دیده شده‌اند که برای اطمینان باید با میکروپروب الکترونی بررسی شوند.

از آنجا که کانی سازی (های) اپی ترمال فوق‌الذکر میکرودیوریت‌های تاخیری سیستم پرفیری کالدرای (توصیف شده در بخش ۴-۱۲-۱) را قطع می‌کنند، جوانتر از آن هستند. بنابراین سن این کانی سازی پلیوسن یا جوانتر است چونکه توده‌های نفوذی میکرودیوریتی واحد ولکانیکلاستیک کالدرای را قطع می‌کند و سن بیوتیت در برش آتشفشانی ضخیم در دیواره شرقی کالدرای بروش  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  معادل  $6/7 \pm 0.0$  میلیون سال (حدود مرز میوسن - پلیوسن) بدست آمده است.

#### ۴-۱۲-۲- دگرسانی در کالدرای شمال کهتوکرا (چاه فیروزه)

در شمال کهتوکرا در شرق جاده شهر بابک - انار، یک سیمای ژئومورفولوژیکی آمفی تئاتر مانند قرار دارد که تصور کرده‌ایم بقایای یک کالدرای فرسوده باشد (تصویر ۴-۶). دیواره این آمفی تئاتر در بالا از گدازه‌های بلوکی (آندزیت - داسیت هورنبلند و بیوتیت‌دار) درست شده و در زیر آن یک واحد ولکانیکلاستیک نرم با زمینه توفی قرار دارد که قطعات ریز و درشت سنگهای آتشفشانی در آن جای گرفته است. واحد فوق به طور دگرشیب روی سنگهای آتشفشانی ائوسن قرار دارند و مجموعه فوق توسط دایکهای میکروکوآرتزدیوریت پرفیری قطع می‌شود (تصویر ۴-۷). در محلی به نام چاه فیروزه که فقط چند صدمتر از جاده اصلی فاصله دارد، زونهای سیلیسی ضخیم با دایکهای میکروکوآرتزدیوریتی همراه است. کانیه‌های اکسیدی مس به ویژه کریزوکلا و گاهی مالاکیت و آزوریت در سنگهای سیلیسی شده فراوان است (تصویر ۴-۸). بقایای کانیه‌های سولفیدی مس مانند

کالکوپریت، بورنیت و کالکوسیت فقط در مقطع نازک صیقلی تشخیص داده می شود (نمونه 99MD12C، پیوست ۸).

در چندصدمتری شمال چاه فیروزه، شبکه درزها به صورت Stockwork در سطح وسیعی جلب نظر می کند. درزها از هیدروکسیدهای آهن پر شده اند و دگرسانی آرزلی سوپرژن سنگها را در همه جا متاثر کرده و دگرسانیهای قبلی را تا حد زیادی تخریب کرده است. دگرسانی پروپلیتی با کلریت و اپیدوت فراوان در فاصله دورتر از محیط Stockwork دیده می شود. نمونه های 99MD12e,f از این زون Stockwork برداشته شده اند. مقدار مس در این دو نمونه ۱ و ۷/۰ درصد، سرب ۱۱۵ و ۱۷۰، روی ۱۲۰ و ۴۰۰ و نقره ۱/۹ و بیش از ۳ پی پی ام بدست آمده است (پیوست ۴).

بر اساس مشاهدات صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی به نظر می رسد که یک کانسار مس پرفیری در شمال کالدرا و یک سیستم رگه ای مرتبط با آن در چاه فیروزه وجود دارد. شایان ذکر است که در گزارش متالوژی بوگسلاوها به وجود این کانسار اشاره ای نشده است.

#### ۴-۱۲-۳- دگرسانی در شمال کوه سارا

در دامنه های شمالی بخش شمالی کوه سارا (سراکوه) - که یک گنبد داسیت - آندزیتی دو قسمتی است - بیرون زدگی کوچکی از یک توده دیوریتی (به احتمال خیلی بزرگ در عمق) وجود دارد که واحد آتشفشانی ائوسن را قطع کرده است. دگرگونی مجاورتی شدید در سنگهای ائوسن با تبدیل آنها به هورنفلس های متاولکانیک در روی زمین کاملاً مشخص است. دابکهای از دیوریت و آپلیت های مربوط به آن در حاله دگرگونی نیز نفوذ کرده است. زونهای سیلیسی با آثار مالاکیت و هیدروکسیدهای آهن در توده دیوریتی و نیز محیط اطراف آن دیده می شود. سطح این زونهای سیلیسی در بعضی جاها با ضخامت قابل توجهی از هیدروکسیدهای آهن پوشیده شده است. در مقطع نازک صیقلی کانی های سولفیدی مانند پیریت، کالکوسیت، کولیت و بورنیت همراه با اکسیدهای فراوان شامل هماتیت، گوتیت و منیتیت دیده می شود (نمونه های 99MD8e,h) آنالیز شیمی دو نمونه (99MD8C1,C2) وجود ۱/۷ و ۲/۰ درصد مس را نشان می دهد (پیوست ۴).

در چندصد متری شمال این توده دیوریتی، رگه‌های کربنات - هیدروکسید آهن به فراوانی در سنگهای آذرآواری ائوسن تشکیل شده‌اند.

این زون دگرسانی و کاننی سازی برای اولین بار در این گزارش معرفی می‌شود.

#### ۴-۱۲-۴- دگرسانی در کانسار میدوک (لاچاه)

کانسار مس پرفیری میدوک در کوه لاچاه قرار دارد که یک برجستگی نعل اسبی شکل به قطر ۱/۲ کیلومتر، ارتفاع ۲۷۰۰ تا ۲۸۵۰ متر و بازشدگی به سمت شمال است (تصویر ۴-۱). همان گونه که در تصویر دیده می‌شود، دگرسانی پتاسیک محدوده کوچکی را در گودی میانی در بر می‌گیرد. برجستگی نعل اسبی بیشتر به علت سیلیسی شدگی شدید سنگها در ارتباط با زون دگرسانی فیلیک شکل گرفته است. زون دگرسانی پروپیلیتی با وسعت زیاد در بیرون برجستگی وجود دارد و محدوده گسترش آن از تصویر بیرون می‌رود. جزئیات دگرسانی‌های گرمابی در کانسار میدوک توسط حسن‌زاده (۱۹۹۳) به طور مفصل مورد مطالعه قرار گرفته است. وی بر اساس مطالعه بیش از ۸۰۰۰ متر مغزه از ۳۳ گمانه اکتشافی تا عمق حداکثر ۳۰۰ متر نتیجه گرفت که در محل گودی میانی یک توده نفوذی میکروکوآرتز دیوریت پرفیری مرکب از حداقل سه فاز نفوذی وجود دارد که گسترش افقی آن در عمق ۳۰۰ متری به شکل تقریباً دایره‌ای با قطر حدود ۳۰۰ متر است. این توده در جهت شمال - جنوب اندکی کشیدگی دارد. فاز نفوذی اولیه دارای رگچه‌های به هم فشرده کوآرتزی از نوعهای A و B و دستخوش دگرسانی پتاسیک شدید است که بر اثر آن، علاوه بر رگچه‌ها، متن سنگ نیز از فلدسپار پتاسیک و بیوتیت گرمابی (+ کوآرتز و ماده معدنی) اشباع شده است. دگرسانی آلپینی به صورت هاله‌های محدود در اطراف برخی از رگه‌های کوآرتز ایجاد شده و دگرسانی پتاسیک را قطع می‌کند.

در نسل بعدی دایکهای نفوذی، دگرسانی ضعیف‌تر است و کاننی سازی نیز چندان اهمیت ندارد. نسل آخر دایکهای میکروکوآرتز دیوریتی به کلی فاقد رگچه‌های کوآرتز است و خیلی تازه به نظر می‌رسد و در ارتباط با انبوه دایکهایی هستند که با روند چیره NNE در سراسر این منطقه از چاه مسی تا سارا و روگوشوئیه گسترش دارند.

در سنگهای آتشفشانی در برگیرنده توده نفوذی بیوتیت زایی (و نیز فلدسپار زایی) شدیدی صورت گرفته و این زون در عمق ۳۰۰ متری تا فاصله حداقل ۵۰ متر از توده نفوذی ادامه دارد و سپس ضعیف می شود. ماده معدنی همراه با دگرسانی پتاسیک شامل مجموعه زیر است: پیریت + کالکوپیریت ± بورنیت. مولیبدنیت بسیار نادر است ولی منیبتیت تقریباً همه جا با مجموعه سولفیدی مذکور همراه است. انیدریت که از کانیهای متداول این دگرسانی است، در مغزه های مربوط به حفاری قدیمی (احتمالاً در ابتدای دهه ۱۳۶۰) که حداکثر تا عمق ۳۰۰ متر نفوذ کرده بودند بسیار نادر است ولی در عمق های بیشتر مربوط به حفاری جدیدتر (ابتدای دهه ۱۳۷۰) بلورهای شفاف و صورتی رنگ انیدریت به فراوانی مشاهده می شود. فقدان این کانی در عمقهای کم به علت انحلال پذیری زیاد آن است.

دگرسانی فیلیک در بسیاری جاها به صورت خیلی خفیف بر دگرسانی پتاسیک اثر گذاشته است ولی در عمقهای ۱۰۰ تا ۲۵۰ متری گمانه های F و F6 در مرکز توده نفوذی باعث تبدیل شدگی کامل سنگها به مجموعه سرسیت + کوارتز + پیریت شده است. اثر دگرسانی فیلیک در خارج از توده نفوذی به علت مافیک بودن سنگهای آتشفشانی ائوسن سبب ایجاد کلریت فراوان همراه با سرسیت شده است.

زون دگرسانی پروپیلیتی تا شعاع ۴۰۰ متری از کوه لاجه گسترش دارد و با مجموعه اپیدوت، کلریت، پلاژیوکلاز، کلسیت، پیریت ± منیبتیت ± همانیت مشخص است. دایکهای میکرودیوریتی فراوان در این زون دیده می شود.

در بازوی غربی برجستگی نعل اسبی، دایکهای کاملاً متفاوتی از نوع اولیوین بازالتی نیز گزارش شده که بی ارتباط با کانی سازی در این کانسار است (حسن زاده، ۱۹۹۳). این سنگها شبیه بازالتهای پلیوسن - کواترنر ناحیه شهر بابک هستند. دایکهای بازالتی بافت بسیار دانه ریز و حفره ای دارند. گاهی تجمع حفره ها زیاد است و حالت سنگ پا پیدا می کند. در بسیاری از این حفره ها بلورهای استیلیت (نوعی ژئولیت) و نیز فیروزه تشکیل شده است. این سنگها در گمانه های E4 و F4 واقع در غرب کانسار دیده شدند و پیش از عملیات روبرداری در روی زمین نیز دیده می شدند. در محل اخیر شکاف ژرف و هولناکی وجود داشت که آثار باستانی کانه جویی (احتمالاً برای فیروزه) در آن مشاهده می شد. شایان ذکر است که اخیراً در حین عملیات روبرداری، آثار



باستانی از این محل بدست آمده است.

#### ۴-۱۲-۵- کانسار پرفیری میدوک و احتمال بالابودن عیار طلا در آن

کانسار میدوک نوعی مس پرفیری است و از لحاظ دگرسانی و کانی سازی ویژگیهای عمومی مشترکی با سایر کانسارهای مس پرفیری از جمله با کانسار سرچشمه دارد. لذا در این گزارش آن جهات مشترک را مورد بررسی تکراری قرار نمی دهیم.<sup>(۱)</sup> ولی تفاوت های عمده و حائز اهمیتی نیز با کانسار سرچشمه وجود دارد که پرداختن به آنها در اینجا ضروری است.

کانسار میدوک با توده های نفوذی کوارتز دپوریتی مرتبط است و از این جهت با کانسار سرچشمه که توده های نفوذی عامل کانی سازی در آن از نوع گرانودیوریت - کوارتز مونزونیت است فرق دارد. از مطالعه مفصل مغزه های میدوک چنین بر می آید که گونه های احیایی گوگرد در سیالهای کانی ساز به علت مافیک تر بودن سنگها در این سیستم (در مقایسه با سرچشمه) نتوانسته اند همه آهن را به سولفید تبدیل کنند و در نتیجه در کانسار میدوک مقدار قابل توجهی از آهن موجود در این سیستم به صورت اکسید (منیتیت) در ماده معدنی نهشته شده است. در حالی که در کانسار سرچشمه چنین نیست و ماده معدنی فقط از کانیهای سولفید است. به همین دلیل، همان طور که انتظار می رود این دو کانسار از لحاظ مغناطیسی باید متفاوت باشند و در حقیقت داده های مغناطیس هوایی نیز این را به خوبی تایید می کند به این صورت که تخریب منیتیت در سرچشمه بسیار شدیدتر و گسترده تر است تا در میدوک.

نکته قابل توجه از لحاظ اقتصادی این است که در کانسارهای مس پرفیری منیتیت دار، معمولاً طلای بیشتری در مقایسه با انواع فاقد منیتیت یافت می شود. میانگین طلا در ماده معدنی هیپوزن کانسار سرچشمه

---

\* جالب اینجاست که سن کانسارهای مس پرفیری سرچشمه و میدوک نیز بسیار نزدیک هم است. حسن زاده (۱۹۹۳) با استفاده از روش  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  سن نمونه بیوتیت از دگرسانی پتاسیک و ۱۵ نمونه سریسیت مربوط به دگرسانی فیلیک در میدوک را به ترتیب ۱۱/۱+۰/۱ و ۱۱/۱+۰/۲ میلیون سال به دست آورده است. سن بیوتیت در دگرسانی پتاسیک مربوط به کانسار سرچشمه ۱۱/۱+۰/۶ میلیون سال بدست آمده است (گزارش سلکشن تراست). در ضمن، نسبت ایزوتوپی  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  اولیه در سنگهای نفوذی سرچشمه ۰/۷۰۴۷ (شهاب پور، ۱۹۸۲) و در میدوک ۰/۷۰۴۵۵ (حسن زاده، ۱۹۹۳) است.

۱/۰ گرم در تن (گزارش سلکشن تراست) و در مغزه‌های آنالیز شده میدوک که تعداد آنها زیاد هم نیست ۰/۲ گرم در تن گزارش شده است (داده‌های منتشر نشده شرکت ملی صنایع مس درباره کانسار میدوک). طبق این تحلیل، بنابراین دور از انتظار نیست که طلا بعنوان محصول فرعی ولی مهم معدن میدوک درآید. در ضمن، بی‌هنجاریهای طلا در اطراف میدوک، به ویژه در شمال شمال شرق آن می‌تواند ناشی از همین منبع باشد (بی‌هنجاری ژئوشیمیایی ۱۸).

#### ۴-۱۲-۶- کانسار رگه‌ای چاه مسی

چاه مسی یک سیستم رگه‌ای چند فلزی (پلی متال) است که در ۳ کیلومتری جنوب جنوب غرب کانسار مس پرفیری میدوک قرار دارد. سنگهای درونگیر عبارت است از مجموعه آتشفشانی - ولکانیکلاستیک مربوط به کمپلکس رازک که توسط توده‌های نفوذی کوچک و اغلب دایک مانند با ترکیب عمدتاً کوارتز دیوریتی قطع می‌شوند.

دگرسانی پروپلیتی در همه این سنگها گسترش زیادی دارد و دگرسانی سریستی به خصوص در اطراف زونهای سیلیسی شده و رگه‌های کوارتز فراوانی که در این کانسار دیده می‌شود، توسعه یافته است. ماده معدنی با زونهای سیلیسی و رگه‌های کوارتز همراه است و طبق گزارش یوگسلاوها (Yu/53) اغلب شامل پیریت، کالکوپیریت و به مقدار کمتر در بعضی جاها گالن، اسفالریت، تتراهدريت، انارژیت، لوزونیت، مارکاسیت و طلا است. مقدار نقره از ۱۰ تا ۱۵۰ و طلا تا ۷ گرم در تن گزارش شده است.

از ارتباط کانی سازی با دایکهای میکروکوارتز دیوریتی که شباهت به توده‌های نفوذی عامل کانی سازی در کانسار میدوک دارند و نزدیکی به آن کانسار، چنین بر می‌آید که کانسار رگه‌ای چاه مسی را می‌توان یک سیستم مزوترمال تا اپی ترمال اقماری برای کانسار مس پرفیری میدوک در نظر گرفت. سرچشمه بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی ۲۳ و بخش جنوبی ۲۲ همین منبع کانی سازی است.

در کانسار سارا، حدود ۳ کیلومتری شمال غرب کانسار میدوک، دگرسانیهای ضعیف ولی گسترده از نوع پروپیلیتی و سربستی در سطح زمین دیده می‌شود. توده‌های میکرودیوریت پرفیری و میکروکوارتز دیوریت پرفیری در این جا درون روانه‌های گدازه و نهشته‌های ولکانیکلاستیک ائوسن نفوذ کرده و کانی سازی پیریت + کالکوپیریت هم به صورت رگچه‌ای و هم به صورت انتشاری صورت گرفته است. همزمان با حفاری قدیمی در میدوک، چند گمانه توسط شرکت ملی صنایع مس در زون غنی از سولفید این کانسار تا عمق حداکثر ۳۰۰ متر حفر شده ولی در آنها به هیچ دگرسانی پتاسیک یا سدیک قابل توجه برخورد نشده است. دگرسانی عمده در این مغزه‌ها از نوع پروپیلیتی است و زونهای نازک دگرسانی فیلیک شدید نیز آنرا قطع می‌کنند رگچه‌های کوارتز خیلی فراوان نیست. در این کانسار به زون غنی شدگی سوپرژن برخورد نشده است.

بر اساس نزدیکی به کانسار میدوک و شباهتهای سنگ شناختی کلی با آن، تصور شده است که این دو کانسار حاصل سیستمهای گرمایی مشابه باشند. ولی سن یابی به روش Ar-Ar نشان می‌دهد که کانسار سارا حدود ۲ میلیون سال از میدوک قدیمی تر است (حسن زاده ۱۹۹۳).

#### ۴-۱۲-۷-۱- کانی سازی اپی ترمال در سارا

در مغزه‌های کانسار سارا، رگه‌های پلی متالیک نازکی وجود دارد که سطح زمین دیده نشده و در گزارش یوگسلاوها نیز به آن اشاره‌ای نشده است (حسن زاده ۱۹۹۳). این رگه‌ها در اصل از کوارتز + پیریت همراه با اسفالریت و گالن تشکیل شده‌اند. در برخی نقاط تراهدریت - تنانتیت جانشین پیریت شده است. رگه‌ها اغلب به شدت برشی شده و سپس سیمان سیدریتی خرده‌های ماده معدنی را به هم چسبانده است. بلورهای درشت سیدریت ساختار زونی دارد و میکروپروب الکترونی نشان می‌دهد که Mn و Ca در سیدریت زیاد و Mg کم است. این رگه‌ها حدود ۵/۰ پی پی ام طلا دارند (حسن زاده ۱۹۹۳). رگه‌های مرکب از باریت + اسفالریت که آنها نیز برشی شده‌اند، رگه‌های قبلی را قطع می‌کنند.

#### ۴-۱۲-۸- دگرسانی در غرب کانسار میدوک

همان‌گونه که در بخش ۴-۵ توضیح داده شد، در WNW کانسار میدوک نهشته‌های برش انفجاری میوسن میانی - پایانی با گسترش زیاد به طور دگرشیب روی کمپلکس آتشفشانی ائوسن قرار گرفته‌اند. این نهشته‌ها هم دارای خرده کانیها و خرده سنگهای دگرسانی هستند. که دلالت بر وجود کانی سازی مس پرفیری در سنگ کف آن دارند و هم این که در بعضی جاها کلاً دستخوش دگرسانی گرمایی جدید شده‌اند. در شمال دکل مخا براتی، سنگها در سطح زمین به شدت آرزلیلی هستند و درزهای آنها به هیدروکسیدهای آهن آغشته است. باید توجه داشت که گستردگی بسیار زیاد این نهشته‌ها - در کنار وجود مراکز کانی سازی شناخته شده میدوک، سارا و چاه مسی از عوامل بروز بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی متنوع و وسیع در این ناحیه است.

#### ۴-۱۳- یافته‌های زمین شناختی جدید در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک

در بررسیهای صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی ناحیه شهر بابک نکات جدیدی یافت شد که آنها را جهت اصلاح و تکمیل چاپ بعدی برگه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ در اینجا می‌آوریم.

#### ۱- آتشفشان لایه‌ای مساهیم و کالداری آبدر:

توده‌های نفوذی خیلی کم عمق و گنبد‌های آتشفشانی در کالدرای آبدر بسیار فراوانتر از آن است که قبلاً در نقشه‌ها نشان داده شده است. بزرگترین آنها به صورت یک توده تقریباً نعل اسبی شکل از میکرودیوریت پرفیری است که از مرکز کالدرا به سمت شمال کشیده شده است. قطر بزرگ آن به ۴ کیلومتر می‌رسد و در راستای NE-SW قرار دارد و قطر کوچک آن حدود ۲ کیلومتر است. نحوه توزیع این توده‌ها در نقشه سنگ‌شناسی پیوست نشان داده شده است.

دگرسانی گرمایی گسترده در کالدرا از دو نوع مختلف هستند. نوع اول، دگرسانیهای مرتبط با توده‌های نفوذی خیلی کم عمق و از نوع پرفیری با کانی سازی پیریت انتشاری و فقیر از مس در سراسر نیمه شمالی کالدراست که دگرسانیهای پتاسیک و فیلیک نیز به طور وسیع مشاهده می‌شود. دگرسانیهای نوع دوم سیلیسی - رسی و از نوع

اپی ترمال و جوانتر از سیستم پرفیری است. هر دو نوع کانی سازی از لحاظ فلزات قیمتی و عناصر وابسته امیدوار کننده به نظر می آیند.

#### ۲- کانی سازی مس در شمال کهتوگرا (حاشیه غربی نقشه)

در یک سیمای زمین ریختشناختی کالدررا مانند در شرق جاده شهر بابک - انار دو نوع متمایز دگرسانی - کانی سازی پرفیری و رگه ای اپی ترمال با آثار مس دیده می شود. گسترش دگرسانی و کانی سازی در روی زمین به حدی است که اکتشاف بیشتر در آن ضروری است. در این محل واحدی که در نقشه شهر بابک با Ngc معرفی شده، آتشفشانی است.

#### ۳- دیوریت در دامنه های شمالی سراکوه

در شمال کوه سارا (سراکوه) توده ای از سنگهای دیوریتی با بافت غیر پرفیری و رگه های آپلیتی که آنرا قطع می کنند بیرون زدگی دارد و دگرگونی مجاورتی قابل توجهی در سنگهای آتشفشانی ائوسن بر جای نهاده است. زونهای سیلیسی - رسی متعدد با آثار کانی سازی مس در این توده تشکیل شده است که تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته اند.

#### ۴- دگرسانی در اطراف روگوشویه

دگرسانی گرمابی در سنگهای آتشفشانی ائوسن در جنوب غرب روگوشویه گسترش قابل توجهی دارد و رگه های ضخیم کربنات + هیدروکسیدهای آهن به فراوانی دیده می شود.

#### ۵- دودکشهای برشی

در غرب کانسار میدوک دودکشهای برشی در برش انفجاری، دایکهای میکروکوآرتز دیوریت پرفیری و سنگهای آتشفشانی ائوسن نفوذ کرده و آثاری از کانی سازی در سنگ کف را به روی زمین آورده است. برش

انفجاری گسترش بسیار زیادی دارد ولی دودکشهای برشی آنقدر بزرگ نیستند که در نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ قابل نمایش باشند. هر دو واحد انفجاری از لحاظ مطالعه نوع کانی سازی در سنگ کف این ناحیه اهمیت دارند.

#### ۶- توده میلونیتی ترشکوه

ترشکوه بلندی منفرد و شاخصی در غرب گسل دهنو است که قبلاً به صورت توده نفوذی ساب و لکانیک همانند نرکوه معرفی شده بود ولی در این بررسی مشخص شد که از سنگهای کاناکلاستیک و شبیه میلونیت ساخته شده است. این یافته، اهمیت گسل دهنو به عنوان یک عنصر زمینساختی بزرگ در این ناحیه را نشان می دهد.

#### ۷- توده های نفوذی سطحی در آتشفشانی لایه ای کوه مساهیم

دملهای آتشفشانی زیادی در پهلوهای آتشفشانی مساهیم و کالدرا ی آیدر وجود دارد که اغلب آنها قبلاً به صورت گدازه آندزیتی معرفی شده بودند. در این بررسی مشخص شد که بسیاری از آنها صرفاً روانه گدازه نیستند بلکه به شکل قارچ یا دمل هستند و از میان سنگهای آتشفشانی قدیمی تر سر برآورده اند.

#### ۸- بیرون زدگیهای پلوتونیک در شرق آتشفشان مساهیم

در این بررسی مشخص شد که بیرون زدگی های متعددی از استوک گرانو دیوریت - کوارتز مونزونیت گلاب - پاقله در دره های شرقی آتشفشان مساهیم وجود دارد که قبلاً در نقشه زمین شناسی نشان داده نشده بودند. در ضمن دگرگونی مجاورتی وسیعی در اطراف این توده ها دیده می شود و نشان دهنده گسترش توده پلوتونیک در زیر این ناحیه در عمق کم است.

#### ۹- گستردهای بیشتر نهشته های ولکانیکلاستیک کوه مساهیم در شرق کالدرا

گسترش نهشته های آذرآواری مربوط به آتشفشان مساهیم در شرق کالدرا بیشتر از آن است که در نقشه

یوگسلاوها نشان داده شده است. ضخامت کمی از این مواد در بین سرداب و مشکوئیه بر روی واحد آتشفشانی ائوسن قرار دارد به نحوی که بلوک آتشفشانی جنوب ریه در واقع جدا نیافتاده بلکه با پیکره اصلی آتشفشان مساهیم پیوستگی دارد.

#### ۱۰- اصلاح ترکیب و سن کمپلکس آتشفشانی هزار

کمپلکس هزار در افق‌های متعدد از سنگهای آتشفشانی اشباع نشده و دارای فلدسپاتوئید تشکیل شده است. نفلین در فنولیت‌ها و آنالسیم (بجای لوسیت اولیه) در تفریت‌ها بسیار فراوان دیده می‌شوند. در ضمن سن این واحد ائوسن نیست و الیگوسن است.

#### ۱۱- گستردگی بیشتر اولیون بازالت

اولیون بازالت جوان (پلیوسن تا کواترنر) در برکه شهر بابک گستردگی خیلی بیشتری از آنچه که در نقشه یوگسلاوها نشان داده شده، دارند. پاره‌ای از موارد که در بررسی صحرائی دیده شد عبارتند از: روانه‌های وسیع اولیون بازالت بر روی آبرفتهای کواترنر و سنگهای قدیمی تر در حدود ۵ کیلومتری شمال غرب خرسند (شمال غرب شهر بابک). قبلاً این روانه‌ها به اشتباه با نشانه‌های Etab و Ngc نشان داده شده بودند. روانه‌های اولیون بازالت در شرق فتح‌آباد نیز بالای یک تپه بزرگ و تخت (mesa) وجود دارد که در نقشه یوگسلاوها نشان داده نشده است.

#### ۱۲- نفلینیت در غرب گری پائین

روانه‌های الترامافیک قلیایی از نوع نفلینیت و لوسیتیت در بالای یک تپه بزرگ به نام قلعه سمیرو در غرب گری پائین و شرق گسل دهنو بر روی سنگ آهک ائوسن و نهشته‌های آبرفتی قدیمی قرار دارد. این روانه‌ها در نقشه یوگسلاوها معرفی نشده‌اند.

### ۱۳- گستردگی کمتر توده‌های نفوذی در کانسارهای میدوک و سارا

در نقشه یوگسلاوها، توده‌های ساب و لکانیک بزرگی با علامت dc-a در کانسارهای میدوک و سارا نشان داده شده که بررسیهای صحرائی مرید چنان گسترشهایی نیست. در هر دو محل، توده‌های نفوذی خیلی کوچک و اغلب به صورت دایک است (میکروکوآرتزدیوریت پرفیری یا داسیت پرفیری). به نظر می‌رسد که علت اشتباه یوگسلاوها، گستردگی دگرسانیهای گرمایی در این کانسارها باشد که تفکیک سنگهای نفوذی را از سنگهای آتشفشانی پرفیری ائوسن دشوار می‌سازد.

### ۱۴- اصلاح و تکمیل نام آبادیها و ارتفاعات

بدیهی است که اضافه کردن نام درست محلها به نقشه، استفاده آنرا آسانتر می‌کند. در نقشه زمین‌شناسی شهر بابک نام برخی محلها اشتباه و یا جایجا نوشته شده است، مثالهایی از این دست با ذکر نام درست در پرانتز به شرح زیر است: مرج (کیشه)، لانا (کم سفید)، امردوئییه (رزگله)، گلاب (گلاب)، گرم (گرم)، بیدو (دریدو). اضافه کردن نام برخی آبادیهای عمده مانند سرتخت، گری، پافلعه، سرخان، تنگاله، بادامستان، و بسیاری دیگر ضروری است. نام کوه سارا حدود ۴/۵ کیلومتری جنوب آن نوشته شده است. نامهای مساهیم و مزاحم در محل برای هیچکس شناخته شده نیست و به نظر می‌رسد که تلفظ نادرست «محمد سلیمانی» باشند. /ب ۶۰



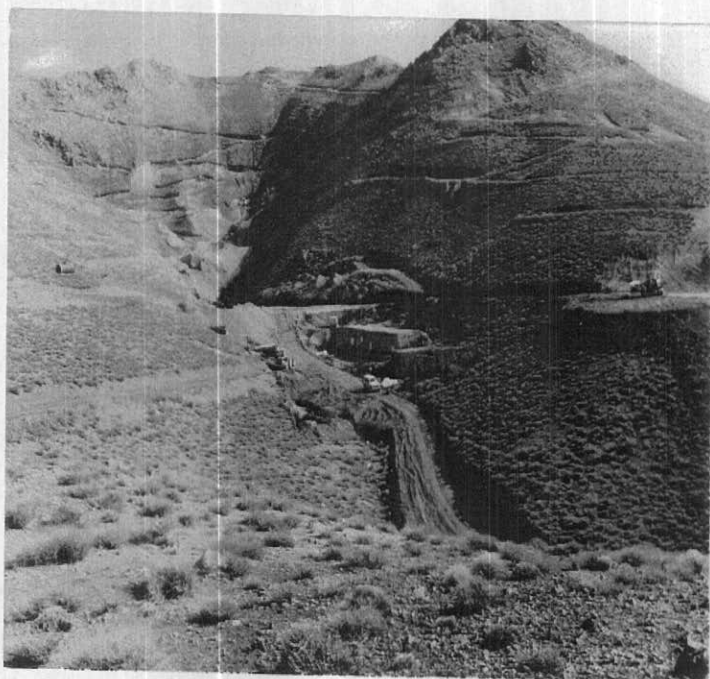
- 1- Dimitrijevic, M.D., 1973, Geology of Kerman region. Geol. Survey of Iran, Report Yu/52, 334P.
- 2- Geol. Survey of Iran, 1973, Exploration for ore deposits in Kerman Region, Report Yu/53, 247P.
- 3- Hassanzadeh, J., 1993, Metallogenic and tectonomagmatic events in the SE sector of the Cenozoic active continental margin of central Iran (Shahr-e-Babak area, Kerman Province). Ph.D. dissertation, University of California, Los Angeles, USA, 204P.
- 4- Selection Trust Limited, 1970, Feasibility report for the Sarcheshmeh Project of Kerman Copper Industries, Vol.4: Geology and ore reserves, 120P.
- 5- Shahabpour, J., 1982, Aspects of alteration and mineralization at the Sarcheshmeh copper - molybdenum deposit, Kerman, Iran. Ph.D. thesis, University of Leeds, England, 342P.
- 6- Srdic, A., Djordjevic, M. and Dimitrijevic, M.N., 1971, Geological map of Shahr-e-Babak (30 sheet no. 7050, Scale : 1/100/000), Geol. Survey of Iran.

## پیوست‌ها

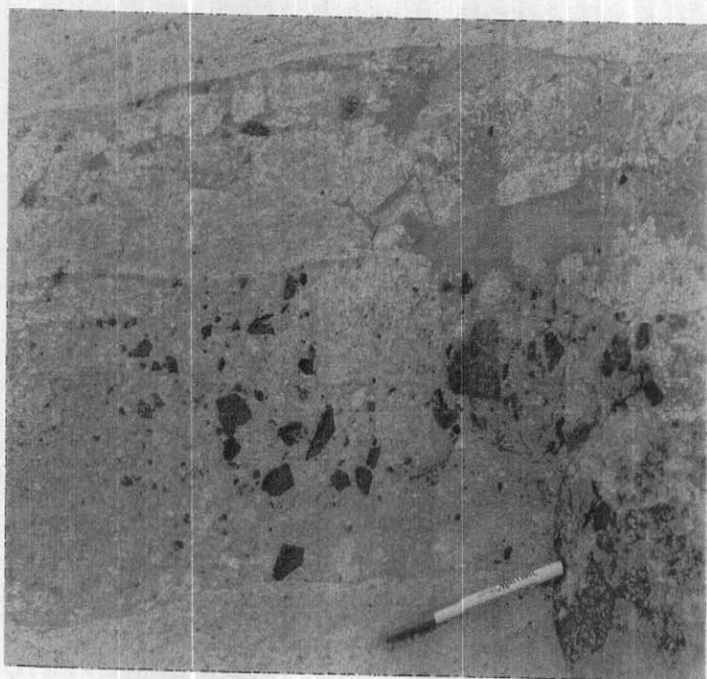
- ۱- تصویرهای صحرایی
- ۲- تصویرهای میکروسکوپی
- ۳- نتایج آنالیز XRD
- ۴- نتایج آنالیز عناصر برگزیده در کل سنگ
- ۵- نتایج آنالیز کل سنگهای آذرین برای عناصر اصلی و کمیاب به روش XRF
- ۶- نمودار  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  در برابر  $\text{SiO}_2$  برای سنگهای آذرین و نمودار عنکبوتی برای نمایش نحوه توزیع عناصر کمیاب در سنگهای آذرین
- ۷- توصیف میکروسکوپی مقاطع نازک سنگها با استفاده از نور عبوری همراه با نتایج محاسبه نرم CIPW
- ۸- توصیف میکروسکوپی مقاطع نازک صیقلی مواد معدنی با استفاده از نور منعکس و عبوری

## پیوست ۱- تصویرهای صحرائی

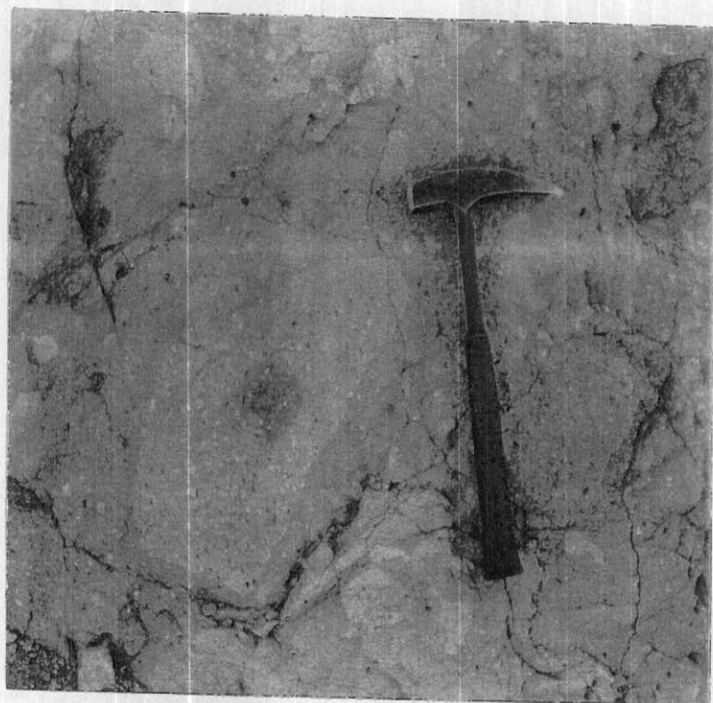
پیوست ۱- تصویرهای صحرائی



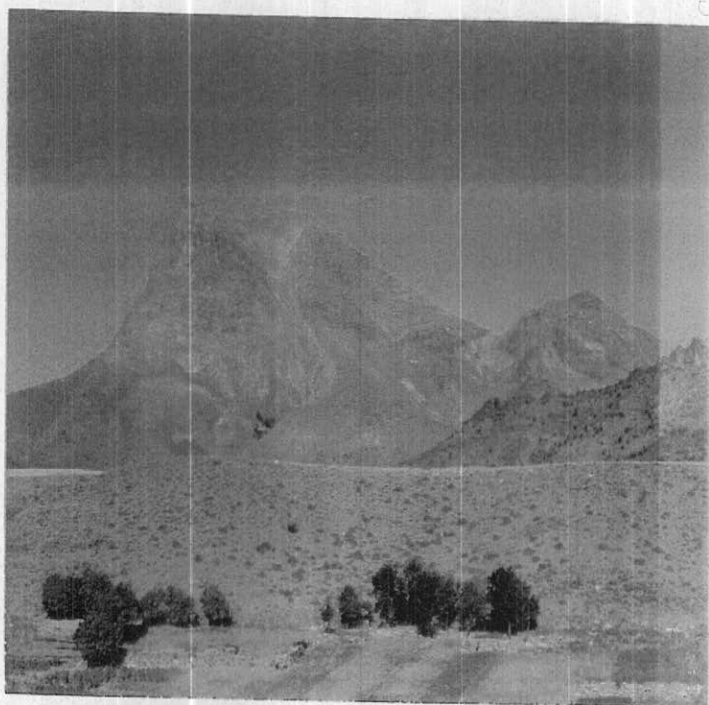
تصویر ۱-۴- منظره کانسار میدوک (کوه لاجه) از شمال در سال ۱۳۷۱ و قبل از شروع عملیات روبرداری. قسمتی از راههای دستیابی برای حفر ۳۳ حلقه گمانه اکتشافی که حدود ۱۵ سال جلوتر ایجاد شده بود، در تصویر دیده می شود. توده نفوذی عامل کانی سازی به دلیل دگرسانی پتاسیک شدید و درزهای شبکه ای بهم فشرد، دستخوش هوازدگی و فرسایش بیشتری بوده و در نتیجه گودی میانی پدید آمده است. برجستگی نعل اسبی شکل که دورتادور گودی میانی را گرفته، از سنگهای آتشفشانی و گاهی نفوذی سیلیسی شده است. برای توضیح بیشتر به متن مراجعه شود.



تصویر ۴-۲- دودکش برشی (breccia pipe) در غرب کانسار میدوک، پدیدگی کنار جاده خاکی قدیمی به کمپ میدوک. ترکیب ماگما داسیتی بوده و قطعه سنگهای بیگانه شامل سنگهای آتشفشانی ائوسن (به رنگ خیلی تیره) و سنگهای دگرسان شده است.

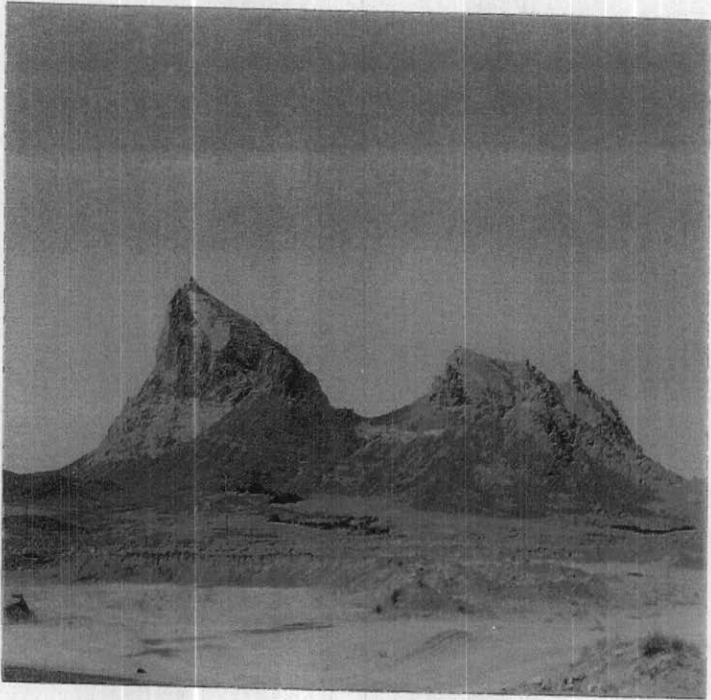


تصویر ۲-۳- دودکش برشی (breccia pipe) در غرب کانسار میدوک، بریدگی کنار جاده خاکی قدیمی به کمپ میدوک که اکنون متروک است. قطعه‌های زاویه‌دار داسیت - آندزیت پرفیری در زمینه‌ای از همان جنس، همراه با خرده‌سنگیهای تیره رنگ که از واحد آتشفشانی ائوسن است. در زمینه، خرده‌های پیریت، کالکوپیریت، منیتیت و هماتیت بصورت بیگانه بلور پیدا می‌شود.

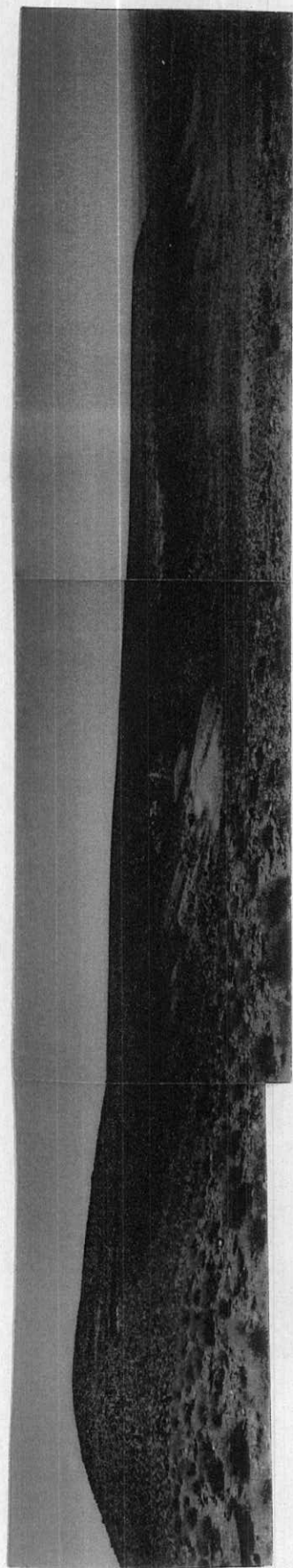


تصویر ۴-۴- توده نفوذی خیلی کم عمق سارا (احتمالاً Flow dome) در غرب سرتخت. توده از جنس داسیت -  
آندزیت است و در واحد آتشفشانی الوسن نفوذ کرده و در بالا مانند قارچ باز شده است. نگاه به غرب از قدمگاه کم سفید.





تصویر ۴-۵- توده نفوذی کم عمق نرگوه (داسیت - آندزیت پرفیری) که در لایه‌های سرخ قاره‌ای الیگوسین نفوذ کرده است. نگاه از جاده شهر بابک - انار به جنوب شرقی



تصویر ۴-۶- پانورامای جنوب و شرق آمل، تاتار چاه فیروزه در شمال کهنوگرا. این ساختار به احتمال یک کالدرای فرسوده است. روی خطالرأس یا قطعات یک آندزیت پرفیری پوشانده و زیر آن نهشته‌های ولکانیک‌لاستیک (شبه برش آتشفشانی) با زمینه توفی نرم قرار دارد. دایکهای آندزیت - داسیت پرفیری سیلیسی شده با آثار کانی سازی مس در کف آملی تاتار بیرون زده و در آن ترانشه حفر شده است. کانی‌های اکسیدی مس شامل کریزوکل و مالاکیت در این محل با کوارتز به فراوانی دیده می‌شود.



تصویر ۴-۷- منظره بخش شمالی آمفی تئاتر چاه فیروزه (شمال کهنوکرا). بیرون زده گیهای ناپیوسته یک دایک میکروکوآرتز دپوریت پرفیری در رصط تصویر دیده می شود و تا خط الرأس مقابل ادامه دارد. این دایک در بعضی جاها به شدت سیلیسی شده و جابوی کانی سازی مس است.



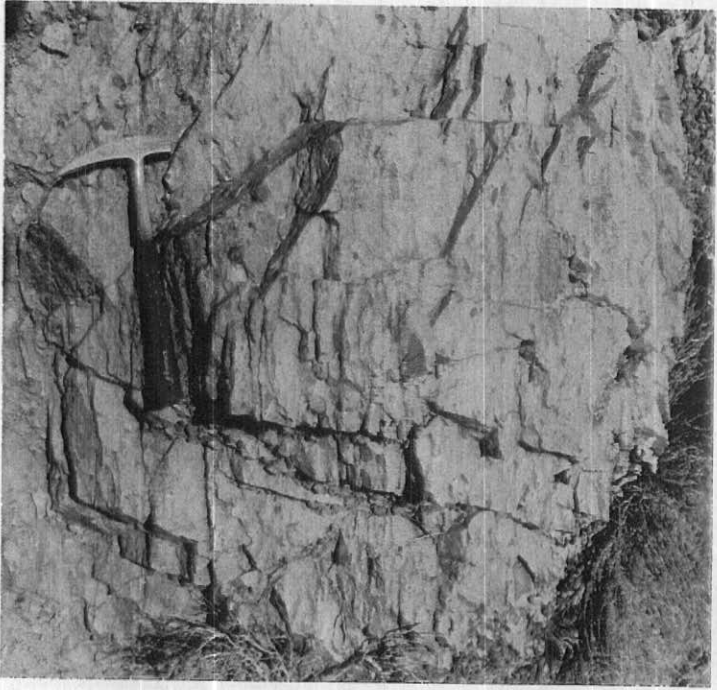
تصویر ۴-۸- کانپهای اکسیدی مس در دایک سیلیسی شده در چاه فیروزه



تصویر ۴-۹- دگرسانی گسترده (رنگ خاکي روشن) در کالدرای آیدر. تصویر از برجستگی میانی کالدرا که یک توده میکرودیوریتی پس از کانی سازی پرفیری است گرفته شده و نگاه کلی به سمت جنوب شرق و جنوب است. بخشی از دیواره کالدرا در خط الرأس دور دیده می شود. جاده خاکی آیدر به راویز در سمت چپ قرار دارد. رنگ روشن سنگهای بخش میانی بیشتر به خاطر سفیدشدگی ناشی لیچینگ سنگها با اسید سولفوریک حاصل از اکسید شدگی پیریت است که در آنها به فراوانی وجود داشته است.



تصویر ۴-۱۰ - بخش غربی توده میلونیتی ترشکوه، نگاه به شمال. همان گونه که دیده می شود فولیاسیون سنگها به سمت غرب شیب دارد. خردشدگی سنگها به سمت غرب کاهش یافته و سنگهای آتشفشانی اثر من با بافت پرفیری عادی در بخش تیره رنگ مشاهده می شوند.

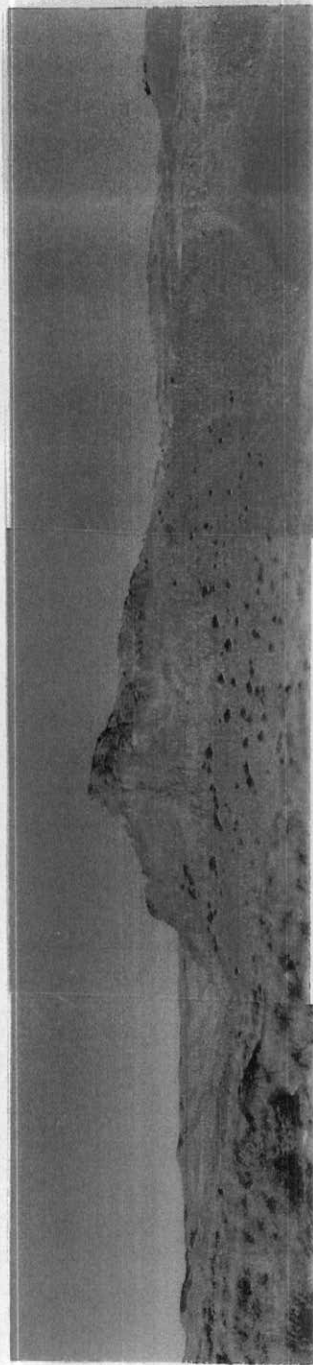


تصویر ۴-۱۱- فولیاسیون در سنگهای کاناکلاستیک در غرب ماسیف ترشکوه. خرده سنگهای آتشفشانی زاویه‌دار آثاری از بافت اولیه سنگ را که یک نهشته ولکانیکلاستیک بوده نشان می‌دهد.

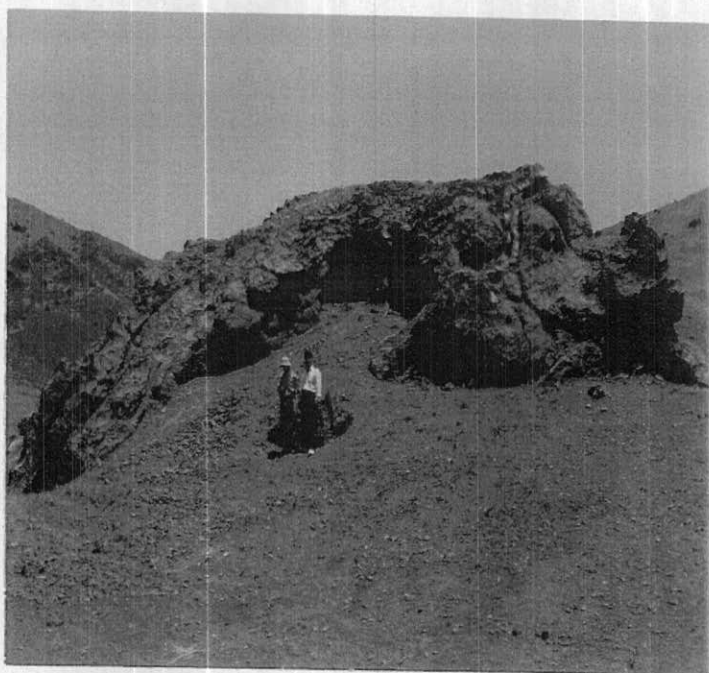


تصویر ۴-۱۲- تغییر شکل سنگهای ولکانیکلاستیک در بخش شرقی ماسیف ترشکوه. همان گونه که دیده می شود  
.....  
فولیاسیون در برخی نقاط دستخوش پیچش است. بافت کاناکلاستیک سنگها بر اثر تبلور دوباره بسیار سخت شده است.



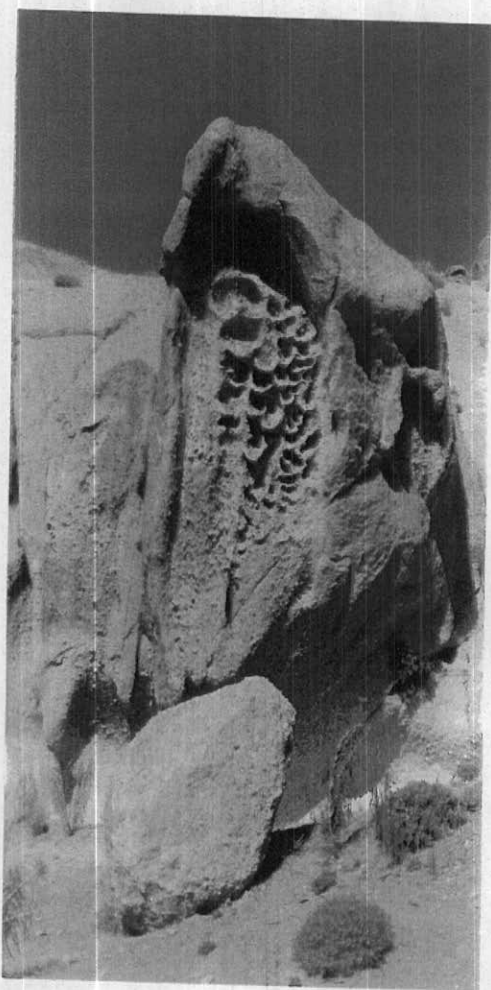


تصویر ۴-۱۳- گنبد آندزینی لائیرکوه در پهلوی شمال غریب آتشفشان لایه‌ای مساهیم (بین بادامستان بالا و بادامستان پایین). سنگ درونگیر، نهشته‌های و لکان‌کلاستیک میوسن پایانی - پلیوسن است که با لایه‌بندی خوب در اطراف توده نفوذی دیده می‌شود (نگاه به NNE). این توده در نقشه یوگسلاوها نشان داده نشده است.



تصویر ۴-۱۴- رگه‌های کرینات کلسیم (تراورتن) و هیدروکسیدهای آهن در شکستگی‌های سنگهای آتشفشانی ائوسن

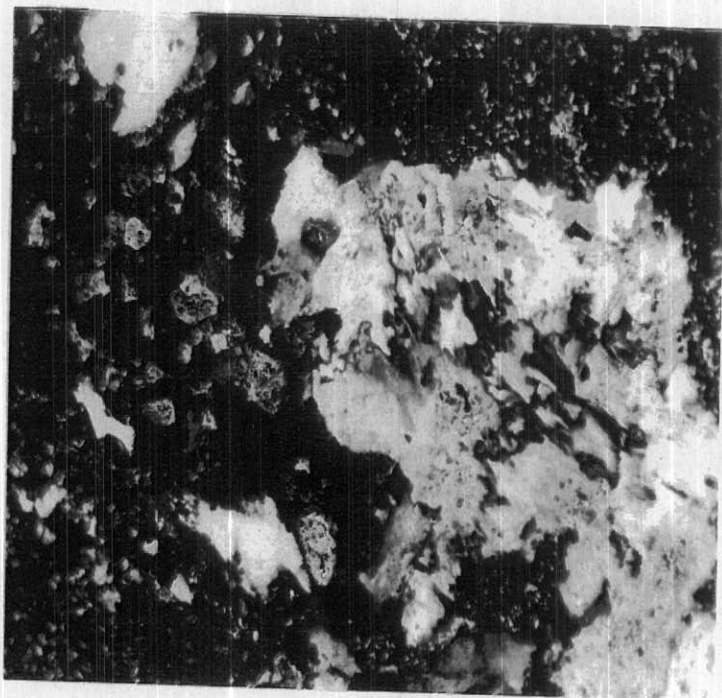
در گوشه شمال شرقی برکه شهر بابک (نزدیکی زون همبری با فلیشهای ائوسن)



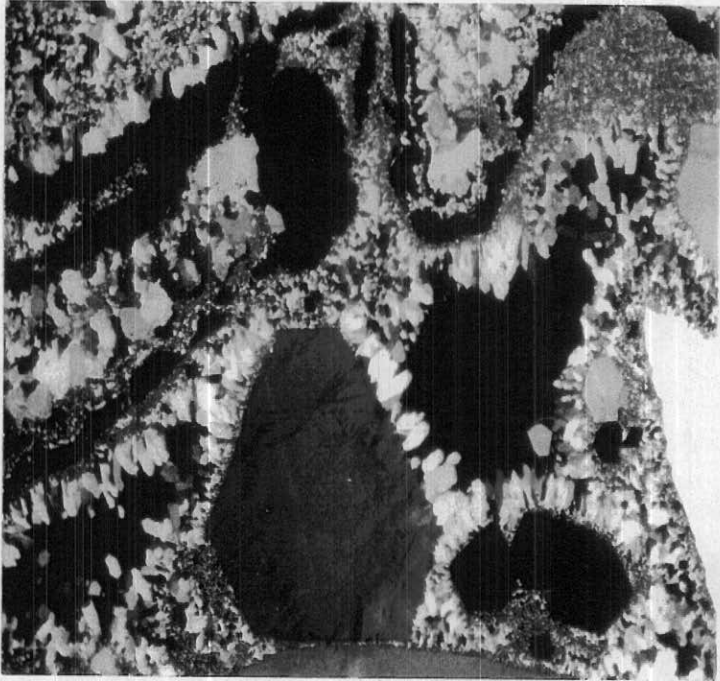
تصویر ۴-۱۵ - نهشته‌های ولکانیکلاستیک (احتمالاً لاهار) مربوط به حاشیه آتشفشان لایه‌ای مساهیم در گوشه شمال

شرقی برگه شهر بابک (شرقی روستای زهروبرج).

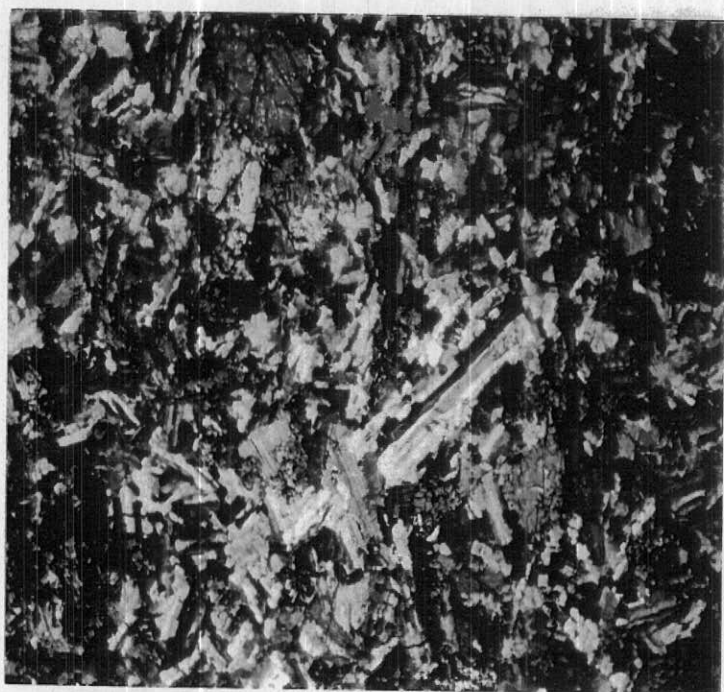
پیوست ۲- تصویرهای میکروسکوپی



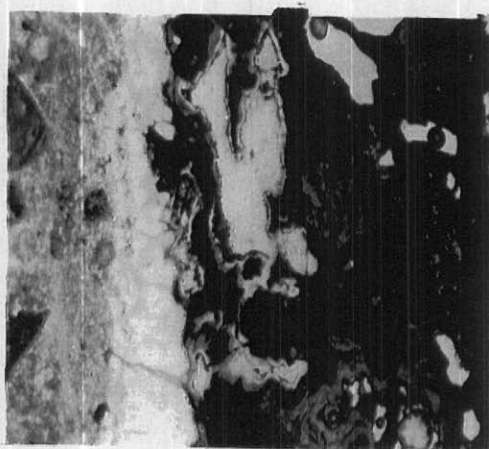
تصویر میکروسکوپی ۴-۱- زون سیلیسی در دیواره شمال غربی کالدرای آبنر (در نزدیکی آبادی بیدخون یا بیدآقاخان). بلورهای درشت کوارتز در سمت راست و مرکز تصویر اتصال دندانهای (Suture contact) نشان می دهند. در بقیه تصویر کلسدونی غالب است و در آن بلورهای ریز و خودشکل تا نیمه خودشکل آلونیت با بیرفرنزانس متمایل به زرد در سمت چپ دیده می شوند (نمونه 99MD16f، میدان دید ۱/۷۵ میلی متر، نیکولهای متقاطع، نور عبوری). آنالیز XRD نیز وجود آلونیت را به همراه کانولینیت در نمونه های این زون سیلیسی نشان داده است.



تصویر میکروسکوپی ۴-۲- نمونه 99MD18c2 از زون سیلیسی ایی شمال در توده میکرودیوریت پرفیری کالدرای  
آبدر (غرب گذار زاویز). بافت حفره حفره (Vuggy) در کوارتز که از شستشوی شدید دیوریت بر اثر سیالهای اسیدی بر جای  
مانده است. در این تصویر رشد بلورهای ریز کوارتز بر روی بلورهای درشت و خود شکل قبلی را نشان می دهد (میدان دید ۷  
میلی متر، نیکولهای متقاطع، نور عبوری).



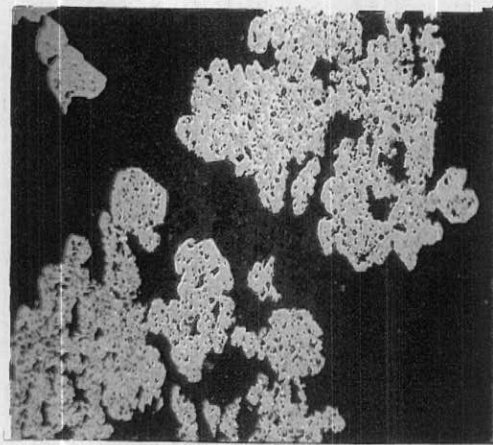
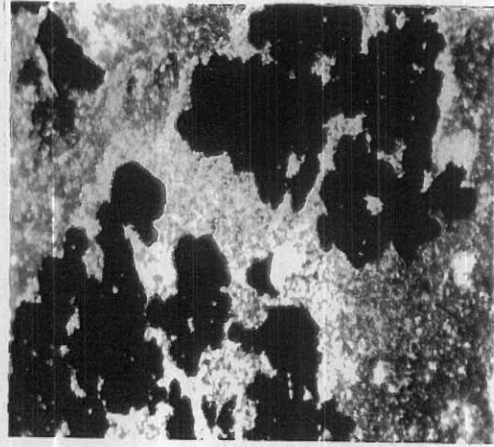
تصویر میکروسکوپی ۳-۴- نمونه 99MD18g از توده نفوذی کم عمق میکرو دبوریت پرفیری مرکز و شمال کالدرای  
آبدر (غرب گدار راویز). کانیهای تشکیل دهنده پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن، بیوتیت و تیتانومنیتمیت است (میدان دید ۷ میلی متر،  
نور عبوری، نیکولهای متقاطع).



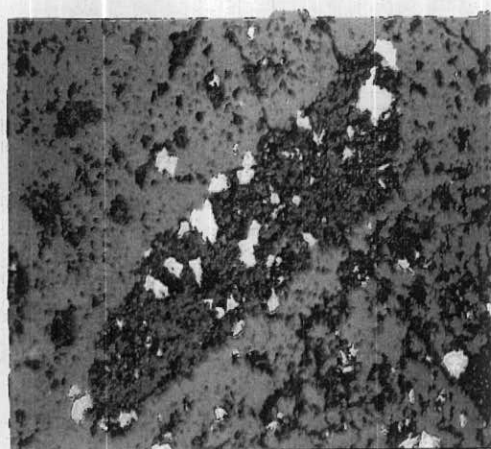
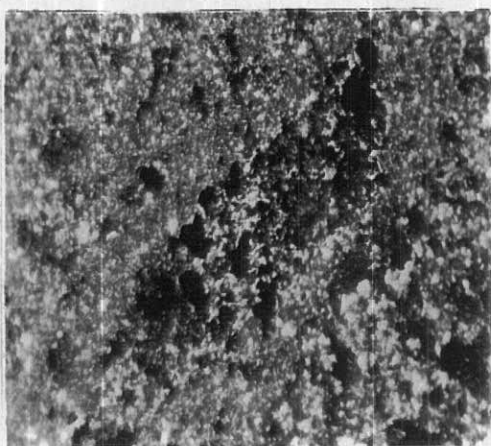
تصویر میکروسکوپی ۴-۴- نمونه 99MD20b از یک زون سیلیسی در کالدرای آبدر (شمال شرقی امردوئیه). این نمونه دارای استیپنیت - بیسموتینیت است (تصویر بالا در نور منعکس) که به طور بخشی بر اثر دگرسانی سوپرژن به استیکونیت (اکسید زرد رنگ انتمون) تبدیل شده است (تصویر پایین در نور عبوری). میدان دید در تصویر بالا و پایین به ترتیب ۱/۷۵ و ۷ میلی متر است.

میلی متر است.

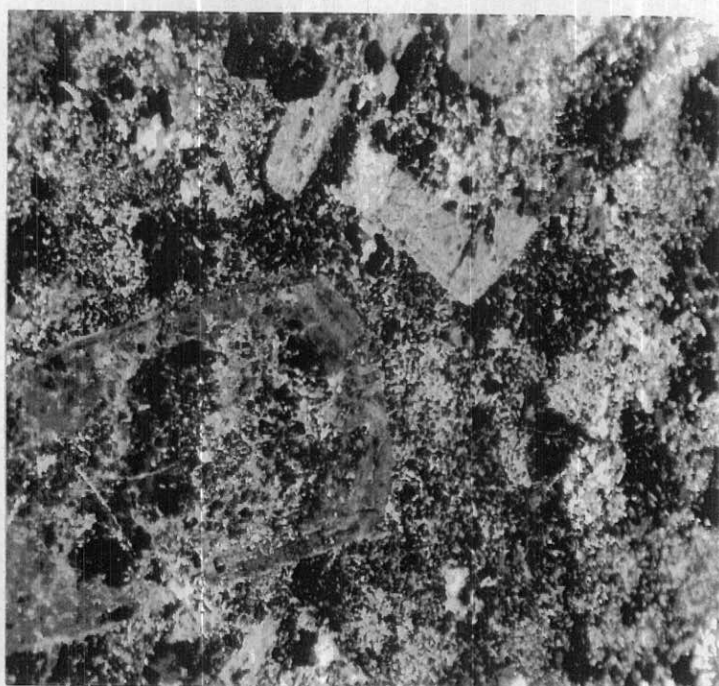




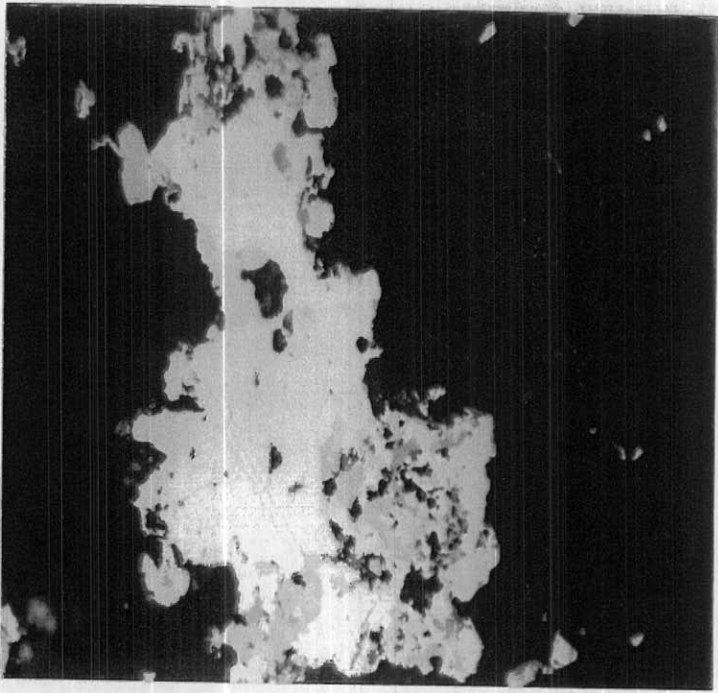
تصویر میکروسکپی ۴-۵- نمونه 99MD21d1 از نهشته‌های ولکانیکلاستیک دگرسان شده با پیریت انتشاری در غرب کالدرای آبدر (ناحیه لآزد). زمینه سنگ از کوارتز ریز بلور و سرسپیت است (تصویر بالا در نور عبوری پلاریزه). دانه‌های تجمع یافته پیریت با ادخالهای سرسپیت و کوارتز در این سنگها فراوان است (تصویر پائین در نور منکس). یک گمانه اکتشافی که اکنون در این نقطه تا عمق ۱۰۰ متری رسیده حاکی از آن است که دگرسانی فیلیک باکانی سازی پیریت انتشاری و رگچه‌ای تا آنجا ادامه دارد. میدان دید در هر دو تصویر ۱/۷۵ میلی‌متر است.



تصویر میکروسکوپی ۴-۶- نمونه 99MD21d از زون سیلیسی در نهشته‌های ولکانیکلاستیک دگرسان شده در غرب کالدرای آیدر (اطراف لازرد). سیلیسی شدگی (به صورت کلسدونی) بر دگرسانی فیلیک قبلی اثر گذاشته است (تصویر بالا در نور عبوری پلاریزه) و پیریت و آرسنوپیریت (بلورهای سوزنی) به صورت انشاری به خصوص در یک دانه آواری (Clast) دیده می‌شود (تصویر پایین در نور منعکس) میدان دید در هر دو تصویر ۱/۷۵ میلی‌متر است.



تصویر میکروسکوپی ۴-۷- نمونه C65R از توده نفوذی میکرودیوریت پرفیری با دگرسانی پتاسیک در گذار راویز (شرق کالدرای آبدر)، فلدسپار قلیایی ثانوی به صورت لکه‌های پهن پرادخال در زمینه سنگ و به طور بخشی روی فنوکریستهای پلاژیوکلاز رشد کرده است. بیوتیت گرمابی با بافت جویده (Shreddy) نیز در متن منگ پراکنده است (قطر میدان دید ۱/۷۵ میلی‌متر، نور عبوری، نیکولهای متقاطع).



تصویر میکروسکوپی ۴-۸- نمونه 99MD25f از یکی از زونهای سیلیسی متعدد در شرق کالدرای آبدر (بین زرگله و بیجوئیه). در این تصویر با نور منعکس، بلور سفید درشت گالن به صورت تأخیری کانیهای کالکوپیریت (زرد پرنگ)، تتراندريت (خاکستری روشن) و انارژیت (قهوه‌ای) را فرا گرفته است. کوارتز و باریت از کانیهای عمده گانگ در این رگه است. قطر میدان دید

۰/۳۸ میلی متر است.



تصویر میکروسکوپی ۴-۹- نمونه 99MD30c2 از ماسیف میلونیتی ترشکوه در نور طبیعی (پائین) و پلاریزه (بالا).

همان گونه که دیده می شود در زمینه دانه ریز سنگ، فولیاسیون چین خورده ظریفی ایجاد شده ولی خرده های درشت کانی (در اینجا فلدسپار) به صورت زاویه دار هنوز باقی مانده اند و فولیاسیون دور آنها چرخیده است. نوارهای تیره در زمینه دانه ریز تقریباً ایزوتوپ هستند (تجمع کانیهای رسی و یا بلورهای بسیار ریز شده سایر کانیها) و نوارهای روشن تر، از کوارتز و اندکی مسکوویت تشکیل شده است. سنگ اولیه به احتمال بک و لکانیکلاستیک با زمینه دانه ریز و حاوی خرده کانیهای آتشفشانی

بوده است (میدان دید ۷ میلی متر، نور عمودی).

### بیوست ۳- نتایج آنالیز XRD



سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

شماره  
تاریخ  
پست

تهران - میدان آزادی - خیابان معراج - صندوق پستی ۱۱۱۱ - ۱۲۱۸۳ تلفن ۶۶۶  
E-mail: Compu. Cent @ www.dgi.ir

\* پیسندہ تعالیٰ \*

گروه کانی شناسی

آزمایشگاه دیفرکتو متری پرتو ایکس (X.R.D.)

Requested by:  
Report No.:  
Date of Report:  
Cost of Analysis:

درخواست کننده: آقای جوادی اعظمی پور  
شماره گزارش: ۷۸/۴۲۸\*\*\*۷۸-۱۹۲  
تاریخ گزارش: ۷۸/۶/۹  
پسندای تحزبید: ۰۰۰/۰۰/۰۳ ریال

Lab No.	Field No.	XRD Results.
1- 499	MD.16C	QUARTZ+KAOLINITE+JAROSITE+ALUNITE.
2- 500	MD.16D	QUARTZ+KAOLINITE+CALCITE(minor).
3- 501	MD.18b1-1	QUARTZ.
4- 502	MD.18b1-2	QUARTZ+FELDSPAR+MUSCOVITE.
5- 503	MD.18b1-3	QUARTZ+CLAY MINERAL(minor).
6- 504	MD.18C-1	QUARTZ+CRISTOBALITE(minor).
7- 505	MD.18h	FELDSPAR+QUARTZ+JAROSITE+ILLITE+Serpentine(minor).
8- 506	99.MD.19b	QUARTZ+KAOLINITE+JAROSITE+GOETHITE+ANATASE.
9- 507	MD.19C	QUARTZ+FELDSPAR+CLAY MINERAL(minor).
10- 508	MD.19D	QUARTZ+KAOLINITE+DOLOMITE(minor)+GOETHITE(minor).
11- 509	99.MD20b-1	QUARTZ+CLAY MINERAL+JAROSITE(minor).
12- 510	99.MD20g	HEMATITE+QUARTZ+GOETHITE+CLAY MINERAL.
13- 511	MD.21C	QUARTZ+ILLITE+JAROSITE(minor).
14- 512	MD.21d1	QUARTZ+FELDSPAR+HEMATITE+KAOLINITE+ILLITE.
15- 513	MD.22d	QUARTZ+KAOLINITE.
16- 514	99.MD.23a	QUARTZ+MUSCOVITE.
17- 515	MD.24b	QUARTZ+KAOLINITE+BARITE.
18- 516	MD.25a	QUARTZ+KAOLINITE.
19- 517	99.MD.25C	QUARTZ+KAOLINITE+ALUNITE.
20- 518	99.MD.25F	QUARTZ+KAOLINITE+JAROSITE.
21- 519	99.MD.47a	QUARTZ+KAOLINITE.
22- 520	99.MD.47b	QUARTZ+KAOLINITE+ALUNITE.
23- 521	99.MD.47C	QUARTZ+KAOLINITE+ALUNITE+JAROSITE(minor).
24- 522	99.MD.47F-1	QUARTZ+ILLITE.
25- 523	99.MD.47F-2	QUARTZ+PYRITE+ILLITE.
26- 524	99.MD.48b	QUARTZ+CHALCOPHANITE+CALCITE+BARITE.

\*\*\*\*\*

Investigated by: JAAFARI

Approved by: M. H. HAKFAR

مدیر امور آزمایشگاه  
مجموعه درسا ارمغان



سازمان زمین شناسی

# سازمان زمین شناسی کشور

تهران، میدان آزادی، خیابان معراج صندوق پستی: ۱۴۱۸۵-۱۴۹۴

تلفن: (۹۱۷۱) تلکس: ۲۱۵۱۰۶ فاکس: ۶۰۰۹۳۳۸ تلگراف: زمین شناسی

\* بسمه تعالی \*

گروه کانی شناسی

آزمایشگاه دیفرکتو متری پرتو ایکس (X.R.D)

درخواست کننده: گروه سیمرک، زمین شناسی کانی، تهران، پست: ۱۴۱۸۵-۱۴۹۴

Requested by:

Report No.:

Date of Report:

Cost of Analysis:

شماره گزارش: ۷۳/۱۲۰

تاریخ گزارش: ۷۳/۴/۲۷

بهای تجزیه: ۲۱۰۰۰

Lab No.	Field No.	XRD Results.
493	C-25.1-R	QUARTZ+KAOLINITE+SERICITE+ALUNITE+JAROSITE.
494	C-4-R	QUARTZ+BARITE+KAOLINITE+SERICITE.
495	C-5-R	QUARTZ+ALUNITE.
496	C-8-R	QUARTZ+SERICITE+FELDSPAR+KAOLINITE+JAROSITE.
497	C-35-R	QUARTZ+SERICITE+KAOLINITE+JAROSITE+FELDSPAR.
498	C-4-R	QUARTZ+KAOLINITE+JAROSITE+CALCITE.
499	C-6-R	QUARTZ+SERICITE+JAROSITE.

Investigated by:

Approved by: M.J. NIKFAR



پیوست ۴- نتایج آنالیز عناصر برگزیده در کل سنگ



پیوست ۵- نتایج آنالیز کل سنگ‌های آذرین برگه شهر بابک برای عناصر اصلی و

کمیاب به روش XRF



پیوست ۵-۲- نتایج آنالیز کل سنگهای آذرین برکه شهر بابک برای عناصر اصلی و کمپاب به روش XRF (داده‌ها از حسن زاده، ۱۹۹۳).

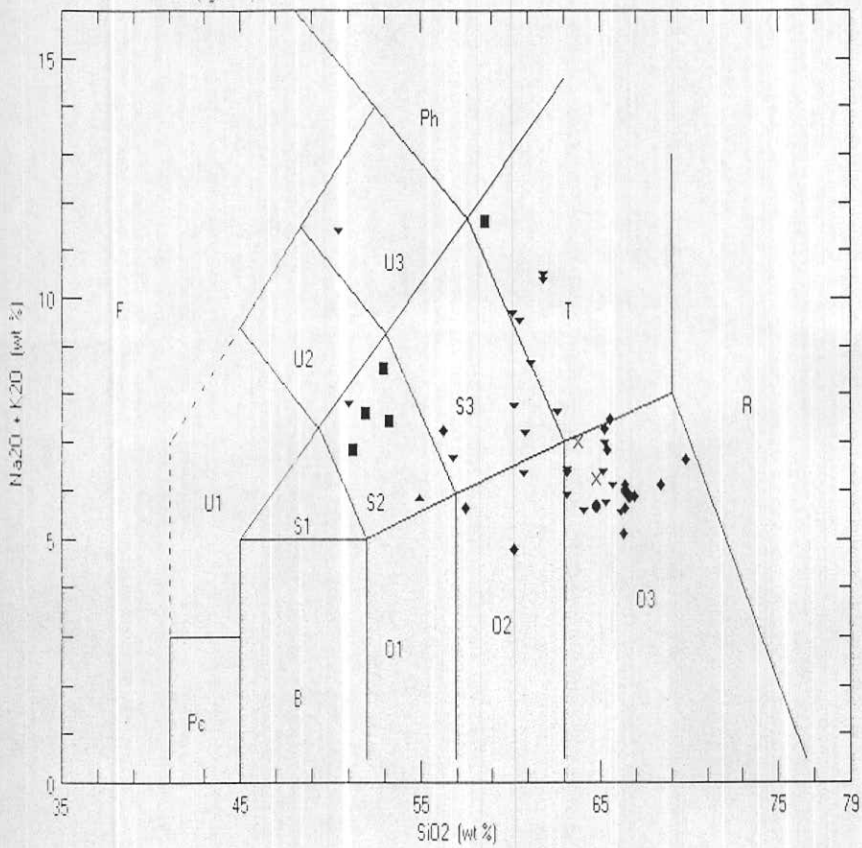
Sample Name	Ca	MD18	MD28	MD29	DMS0	MD31	MD40	MD42	CM10	MD21	MD22	FT2	FT3	FT4	IZ3a	SH1	SH6
SiO2	57.35	57.76	50.10	52.62	64.81	54.97	56.37	54.73	55.11	51.97	54.74	57.48	56.78	59.67	54.49	54.89	64.54
TiO2	1.22	1.00	1.19	1.26	0.82	1.02	0.93	1.15	0.71	0.75	0.76	0.57	0.30	0.76	0.72	0.65	0.58
Al2O3	17.64	17.50	16.72	18.51	18.80	19.71	17.92	17.41	19.43	20.23	19.60	18.84	21.99	19.95	19.71	19.94	16.71
FeO	7.30	6.57	9.19	9.57	4.04	7.55	6.49	7.22	4.84	6.32	5.17	4.85	2.27	5.43	4.78	4.53	3.93
MnO	0.08	0.13	0.16	0.09	0.02	0.21	0.11	0.23	0.15	0.16	0.15	0.22	0.23	0.12	0.12	0.16	0.09
MgO	3.77	3.28	6.24	6.53	0.53	2.57	2.90	4.41	1.68	3.45	1.94	0.90	0.20	1.82	1.60	1.49	1.60
CaO	6.09	6.09	8.45	3.56	0.30	7.36	5.40	7.20	4.40	7.01	4.21	0.92	1.74	4.40	3.93	4.26	4.08
Na2O	3.28	3.55	3.24	2.86	9.77	3.70	3.48	3.75	3.91	4.46	4.70	4.46	8.07	4.34	4.97	5.05	4.74
K2O	1.07	1.74	1.74	0.79	0.12	1.01	4.00	1.49	6.39	2.79	5.49	7.30	6.62	3.93	5.57	5.37	2.65
P2O5	0.44	0.55	0.27	0.24	0.18	0.24	0.32	0.45	0.41	0.50	0.45	0.11	0.04	0.42	0.38	0.38	0.31
LOI	1.90	1.65	2.06	4.02	0.79	1.43	1.75	1.88	2.41	2.33	2.79	4.11	1.66	0.54	3.64	2.40	1.08
Cr	134	59	94	104	94	6	44	152	6	21	6	5	5	8	7	5	7
Ni	46	23	40	33	12	4	23	56	1	13	4	0	0	9	7	0	7
Cu	35	54	70	63	17	12	75	21	57	117	97	20	5	49	69	83	15
Pb	13	7	4	15	3	4	13	7	7	24	22	90	61	17	27	15	12
Zn	62	73	69	72	27	55	63	174	59	70	71	128	99	66	64	74	49
K	8882	14444	14444	6558	996	8384	33205	12369	53045	23161	45574	60599	54955	32624	46238	44578	21998
Rb	19	32	37	17	2	13	152	32	174	65	251	165	357	120	170	99	64
Ba	256	348	553	444	24	193	289	373	937	1043	1166	32	61	531	1025	526	655
Sr	513	778	917	706	375	406	453	522	685	953	808	246	191	565	732	867	842
Ga	18	19	15	19	12	17	19	17	16	18	16	18	22	18	18	18	20
Nb	9.0	15.0	2.0	3.0	3.0	3.0	11.0	9.0	6.0	6.0	6.0	36.0	21.0	13.0	7.0	6.0	9.0
Hf	6.00	7.00	3.00	3.00	4.00	5.00	8.00	5.00	5.00	5.00	6.00	20.00	14.00	7.00	6.00	7.00	5.00
Zr	231	243	75	83	177	146	308	199	167	135	181	805	557	267	194	239	154
Ti	7314	5995	7134	7554	4916	6115	5575	6894	4256	4496	4556	3417	1799	4556	4316	3897	3477
Y	14	15	12	9	7	19	24	21	23	23	27	45	49	14	26	28	11
Ta	1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	1.00	17.00	2.00	14.00	10.00	14.00	63.00	51.00	14.00	15.00	12.00	10.00
U	0.30	0.40	0.50	0.20	1.10	0.40	6.60	0.60	6.00	3.50	6.40	9.70	14.40	6.20	5.60	3.90	4.00
La	0.00	8.00	1.00	1.00	8.00	0.00	18.00	10.00	14.00	9.00	15.00	56.00	75.00	21.00	17.00	20.00	22.00

Sample Name	SH9	PQ4	PQ14	MD12	MD13	MD41	A3-233	SR2	SH3b	AB8	AB9	AB11	MD37	MD38	PQ23	SH3a	SH4a
SiO2	57.70	65.07	65.53	68.12	63.16	65.55	63.69	66.05	65.12	59.42	62.30	62.80	62.37	58.91	60.11	69.73	70.31
TiO2	0.40	0.44	0.43	0.46	0.68	0.57	0.54	0.72	0.56	0.66	0.61	0.55	0.53	0.65	0.70	0.39	0.40
Al2O3	18.99	16.70	15.73	16.50	17.78	17.72	16.98	17.30	16.55	18.10	16.72	16.88	16.96	16.75	17.53	15.74	15.46
FeO	5.29	4.10	3.84	2.91	3.99	3.55	4.07	3.82	3.57	5.10	4.34	3.64	3.84	4.95	4.82	2.18	2.23
MnO	0.15	0.10	0.11	0.07	0.09	0.05	0.08	0.02	0.07	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.11	0.06	0.07
MgO	1.64	1.62	1.89	1.03	2.04	1.13	2.16	1.28	1.88	2.33	2.15	1.83	2.04	3.30	1.95	0.76	0.73
CaO	6.98	4.41	3.96	2.94	4.23	2.83	3.44	2.48	3.49	5.85	5.08	4.77	5.16	6.19	5.74	2.63	2.58
Na2O	3.70	3.90	3.39	4.30	4.80	4.92	4.46	4.79	4.90	4.76	4.14	4.39	4.80	4.05	4.34	4.89	4.79
K2O	2.13	3.04	3.91	2.77	2.45	2.42	2.81	2.18	2.57	1.77	2.53	2.65	2.29	2.67	2.44	2.99	3.08
P2O5	0.38	0.20	0.16	0.03	0.31	0.26	0.23	0.39	0.27	0.30	0.25	0.23	0.25	0.29	0.30	0.14	0.14
LOI	2.28	0.41	0.47	0.87	0.75	1.25	1.25	1.36	0.99	1.01	1.31	1.70	1.21	1.54	1.20	0.48	0.03
Cr	6	6	9	6	16	6	10	6	10	11	16	11	8	28	16	6	5
Ni	1	4	8	4	16	4	15	1	16	16	14	8	12	17	17	1	0
Cu	18	9	33	11	25	26	92	36	18	53	58	28	33	57	42	41	37
Pb	11	8	24	13	8	9	7	12	11	9	14	14	14	16	14	13	14
Zn	75	28	47	38	42	53	63	75	46	68	58	58	59	59	84	45	47
K	17682	25236	32458	22995	20338	20089	23327	18097	21334	14693	21002	21998	19010	22164	20255	24821	25568
Rb	61	81	140	64	50	64	73	39	55	37	60	54	52	59	65	66	62
Ba	855	888	828	588	562	595	761	544	508	561	666	683	722	772	727	477	479
Sr	898	461	475	773	953	780	886	781	872	923	751	823	863	956	916	527	476
Ga	18	16	16	17	20	19	18	20	19	19	19	18	19	17	18	20	19
Nb	1.0	3.0	3.0	7.0	6.0	7.0	5.0	12.0	7.0	3.0	6.0	4.0	5.0	5.0	7.0	3.0	2.0
Hf	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	7.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Zr	94	136	129	133	134	136	112	228	128	116	122	117	134	128	128	174	173
Ti	2398	2638	2578	2758	4077	3417	3237	4316	3357	3957	3657	3297	3177	3897	4197	2338	2398
Y	21	19	18	8	10	7	13	9	10	24	14	16	14	15	18	9	9
Th	0.00	7.00	17.00	3.00	5.00	4.00	11.00	2.00	6.00	2.00	5.00	3.00	6.00	9.00	6.00	7.00	6.00
U	1.00	1.00	6.00	3.00	2.00	3.00	5.00	2.00	3.00	1.00	4.00	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	3.00
La	18.00	24.00	33.00	13.00	8.00	7.00	22.00	16.00	7.00	18.00	26.00	24.00	21.00	17.00	28.00	22.00	19.00

پیوست ۶- نمودارهای  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  در برابر  $\text{SiO}_2$  و نمودارهای عنکبوتی برای نمایش نحوه

توزیع عناصر کمیاب در سنگهای آذرین

Le Maitre 1989 (fig B 14)



66

پیوست ۶-۱- سنگهای آذرین برگه شهرابک در نمودار اکسیدهای قلیایی در برابر سیلیس (آنالیز XRF در سازمان

زمین‌شناسی)

قلمروها: U3 (تفری فنولیت)، S2 (تراکی آندزیت بازالتی)، S3 (تراکی آندزیت)، T (تراکیت در بالا و تراکی داسیت در

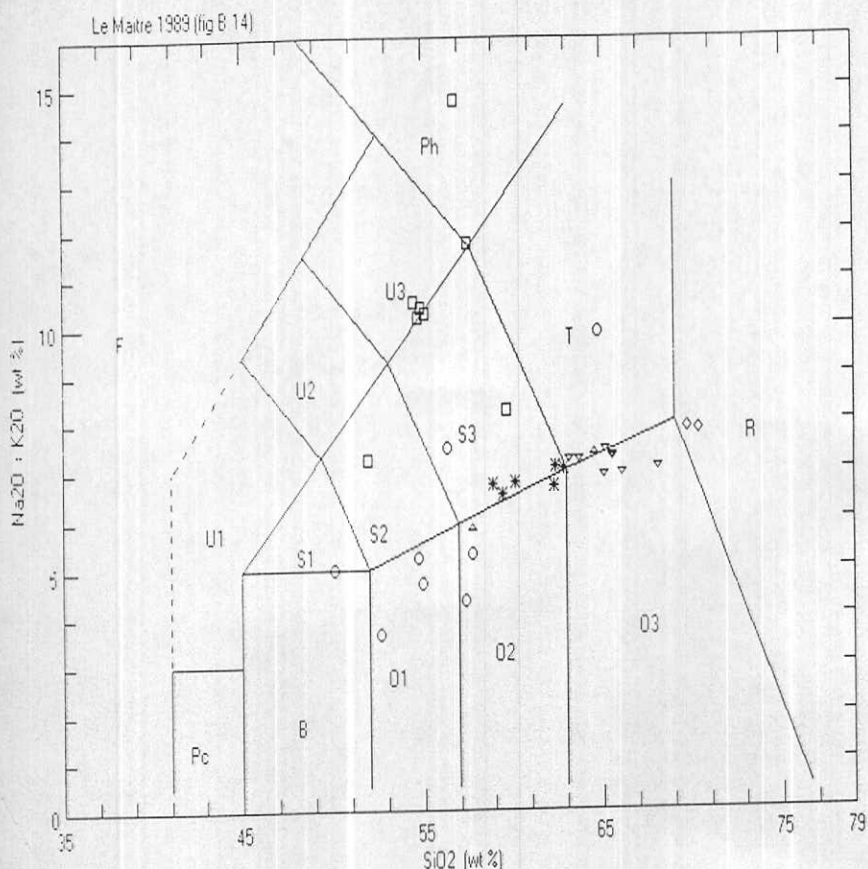
پائین)، O2 (آندزیت) و O3 (داسیت).

گروه‌بندی سنگها: دایره (ولکانیکلاستیک ائوسن میلونیتی شده)، مربع (کمپلکس آتشفشانی هزاره الیگوسن)، مثلث

(سنگهای آتشفشانی میوسن)، مثلث وارون (سنگهای آذرین عمیق، نیمه عمیق و دایکهای میوسن)، ضربدر (سنگهای

آتشفشانی کوه مساهیم)، لوزی (گنبداهای جوانتر از آتشفشان مساهیم).





پیوست ۶-۲- سنگهای آذرین برگه شهر بابک در نمودار اکسیدهای قلیایی در برابر سیلیس (داده‌های XRF از

حسن‌زاده، ۱۹۹۳).

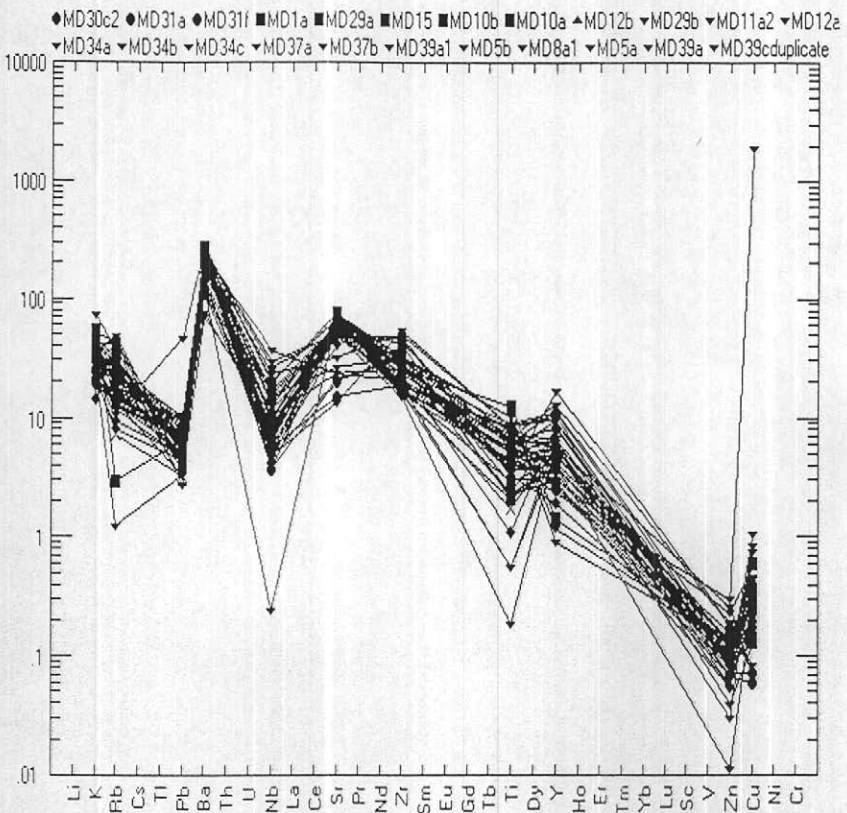
قلمروها: Ph (فئولیت)، U3 (فئولیت)، S1 (تراکی بازالت)، S2 (تراکی آندزیت بازالتی)، S3 (تراکی آندزیت) و

T (تراکیت در بالا و تراکی داسیت در پائین)، O1 (آندزیت بازالتی)، O2 (آندزیت)، O3 (داسیت) و R (ریولیت).

گروه‌بندی سنگها: دایره خالی (کمپلکس آتشفشانی رازک، ائوسن)، مربع خالی (کمپلکس آتشفشانی رازک و هزار،

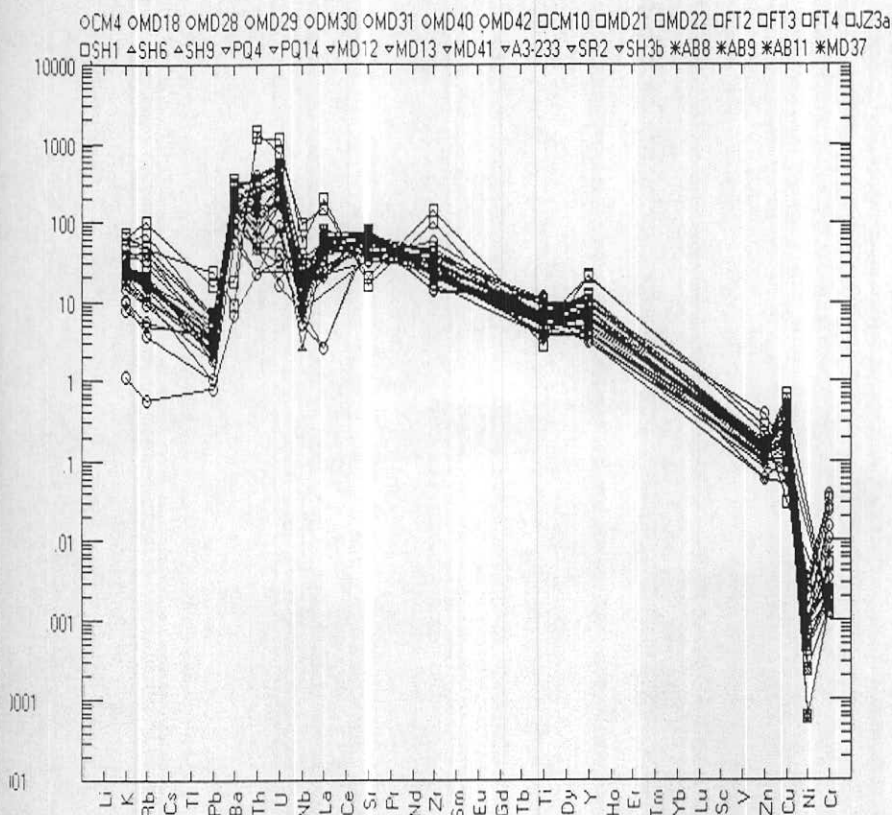
الیگوسن)، مثلث (سنگهای آتشفشانی میوسن)، مثلث خالی وارون (سنگهای آذرین عمیق، نیمه عمیق و دایکهای میوسن)،

ستاره (سنگهای آتشفشانی کوه مساهیم)، لوزی خالی (گنبد آتشفشانی کوه مدوار پائین).



پیوست ۳-۶- نمودار عنکبوتی برای نمایش نحوه توزیع عناصر کمیاب در ۲۳ نمونه از سنگهای آذرین برگه شهر بابک

(داده‌ها توسط آزمایشگاه کانی‌شناسی سازمان زمین‌شناسی کشور). به توضیح نمودار ۶-۴ مراجعه شود.



پیوست ۶-۴- نمودار عنکبوتی برای نمایش نحوه توزیع عناصر کمیاب در ۳۱ نمونه از سنگهای آذرین برگه شهر بابک (داده‌ها از حسن‌زاده، ۱۹۹۳). بهنجارشدگی نسبت به کندریت انجام شده است.

همانگونه که دیده می‌شود، عناصر ناسازگار غنی‌شدگیهای متفاوت و قابل توجهی را نشان می‌دهند. غنی‌شدگی ضعیف‌تر در عناصر با شدت میدان زیاد (مانند Nb و Ta) نشان دهنده ارتباط این سنگها با فرایندهای فرورانش است. در ضمن، این گونه سنگها، غنی‌شدگی زیاد در عناصر درشت یون (مانند Ba, K و Th) نشان می‌دهند. مقایسه با نمودار ۶-۳ گویای آن است که آنالیزهای انجام شده در سازمان زمین‌شناسی مقادیر خیلی کمتری را نتیجه داده است.

پیوست ۷- خلاصه نتایج مطالعات میکروسکوپی مقاطع نازک سنگهای آذرین برکه شهر بابک همراه با نتایج محاسبه نرم CIPW بر اساس پیوست ۵. علائم اختصاری مربوط به کانیهای تورماتیت عبارتند از: Q کوارتز، Or ارتوکلاز، Ab آلیت، An آنورتیت، Di دیوپسید، Hy هیپرستن، Ol الیون، Ne نفلین، Ac اکمیت، Wo ولاستونیت، Hm همتایت، Tn ایلمنیت، Pf پروفسکیت، Ap آپاتیت، Z زیرکن، Ru روتیل، Sp اسپودومن

محل نمونه برداری	نام براساس نمودار سیلیس-قلیایی	Wt% در صدوزنی کانیهای نرم	نام پتروگرافی	بافت	کانیهای ثانویه	کانیهای فرعی	کانیهای با فراوانی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
کمپلکس هزار، شمال قنچه آباد	تراکیت	Or = 32.63, Ab = 51.70 An = 4.37, Di = 3.50 Or = 1.03, Hm = 5.75 Il = 0.38, Pf = 1.95 Ap = 1.03	تراکیت	میکروایتز گرانولار	کربنات و زئولیت	آپاتیت	کلینوپیروکسن، بیوتیت	فلدسپار قلیایی	99MD1a
کمپلکس هزار، شمال قنچه آباد	---	---	تراکیت	میکروایتز گرانولار	کربنات	آپاتیت	کلینوپیروکسن، بیوتیت	فلدسپار قلیایی	99MD1b
دایک میوسن، شمال کانسار میدوک	تراکی-آندزیت (مونزودوریت)	Q = 13.31, Z = 0.02 Or = 16.92, Ab = 36.80 An = 16.26, Di = 2.10 Hy = 4.53, Hm = 6.41 Il = 0.04, Tn = 1.16 Ap = 0.70	کوارتز مونزودوریت دانه ریز	پرفیریتیک	کلریت سبز، سرسیت، اپیدوت، اسفن، کوارتز نوع دیگر سانی؛ پروپیلتیک	---	بیوتیت، قهوه ای	کوارتز، فلدسپار پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی	99MD3a



دنیاله پیوست ۷

محل	نام پرماساس نمودار سیلیس-قلیایی	درصد وزنی کانیهای نونوم، Wt%	نام پتروگرافی	باقیت	کانیهای ثانویه	کانیهای فرعی	کانیهای بافر و انی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
نمونه برداری دایک، میوسن در شرق کوه سارا (شرق کم سفید)	داسیت	Q = 23.74, Z = 0.02 Or = 16.99, Ab = 30.04 An = 15.92, Di = 2.90 Hy = 1.58, Hm = 5.01 Il = 0.23, Tn = 1.08 Ap = 0.50	—	—	—	—	—	—	99MD6
بیرون زدگی دیوریتی کوچک در شمال کوه سارا	تراکی-آندزیت	Q = 3.76, Z = 0.04 Or = 14.92, Ab = 35.11 An = 17.02, Di = 8.80 Hy = 10.43, Hm = 9.45 Il = 0.19, Tn = 2.48 Ap = 0.76	دیوریت سایا فیتیک	کلوپیت، سبز، کریستال، اسفن، فلسپار، قلیایی	آپاتیت، کانی کدر	—	بیوتیت، قهوه‌ای کلیئوپیروکسن	فلسپار پلاژیوکلاز	99MD8a1
بخش شمالی گنبد کوه سارا	داسیت	Q = 28.15, Z = 0.03 Or = 12.26, Ab = 30.29 An = 17.88, Di = 0.69 Hy = 2.25, Il = 0.06 Tn = 0.21, Ap = 0.43	آندزیت (داسیتوئید)	هیالو پیلیتیک	—	آپاتیت، کانی کدر	هورنبلند، قهوه‌ای بیوتیت، قهوه‌ای	فلسپار پلاژیوکلاز (آندزین- آپاتیت)، در زمینه شیشه‌ای	99MD8f

دنباله پیوست V

محل نمونه برداری	نام پراساس نمودار سیلیس-قلیایی تراکی-آندزیت-بازالتی	درصد وزنی کانیهای نمود. WT%	نام پتروگرافی	یافت	کانیهای ثانویه	کانیهای فرعی	کانیهای با فراوانی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
کمپلکس هزار، دره تنگاله	تراکی-آندزیت-بازالتی	Z = 0.03, Or = 20.19 Ab = 28.94, An = 20.96 Di = 14.65, Hy = 1.14 Ol = 0.44, Hm = 8.32 Il = 0.13, Tn = 0.92 Ap = 0.64	تفریت	پرفیروزیتیک	آنالسیم، فلدسپار قلیایی، کریبات، کلریت بی رنگ	آباتیت	کلینوپیروکسن (اوزیت)	فلدسپار پلاژیوکلاز (آندزین)، سودولومیت، فلدسپار قلیایی	99MD10a
کمپلکس هزار، دره تنگاله	تراکی-آندزیت-بازالتی	Z = 6.63, Or = 28.53 Ab = 31.21, An = 11.84 Ne = 0.15, Di = 12.72 Wo = 4.34, Hm = 8.13 Il = 0.15, Pf = 0.81 Ap = 1.15	تفریت	پرفیروزیتیک	آنالسیم، فلدسپار قلیایی، کریبات، کلریت بی رنگ	آباتیت	کلینوپیروکسن (اوزیت)	فلدسپار پلاژیوکلاز (آندزین)، سودولومیت، فلدسپار قلیایی	99MD10b
گنبد شمالی نرکوه	داسیت	Q = 26.18, C = 0.10 Z = 0.02, Or = 15.15 Ab = 27.16, An = 19.40 Hy = 3.89, Hm = 4.67 Il = 0.19, Ru = 0.38 Ap = 0.29	داسیت	پرفیروزیتیک	فلدسپار قلیایی، کانیهای رسی	کانی کدر، آباتیت	هورنبلندسبز، بیوتیت، کلینوپیروکسن (اوزیت)	فلدسپار پلاژیوکلاز (آلیت و آندزین)، فلدسپار قلیایی کوارتز	99MD11a1





محل	نام براساس نمودار سیلیس-قلیایی	نام پتروگرافی	بافت	کانیهای ثانویه	کانیهای قرعی	کانیهای با فراوانی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
نمونه برداری حاشیه گتید پلیوسن درکوه مدوار پاتین	داسیت	آندزیت	گلو مورو هیالوفیتیک	—	کاتی کدر	هورنبلند قهوه‌ای، بیوتیت قهوه‌ای	فلدسپار پلاژیوکلاز، (آلیت و آندزین)، الیکو کلاز، فلدسپار قلیایی	99MD13a
گتید پلیوسن درکوه مدوار پاتین	داسیت	آندزیت	گلو مورو هیالوفیتیک	—	آپاتیت	هورنبلند سبز، بیوتیت قهوه‌ای	فلدسپار پلاژیوکلاز، (آلیت و آندزین)، فلدسپار قلیایی در زمینه شیشه‌ای	99MD13b
شرق فتح آباد	تراکی-آندزیت بازالتی							99MD15

درصد وزنی کانیهای نرم: Wt%

$Q = 31.40, Z = 0.03$   
 $Or = 18.99, Ab = 29.11$   
 $An = 10.44, Di = 0.08$   
 $Hy = 2.38, Hm = 5.54$   
 $Il = 0.02, Tn = 0.57$   
 $Ap = 0.27$

$Q = 19.73, Z = 0.05$   
 $Or = 18.06, Ab = 37.57$   
 $An = 10.14, Di = 4.65$   
 $Hy = 1.76, Hm = 4.97$   
 $Il = 0.09, Tn = 0.83$   
 $Ap = 0.22$

$Q = 0.25, Z = 0.05$   
 $Or = 24.47, Ab = 28.26$   
 $An = 19.52, Di = 15.51$   
 $Wo = 1.15, Hm = 6.63$   
 $Il = 0.17, Sp = 0.34$   
 $Ap = 0.57$

محل	نام پراساس نمودار سیلیس-قلیایی	درصد وزنی کانیهای نوری، Wt%	نام پتروگرافی	بافت	کانیهای ثانویه	کانیهای فرعی	کانیهای با فراوانی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
محل نمبره برداری دایک شمال شرق امرودویه، کالدرای آبدر	آندزیت	$Q = 18.91, Z = 0.03$ $Or = 12.30, Ab = 22.93$ $An = 18.92, Di = 6.49$ $Hy = 8.64, Hm = 6.05$ $Il = 0.19, Tn = 2.12$ $Ap = 1.39$	میکرو دیوریت پرفیری	پرفیریتیک	فلدسپار قلیایی، کریبات، کلریت قهوه‌ای	کانی کدر، آباتیت	کلینوپیروکسن (اوزیت)، بیوتیت قهوه‌ای	فلدسپار پلاژیوکلاز، (آلبیت و یا الیگوکلاز)	99MD20a
شرق کرم، آتشفشان مساheim	داسیت	$Q = 11.52, Z = 0.03$ $Or = 11.21, Ab = 31.81$ $An = 23.01, Di = 3.39$ $Hy = 7.80, Hm = 6.23$ $Il = 0.28, Tn = 1.24$ $Ap = 0.38$	آندزیت	پرفیریتیک	کریبات، کلریت بی‌رنگ، مرسیت	کانی کدر	هورزینند	فلدسپار پلاژیوکلاز (آندزین)	99MD24a
شرق کرم، آتشفشان مساheim	داسیت	$Q = 25.92, Z = 0.04$ $Or = 15.81, Ab = 29.02$ $An = 16.43, Di = 1.80$ $Hy = 3.38, Hm = 5.58$ $Il = 0.02, Sp = 0.57$ $Ap = 0.26$	آندزیت تراکی -	هیالوفیتیک	—	کانی کدر	بیوتیت قهوه‌ای، هورزینندسبز - قهوه‌ای	فلدسپار پلاژیوکلاز، (آلبیت - الیگوکلاز و یا آندزین)، فلدسپار قلیایی	99MD28a



دنباله پیوست ۷

محل نمونه برداری	نام پرماس نمونه دار سیلیس-قلیایی	نام پرماس نمونه دار سیلیس-قلیایی	درصد وزنی کانیهای نوری، Wt%	نام پتروگرافی	یافت	کانیهای ثانویه	کانیهای فرعی	کانیهای با فراوانی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
شرق ترشکوه	داسیت	داسیت	Q = 31.44, C = 0.90 Z = 0.02, Or = 27.46 Ab = 8.63, An = 17.98 Hy = 3.09, Hm = 4.48 Il = 0.04, Ru = 0.87 Ap = 0.07	میلونیت	تخریبی					99MD30c2
غرب ترشکوه	داسیت	داسیت	Q = 31.60, C = 3.39 Z = 0.03, Or = 19.06 Ab = 22.59, An = 11.27 Hy = 3.84, Hm = 4.03 Il = 0.06, Ru = 0.66 Ap = 0.34	Lithic crystal Vitric tuff	تخریبی	کربنات، کلریت، کوارتز، سرسیت	—	فلدسپار پلاژیوکلاز	فلدسپار قلیایی، کوارتز	99MD31a
غرب ترشکوه	داسیت	داسیت	Q = 24.38, Z = 0.02 Or = 12.49, Ab = 32.74 An = 18.58, Di = 0.47 Hy = 4.71, Hm = 4.45 Il = 0.19, Tn = 1.23 Ap = 0.36	دیوریت آلیتی	گرانولار- کسرتال	کربنات فلدسپار قلیایی	کانی کدر	کلینوپیروکسن	فلدسپار پلاژیوکلاز	99MD31f

دنباله پیوست ۷

محل نمونه برداری	نام پراساس نمودار سیلیس-قلیایی	درصد وزنی کانیهای نودم: Wt%	نام پتروگرافی	بافت	کانیهای ثانویه	کانیهای فرعی	کانیهای با فراوانی کمتر	کانیهای اصلی	شماره نمونه
پیشکوه (اما مزاده زید و محمد، شرق گلاب)	داسیت	$Q = 22.70, Z = 0.05$ $Or = 23.45, Ab = 28.17$ $An = 14.63, Hy = 2.37$ $Hm = 4.27, Il = 0.13$ $Tn = 0.75, Ru = 0.24$ $Ap = 0.41$	آندزیت	پرفیریتیک	فلدسپار قلیایی، سیلیس	—	هورنبلند قهوه‌ای، بیوتیت قهوه‌ای، کلینوپیروکسن	فلدسپار پلاژیوکلاز (آلیت و یا آندزین)	99.MD.45a
تپه شرق گورستان کرم (آشفشان مساهیم)	داسیت	$Q = 28.54, C = 0.68$ $Z = 0.05, Or = 15.88$ $Ab = 29.19, An = 16.57$ $Hy = 3.96, Hm = 4.06$ $Il = 0.68, Ap = 0.33$	آندزیت	هیالوفیتیک	—	آپاتیت	هورنبلند قهوه‌ای، بیوتیت قهوه‌ای،	فلدسپار پلاژیوکلاز (آلیت و یا آندزین)	93.C21.R
مرگبادواره شمال شرقی کالدرای آبدی	داسیت	$Q = 26.09, Z = 0.03$ $Or = 11.72, Ab = 26.40$ $An = 17.76, Di = 2.42$ $Hy = 8.74, Hm = 4.56$ $Il = 0.11, Tn = 0.90$ $Ap = 0.55$	آندزیت	گلوومرو پرفیریتیک	کربنات، کلریت سبز، قهوه‌ای، سیلیس	آپاتیت، کانی کدر	هورنبلند قهوه‌ای، بیوتیت قهوه‌ای،	فلدسپار پلاژیوکلاز (آندزین)	93.C60.R

پیوست ۸ - خلاصه نتایج مطالعات میکروسکوپی ۶۴ مقطع نازک صیقلی از زونهای کانی سازی گرمایی در برگه شهر بابک

ملاحظات	نام سنگ	باقیت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
در این مقطع نوعی از دگرسانیهای گرمایی درخروه سنگهای تشکیل دهندة برش مشاهده می شود و شواهد موجود نشان می دهند که دگرسانیهای یادشده و حتی کانیهای فلزی قبل از برشی شدن به وجود آمده اند.	برش آشفشانی	تخریبی	فیلیک، پتاسیک، پرو پیلیتیک	پیریت، مگنتیت، کالکو پیریت، پیرو تیت، روتیل	کانیهای غیر فلزی پیریت، مگنتیت، کالکو پیریت، پیرو تیت، روتیل	فلدسپار پلاژیو کلاژ، سرسپت، بیوتیت، قهوه ای، کلریت، کوآرتز، اپیدوت، کربنات، فلدسپار فلیایی	شمال کمپ میدوک در نزدیکی آبادی حسن آباد ابتدای راه سرتخت	99MD4a
در این مقطع همبندی برش نفوذی با توده داسیتی مشاهده می شود. هماتیت و گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	برش نفوذی - داسیت (۴)	تخریبی - پروفیری	آرژیلی، کربناتی، سیلیسی	مگنتیت، گوتیت، هماتیت، پیریت و یا کالکو پیریت (۴)	کانی رسی (۴)، کربنات، کلسدونی، کوآرتز، سرسپت، کلریت	فلدسپار پلاژیو کلاژ (آلبیت، الیگو کلاژ) فلدسپار فلیایی، کوآرتز، بیوتیت، آمفیبول	در راه خاکی متروکه	99MD5a
کوآرتز گرمایی به صورت رگچه ای و با بافت موزائیک هماتیت و گوتیت محصول دگرسانی سوپرژن می باشند.	اینترگرانولاد پوریت		فلیایی، کلریتی، کربناتی	هماتیت، گوتیت، پیریت - کالکو پیریت	فلدسپار فلیایی، بیوتیت قهوه ای، کوآرتز، کربنات، کلریت، اپیدوت	فلدسپار پلاژیو کلاژ، فلدسپار فلیایی، همورنیلندسبز، بیوتیت، آباتیت	در راه خاکی متروکه	99MD5b



دنیاله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیرفلزی			
احتمال دارد که به بلورهای کوارتز با بافت موازی یک مایه می باشند. تشخیص کانی کوپریت مورد تردید است کالکوسیت محصول دگرسانی سوپرژن کانیهای مس دار	؟	برشی	فلیک، کلریتی شدن	کوپریت (؟)، کالکو پیریت، بورنیت، کالکوسیت، روتیل	کلریت (سیزرنگ)، سربیت، کربنات	کوارتز (؟)	چاه فیروزه (شمال کهنوکرا)	99MD12c
کوارتز ریز بلور چنانچه سنگ دیواره شده و در مواردی رگچه های کوارتز با بافت شانه ای نیز مشاهده می شوند. ژاروسیت، اکسید منگنز و گو تیت محصول دگرسانی سوپرژن می باشند.	لیتیک کریستال و پترویک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، آرزلی شدن	پیریت، آرسنوپیریت، پیریت، تیتانو مگنتیت، اکسید منگنز، گو تیت	کوارتز، کائولینیت، کلسدون، ژاروسیت	کوارتز	بیدخون، WNW کالدرای آیدر، از سمت سرودورودخانه	99MD16a
کوارتز ریز بلور چنانچه سنگ دیواره شده (؟) ژاروسیت و گو تیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	کریستال لیتیک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، آرزلی شدن	آرسنوپیریت، گو تیت، مگنتیت، ایلمنیت (؟)	کوارتز، کائولینیت، ژاروسیت	---	بیدخون، WNW کالدرای آیدر، از سمت سرودورودخانه	99MD16b
کوارتز ریز بلور چنانچه سنگ دیواره شده (؟) و با به صورت رگچه ای و با بافت شانه ای مشاهده می شوند. ژاروسیت و گو تیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	کریستال لیتیک توف	تخریبی	سیلیسی شدن	گو تیت، پیریت	کوارتز، کلسدون، ژاروسیت، کائولینیت آلونیت	---	بیدخون، WNW کالدرای آیدر، از سمت سرودورودخانه	99MD16c



دنیاله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای غیر فلزی	کانیهای فلزی			
ملاحظات								
کوارتز ریز بلور جانشین سنگ دیواره شده و یابه صورت رگچه ای می باشند که در این حالت بلور ها با بافت شعله ای دارند. ژاروسیت و گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (۴)	پر فیزی (۴)	سیلیسی شدن، آرژیلیک پیشرفته	گوتیت، پیریت	کوارتز، کلسدون، کاتولینیت، آلونیت باریت، ژاروسیت	—	WNN، بیدخون، کالدرای آیدر، ازسمنت سرد و رودخانه	99MD16e
کوارتز ریز بلور جانشین سنگ دیواره شده (۴) و یابه صورت رگچه ای می باشند که در این حالت بلور ها با بافت شعله ای دارند. ژاروسیت و گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	لیتیک کربستال و تریک توف (۴)	تخریبی	سیلیسی شدن، آلونیتی شدن	پیریت، گوتیت	کلسدون، آلونیت، کوارتز، ژاروسیت، باریت	—	WNN، بیدخون، کالدرای آیدر، ازسمنت سرد و رودخانه	99MD16f
کوارتز ریز بلور جانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با بافت شانه ای و یا بلور های با بافت شعله ای مشاهده می شوند. ژاروسیت، گوتیت و کولیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (۴)	پر فیزی (۴)	سیلیسی شدن، آرژیلی شدن	آرسنوپیریت، پیریت، گوتیت، اسفالریت، کولیت	کوارتز، کاتولینیت، سرسیت، ژاروسیت، کلریت	—	شمال کالدرای آیدر	99MD18b

دنیاله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	باقث	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
کوارتز ریز بلور چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با باقت شانه ای و بالبور هاری با باقت شعله ای مشا هده می شوند. اکسید منگنز و گوتیت حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	؟	؟	سیلیسی شدن، فلیک	اکسید منگنز، گوتیت، پیریت	کوارتز، کلریت، سریسیت	—	شمال کالدرای آبدر	99MD18c2
گرمایی بودن هماتیت، مورد تردید است (۴)	میکرو کوارتز دیوریت	اینتر گرانولار	قلیایی (نوع آپلیتی؟)	مگنتیت، هماتیت، پیریت	فلدسپار، پلاژیو کلاز، نیوتیت، قهوه ای، اورالیت، سریسیت	فلدسپار، پلاژیو کلاز، کلینوپیروکسن، کوارتز	شمال کالدرای آبدر	99MD18g
کوارتز ریز بلور چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با باقت شانه ای و بالبور هاری با باقت شعله ای مشا هده می شوند. احتمال می رود که کورینات رود و کوروزیت باشد (۴). اوپال و اکسید منگنز حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (۴)	پرفیری (۴)	سیلیسی شدن	استینیت - یسموتینیت اکسید منگنز	کوارتز، کورینات، فلدسپار، قلیایی (۴)، اوپال	—	لاچنگلی (بین امرو و ثه و بیجو ثه)، کالدرای آبدر	99MD20b

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیرفلزی			
کوآرتز ریز رملو رجا نشین سنگ دیوار شده و بلورهای بی شکل کوآرتز بخش مرکزی رگچه های کلریت را تشکیل می دهند. رگچه های حاصل دگرسانی سوپروژن می باشد.	؟	؟	سیلیسی شدن، کلریتی شدن	پیریت، آرسنو پیریت	کوآرتز، کلسدون	—	لاجننگلی (بین امروئیه و بیچوئیه)، کالدرای آیدر	99MD20c
کوآرتز ریز رملو رجا نشین سنگ دیوار شده و رگچه های کوآرتز با بافت شانهای و با بلورهای با بافت شعله ای مشاهده می شوند. ژاروسیت و ایندریت حاصل دگرسانی سوپروژن می باشد.	؟	؟	سیلیسی شدن،	آرسنو پیریت، پیریت،	کوآرتز، ژاروسیت، ایندریت، باریت	کوآرتز	لاجننگلی (بین امروئیه و بیچوئیه)، کالدرای آیدر	99MD20d
کوآرتز ریز رملو رجا نشین سنگ دیوار شده و رگچه های کوآرتز با بافت شانهای و با بلورهای با بافت شعله ای مشاهده می شوند. گو تیت حاصل دگرسانی سوپروژن می باشد.	نوعی سنگ آتشفشانی (۶)	پرفیری (۶)	سیلیسی شدن، کلریتی شدن	پیریت، گو تیت، روتیل، کالکو پیریت (۶)	کوآرتز، کلریت باریت، سریسیت؟	—	لاجننگلی (بین امروئیه و بیچوئیه)، کالدرای آیدر	99MD20f
گو تیت حاصل دگرسانی سوپروژن می باشد.	کریستال اینتیک توف	تخریبی	فیلیک	گو تیت، پیریت، آرسنو پیریت، روتیل	کلریت (قهوه ای، سبز و بی رنگ)، سریسیت	کوآرتز	دریاغا، شمال امروئیه، راه لارزد، کالدرای آیدر	99MD21a

دنیاله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
—	کریستال لیتیک ویتریک توف	تخریبی	فلیک	پیریت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، روتیل	سرسیت، کلریت (بی رنگ) کوارتز	فلدسپار قلیایی، کوارتز	درباغ، شمال، امرودیه، راه لازرد، کالدرای آبدر	99MD21d1
کوارتز ریز بلور چنانستین سنگ دیواره شده ورگچه هایی از کوارتز ریز و با بافت شانهای و بابلورهای با بافت شعله ای مشاهده می شوند. کریاتها و گوتیت حاصل دگرسانی سو پرژن می باشد.	؟	؟	سیلیسی شدن، کربناتی شدن	گوتیت، پیریت	کوارتز، کریات (کلسیت - دولومیت)، کلسدونی، باریت	—	درباغ، شمال، امرودیه، راه لازرد، کالدرای آبدر	99MD21e
کوارتز ریز بلور چنانستین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با بافت شانهای و بابلورهای با بافت شعله ای مشاهده می شوند. ژاروسیت و گوتیت حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (؟)	پرفیری (؟)	سیلیسی شدن، فلیک	پیریت، گوتیت، روتیل	کوارتز، سرسیت، ژاروسیت، کلریت	—	شمال باختری کمر سفید، شمال کالدرای آبدر	99MD22a
کوارتز ریز بلور چنانستین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با بافت شانهای و بابلورهای با بافت شعله ای مشاهده می شوند. ژاروسیت و گوتیت حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (؟)	پرفیری (؟)	سیلیسی شدن، کلریتی شدن	پیریت، اسفالریت، کوولیت	کوارتز، کلریت (بی رنگ تا قهوه ای رنگ)، کلسدونی، ژاروسیت	—	شمال باختری کمر سفید، شمال کالدرای آبدر	99MD22c

دنباله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	باقات	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
کوارتز ریز بلور چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با بافت شانه ای و بابلور هائی با بافت شعله ای مشاهده می شوند. ژاروسیت و گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (۹)	پرفیری (۹)	سیلیسی شدن،	آرسنوپیریت پیریت، گوتیت	کوارتز، کلسدون، ژاروسیت	—	شمال باختری کمر سفید، شمال کالداری آبدر	99MD22d
کوارتز ریز بلور چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با بافت شانه ای و بابلور هائی با بافت شعله ای مشاهده می شوند. ژاروسیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	کریستال و پتیریک توف (۹)	تخریبی (۹)	سیلیسی شدن، سریسیتی - آرژیلی	پیریت	کوارتز، کلسدون، سریسیت، ژاروسیت کائولینیت	—	شمال باختری کمر سفید، شمال کالداری آبدر	99MD22f
رگچه های کوارتز با بافت شانه ای و بابلور هائی با بافت شعله ای مشاهده می شوند.	لیتیک کریستال و پتیریک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، سریسیتی - آرژیلی (۹)	پیریت	کوارتز، سریسیت، کائولینیت، کلریت (بی رنگ)	کوارتز	شمال خاوری کمر سفید، شمال کالداری آبدر	99MD23a
رگچه های کوارتز در موردی مشاهده می شوند. ژاروسیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشد.	لیتیک کریستال و پتیریک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، سریسیتی - آرژیلی (۹)	پیریت، آرسنوپیریت، روتیل	کوارتز، سریسیت، کائولینیت، ژاروسیت	کوارتز	شمال خاوری کمر سفید، شمال کالداری آبدر	99MD23b
کوارتز ریز بلور چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز با بافت شانه ای مشاهده می شوند.	لیتیک کریستال و پتیریک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، فلیک	پیریت	کوارتز، سریسیت	کوارتز	شمال خاوری کمر سفید، شمال کالداری آبدر	99MD23c

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیرفلزی			
کوارتز، ریز بلور، چنانشین سنگ دیواره شده است. ژاروسیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشد.	لیتیک کریستال و تریک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، فیلیک	کوارتز، کلسدونی، کلریت، سروسیت (بسی رنگ)، ژاروسیت	کوارتز، سروسیت، کائولینیت، کلریت (بسی رنگ)، ژاروسیت	کوارتز	شمال خاوری کمر سفید، شمال کالداری آیدر	99MD24b
کوارتز، ریز بلور، چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز، ریز بلور با بافت شانه ای مواردی با بافت شانه ای مشاهده می شوند.	لیتیک کریستال و تریک توف	تخریبی	سیلیسی شدن، فیلیک	پیریت، گوتیت، گالن، کوولیت، آرستو پیریت، اسفالریت	کوارتز، کلسدونی، کلریت، سروسیت	—	شمال خاوری رژگله، کالداری آیدر	99MD25a
کوارتز، ریز بلور، چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز، ریز بلور با بافت شانه ای مشاهده می شوند. کربنات، گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (۴)	پرفیری	سیلیسی شدن	پیریت، گوتیت، آرستو پیریت، اسفالریت، روتیل گالن (۴)	کوارتز، کلسدونی، کربنات، باریت	کوارتز، آپاتیت	شمال خاوری رژگله، کالداری آیدر	99MD25e1
کوارتز، ریز بلور، چنانشین سنگ دیواره شده و رگچه های کوارتز، ریز بلور تا متوسط بلور در مواردی با بلورهای با بافت شعله ای مشاهده می شوند. گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می باشند.	نوعی سنگ آتشفشانی (۴)	پرفیری	سیلیسی شدن	پیریت، آرستو پیریت، اسفالریت، گوتیت، روتیل	کوارتز، کلسدونی	کوارتز، آپاتیت	شمال خاوری رژگله، کالداری آیدر	99MD25e2

ملاحظات	نام سنگ	باقث	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
	؟	؟	سیلیسی شدن	کانیهای فلزی کانی ناشناس، (نقره دار؟)، گالن، اسفالریت، پیریت، کالکوپیریت، کولیت، تتراهدریت، روتیل،	کوارتز، کلسدونی	—	شمال خاوری رژگله، کالدرای آبدر	99MD25f
در مواردی رگچه‌های کوارتز با بلورهایی با باقت موزائیک مشاهده می‌شوند. هماتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می‌باشد	توده نفوذی نیمه عمیق (؟)	پرفیری	قلیایی، سیلیسی شدن	مگنتیت، هماتیت	فلدسپار قلیایی، — یوتیت - قهوه‌ای، کوارتز، کلریت (سبز رنگ)	فلدسپار پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی، کوارتز (؟)	شمال کالدرای آبدر به سمت گدار راویز	99MD27a1
در مواردی رگچه‌های کوارتز با بلورهایی با باقت موزائیک مشاهده می‌شوند. هماتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می‌باشد	توده نفوذی نیمه عمیق (؟)	پرفیری	قلیایی، سیلیسی شدن	مگنتیت، هماتیت	فلدسپار قلیایی، بیوتیت قهوه‌ای، کوارتز، کلریت، سریسیت	فلدسپار پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی، — یوتیت قهوه‌ای، کوارتز (؟)	شمال کالدرای آبدر به سمت گدار راویز	99MD27a

دنباله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	باقت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
ملا حظات بلورهای کوارتز بصورت رگچه‌ای و یا بخشی جانشین سنگ دیواره شده‌اند هماتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می‌باشد.	میکروکوارتز دیوریت نیمه عمیق (۹)	پرفیری	قلیایی، سیلیسی شدن	مگنتیت، هماتیت	کوارتز، بیوتیت قهوه‌ای، فلدسپار آمفیبول فلدسپار قلیایی (۹)	شمال کالدرای آبدر به سمت گدارا و ریز	99MD27b	
در مواردی رگچه‌های کوارتز یا بلورهایی با باقت موزائیک مشاهده می‌شوند. کروولیت، بورنیت (۹) و گوتیت حاصل دگرسانی سوپرژن می‌باشند.	نوعی سنگ آذرین نیمه عمیق (۹)	پرفیری	سیلیسی، قلیایی، سرسیستی، آرژیلی	پیریت، آرستونپیریت کروولیت، بورنیت، کالکوپیریت، گوتیت	کوارتز، فلدسپار قلیایی، سرسیست کاتولینیت	شمال کالدرای آبدر به سمت گدارا و ریز (زون سیلیسی شده) اینی شمال که در سنگهای میکرو دیوریتی یا دگرسانی پتاسیک قدیمی تر تشکیل شده است)	99MD27e	
کوارتز ریز بلور جانشین سنگ دیواره شده ورگچه‌های کوارتز با بلورهایی با باقت شعله‌ای نیز مشاهده می‌شوند. بلورهای پیریت به صورت انتشاری و یا رگچه‌ای مشاهده می‌شوند.	میکرو دیوریت (آندزیت)	پرفیری	فیلیک	پیریت، روتیل	سرسیست، کوارتز، کربنات، کانی رسمی (۹)، کلریت	چاه شماره ۱ (AB1) منطقه آبدر مغزه حفاری از عمق ۲۱۶/۵ متر	AB1-216.5s	



دنباله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
بلورهای پیریت بصورت انتشاری هستند.	میکرو دیوریت (آندزیت)	پر فیبری	فیلیک	پیریت، روتیل	سرسیت، کلسدونی، کوارتز، کانی رسمی	فلدسپار قلیایی	چاه شماره ۱ (AB0) منطقه آبدر مغزه حفاری از عمق ۲۲۶ متر	AB1-226
بلورهای پیریت بصورت انتشاری و یارگچه‌ای مشاهده می شوند.	میکرو دیوریت؟	پر فیبری	فیلیک	پیریت، روتیل	سرسیت، کوارتز، کانی رسمی	فلدسپار قلیایی	چاه شماره ۱ (AB0) منطقه آبدر مغزه حفاری از عمق ۲۲۹ متر	AB1-229
کوارتز بصورت بخش و یارگچه‌ای جانشین سنگ دیواره شده است.	میکرو دیوریت؟	پر فیبری	فیلیک	پیریت، کالکوپیریت	سرسیت، کلریت، کوارتز، روتیل	فلدسپار قلیایی	چاه شماره ۱ (AB0) منطقه آبدر مغزه حفاری از عمق ۲۳۲ متر	AB1-232
قطعات تخریبی این سنگ را خرده سنگهای سیلیسی و کانی سازی شده و خرده سنگهایی با دگرسانی فیلیک و همچنین خرده کانیهای آنها تشکیل می دهند.	سنگ سیلیسی شده‌ای که به وسيله سیدریت ریزولو بر برشی شده است	برشی	سیلیسی شدن، فیلیک	پیریت، اسفالریت، گالن، تتراهدریت، تانتیت، آرسنوپیریت (۹)	سیدریت، کوارتز، سرسیت	—	کانسار سارازارگه های ایی ترمال در عمق ۴۶ متری از گمانه (B3)	B3-46
رگچه‌های کوارتز با بافت شانه‌ای و در مواردی با بلورهای با بافت شعله‌ای که موجب برشی شدن سنگی با دگرسانی فیلیک شده‌اند.	سنگ سیلیسی شده که بخشی از آن به وسيله سیدریت ریزولو بر برشی شده است	برشی	سیلیسی شدن، فیلیک	اسفالریت، پیریت، گالن، تانتیت، آرسنوپیریت (۹)	کوارتز، سرسیت روتیل (۹)، سیدریت	—	کانسار سارازارگه ایی ترمال در عمق ۴۶/۲ متری از گمانه (B3)	B3-46.2

دنیاله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	باقث	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
رگچه های کوآرتز با باقت شانه ای و درموردی با بلورهای با باقت شعله ای که موجب برشی شدن سنگی با دگرسانی فیلیک شده اند.	سنگ سیلیسی که به وسیله سیدریت برشی شده است	برشی	سیلیسی شدن	تانتیت، پیریت، گالن، اسفالریت	کوآرتز، سرسیسیت	کرینات	کانسار سارا رگه ابسی ترمال ازگمانه (B3)	B3-46.7
کوآرتز ترز بلور به صورت بخشی و یا رگچه ای جانشین سنگ دیواره شده است.	آندزیت و یا میکرو دیوریت	پرفیری	فیلیک	پیریت، کالکوپیریت	سرسیسیت، بیوتیت قهوه ای، کوآرتز، کلریت	پلاژیوکلاز، بیوتیت روتیل	کانسار سارا (کانی سازی پرفیری)	B3-267.5
	میکرو دیوریت	پرفیری	سیلیسی، فیلیک	مگنتیت، پیریت، کالکوپیریت، روتیل	کوآرتز، کلریت سبز، سرسیسیت، کرینات	پلاژیوکلاز، بیوتیت	کانسار کوسارا	C3-101
بخش قابل توجهی از سنگ رگچه های باریت و اکسید منگنز تشکیل می دهند. اوپال، اکسید منگنز و گوآرتز حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	؟	؟	سیلیسی شدن	اکسید منگنز گوآرتز، پیریت	باریت، کوآرتز، اوپال، کانفی فیلسیلیکات (؟)	—	خاور بیجو تپه (کالدرای آبدن)	99MD48b
خرده سنگها از نوع آندزیتی (؟) می باشند.	کریستال لیتیک ویتریک توف	تخریبی	فیلیک - کریناتی	پیریت، روتیل (ثانویه)	سرسیسیت، کوآرتز، کلریت، کائولینیت، کانفی رسی (؟)	فلدسپار، پلاژیوکلاز، زیون، کوآرتز (؟)، روتیل (اولیه)	چاه شماره ۱ (AB1) منطقه آبدن مغزه حفاری از عمق ۱۶ متر	AB1-216

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
ملاحظاتی رگچه های کربنات سنگ دیواره را در مواردی بررسی کرده اند (هماتیت) (۴) به احتمال گرمانی می باشد (۴)	آندزیت	پرفیری	قلیایی، کربناتی	مگنتیت، ایلمنیت، هماتیت (۴)، کانی ناشناس (۴)	کربنات، فلدسپار کلیئو، کلیئو پیروکسن (۴)	فلدسپار پلاژیو کلاژ (الیگو کلاژ) فلدسپار قلیایی، هورنبلند قهوه ای، آپاتیت	امامزاده محمد زید (خاور گلاب)	99MD45b
بلورهای ریز کوارتز به طور پراکنده و یا به صورت رگچه ای جانشین سنگ دیواره شده اند.	میکرو دیوریت	پرفیری	فیلیک، قلیایی (۴)	پیریت، روتیل، کالکوپیریت و یاطلا (۴)	سرسیت، فلدسپار قلیایی، کلریت (بی رنگ)، کوارتز	فلدسپار پلاژیو کلاژ (آلبیت - الیگو کلاژ) زیرکون	چاه ABI، کاندرای آبدر (نمونه از عمق ۲۳۲ متر)	ABI-232
گو تیت و هماتیت حاصل دگرسانی سو پرژن مگنتیت و ایلمنیت (۴) می باشند.	میکرو دیوریت	پرفیری	کربناتی - کلریتی (پروپیلیتیک) (۴)	گو تیت، هماتیت	کربنات، کلریت سبز، سرسیت	فلدسپار پلاژیو کلاژ هورنبلند سبز، بیوتیت قهوه ای، آپاتیت	استوک پاقلمه - گلاب	JHPQ1
هماتیت حاصل دگرسانی سو پرژن بلورهای مگنتیت می باشد. کالکوپیریت و پیریت به صورت ادخال در مگنتیت	گرانودیوریت	گرانولار	کلریتی شدن، قلیایی (۴)	مگنتیت، کالکوپیریت، هماتیت	کلریت سبز	فلدسپار پلاژیو کلاژ، فلدسپار قلیایی، کوارتز، فلدسپار قلیایی هورنبلند سبز (۴)، بیوتیت قهوه ای	استوک پاقلمه - گلاب	JHPQ3

ملاحظات	نام سنگ	باقث	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای غیر فلزی	کانیهای فلزی			
هماتیت حاصل دگرسانی سو پرژن بلورهای مگنتیت می باشد. کالکوپیریت و پیریت بصورت ادخال در مگنتیت	کوارتز، مونوزونیت	گرانولار	فلیایی	مگنتیت، هماتیت، پیریت، کالکوپیریت	کانیهای غیر فلزی فلدسپار فلیایی، کربنات، سریسیت	فلدسپار پلاژیو کلاژ، فلدسپار فلیایی، کوارتز، هورنبلند، بیوتیت، کربنات	استوک پاقلعه - گلاب	JHPQ4
	هماتیت - پیروکسن هورنفلس	پرفیری	فلیایی	مگنتیت، هماتیت، گو تیت	فلدسپار فلیایی (۹)، کلیتوپیروکسن، کوارتز، سریسیت	فلدسپار پلاژیو کلاژ، بیوتیت، فلدسپار فلیایی (۹)	استوک پاقلعه - گلاب	JHPQ12
هماتیت حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	گرانو دیوریت - ویا کوارتز دیوریت	گرانولار	فلیایی - فلیک	مگنتیت، هماتیت	فلدسپار فلیایی، کربنات، سریسیت، کربنات	فلدسپار پلاژیو کلاژ، کوارتز، فلدسپار فلیایی، کوارتز، هورنبلند	استوک پاقلعه - گلاب	JHPQ13a
کالکوپیریت به صورت ادخال در تورمالین قرار دارد. گو تیت و هماتیت حاصل دگرسانی سو پرژن می باشند.	کوارتز، مونوزونیت	گرانولار	فلیایی	مگنتیت، کالکوپیریت، گو تیت، هماتیت	فلدسپار فلیایی، تورمالین، کربنات	فلدسپار پلاژیو کلاژ، فلدسپار فلیایی، کوارتز، هورنبلند	استوک پاقلعه - گلاب	JHPQ13b

ملاحظات	نام سنگ	باقت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
—	کوارتز دیوریت	پر فیبری	—	مگنتیت	—	فلدسپار پلاژیو کلاژ، کوارتز، فلدسپار قلیایی، هورنبلند سبز، بیوتیت	استوک باقلعه - گلاب	JHPQ14
گویت حاصل دگرسانی سوپروزن می باشد.	کوارتز دیوریت	گرانولار	پروپیلیتیک، قلیایی	مگنتیت، گویت، کالکو پیریت	فلدسپار قلیایی، سرسیت، کلریت، اپیدوت	فلدسپار پلاژیو کلاژ، کوارتز، فلدسپار کوارتز، کوارتز، فلدسپار قلیایی، هورنبلند سبز، بیوتیت	استوک باقلعه - گلاب	JHPQ15
گویت حاصل دگرسانی سوپروزن بلورهای بیوتیت می باشد.	داسیت	پر فیبری	فیلیک	گویت، پیریت	کوارتز، سرسیت، کلریت	فلدسپار پلاژیو کلاژ، کوارتز	استوک باقلعه - گلاب	JHPQ16
هماتیت حاصل دگرسانی سوپروزن می باشد.	کوارتز دیوریت	گرانولار	کلریتی شدن	مگنتیت، هماتیت	فلدسپار قلیایی، سرسیت، کلریت، کربنات، اپیدوت	فلدسپار پلاژیو کلاژ، کوارتز، فلدسپار قلیایی، هورنبلند سبز، بیوتیت، قهوه ای	استوک باقلعه - گلاب	JHPQ18
سیلیس ریز بلور جانشین سنگ میزبان شده، رگچه های کوارتز - سرسیت نیز دیده می شود. سولفید ها به صورت رگچه و انتشاری وجود دارند.	توف	آذراواری	سیلیسی، فیلیک	پیریت، ارستو پیریت	کوارتز، کلسدونی، سرسیت	—	کالدرای آیدر، شمال غرب امرود (در باغها)	99MD21d

دنباله پیوست ۸

ملاحظات	نام سنگ	بافت	نوع دگرسانی	کانیهای ثانویه		کانیهای اولیه	محل نمونه برداری	شماره نمونه
				کانیهای فلزی	کانیهای غیر فلزی			
	توف	آذر آوری	فیلیک، سیلیسی	ارستروپیریت، پیریت	کلسدونی، سرسیت، کلریت	فلدسپار، کوارتز	کالدرای آبدر، باغ گهر، غرب امرود تپه	99MD26a
خرده سنگهای بسیار متنوع از همه انواع سنگهای این منطقه در برش انفجاری دیده می شود.	برش انفجاری	برشی	فیلیک، پروپیلین، قلیایی	مگنتیت، گروتیت، هماتیت، پیریت، روتیل، پیریت؟	فلدسپار قلیایی، کلریت، بیوتیت، اپیدوت، کوارتز	پلاژیوکلاز، کوارتز	کمپ میدوک	89MD25
کانی سازی غنی در آنکلاواست و نه در دایک دامیت - آندزیت پرفیری	دامیت - آندزیت	پرفیری	سیلیسی، قلیایی	پیروتیت، پیریت، کالکوپیریت، مگنتیت، مارکاسیت، روتیل	کوارتز، بیوتیت، گرینات، کلریت، فلدسپار قلیایی	پلاژیوکلاز	میان کانسارهای میدوک و مسارا	89SR2
بلورهای کوارتز بافت شانهای دارند.			سیلیسی	پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، کولیت، بوریت	کوارتز	---	کانسار گهای چاه مسی	89CM12

فصل پنجم

ژئوشیمی

“بسمه تعالی“

وزارت معادن و فلزات  
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی  
پروژه ارومیه- دختر

## گزارش شرح خدمات ژئوشیمی

توسط:

پيام سودی شعار	رامین هندی
محمد شرف الدین	مسعود فهیمی نیا
مریم دهقان	داود نوروزی
بهرام ابوالقاسمی	آوا اشراق



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه.....	۱
۱- تحلیل داده ها.....	۶
۱-۱- نقش سنگ بستر.....	۶
۱-۱-۱- جدایش جوامع سنگی.....	۶
۱-۱-۲- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه ای.....	۱۱
۱-۲- پردازش داده ها.....	۱۶
۱-۲-۱- پردازش داده های سنسورد.....	۱۶
۱-۲-۲- پردازش داده های جوامع تک سنگی.....	۲۲
۱-۲-۳- پردازش داده های جوامع دو سنگی.....	۲۳
۱-۲-۴- پردازش داده های جوامع سه سنگی.....	۲۳
۱-۳- تخمین مقدار زمینه.....	۲۶
۱-۳-۱- تحلیل ناهمگنی.....	۲۶
۱-۴- تخمین شبکه ای شاخص های غنی شدگی.....	۲۷
۱-۴-۱- تخمین شبکه ای.....	۲۷
۱-۴-۲- شاخص غنی شدگی.....	۳۴
۱-۵- تهیه نقشه های ژئوشیمیائی.....	۳۶
۱-۵-۱- تحلیل رگرسیون چند متغیره.....	۳۶
۱-۵-۱-۱- معرفی روش.....	۳۷
۱-۵-۱-۲- روش محاسبه رگرسیون چند متغیره.....	۳۸
۱-۵-۱-۳- روش مرحله ایی در ورود متغیرها.....	۳۹

۴۰	۱-۴-۵-۱- نتیجه
۵۷	۱-۶- مطالعه تغییرپذیری دانسیته گسلها
۵۷	۱-۶-۱- مقدمه
۵۸	۱-۶-۲- روش مطالعه
۵۸	۱-۶-۳- داده های خام
۵۹	۱-۶-۴- پارامترهای آماری مجموع طول گسلها
۵۹	۱-۶-۵- رسم نقشه دانسیته گسلها
۶۲	۲- مدلسازی
۶۲	۲-۱- روش کار
۶۳	۲-۲- مدل سازی
۶۳	۲-۲-۱- مقدمه
۶۵	۲-۲-۲- مدل های عددی
۶۶	۲-۲-۳- مدل سازی مناطق امیدبخش
۷۷	۳- ارائه مناطق امیدبخش

۴۰	۱-۵-۱-۱- نتیجه
۵۷	۱-۶- مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها
۵۷	۱-۶-۱- مقدمه
۵۸	۱-۶-۲- روش مطالعه
۵۸	۱-۶-۳- داده های خام
۵۹	۱-۶-۴- پارامترهای آماری مجموع طول گسلها
۵۹	۱-۶-۵- رسم نقشه دانسیته گسلها
۶۲	۲- مدلسازی
۶۲	۲-۱- روش کار
۶۳	۲-۲- مدل سازی
۶۳	۲-۲-۱- مقدمه
۶۵	۲-۲-۲- مدل های عددی
۶۶	۲-۲-۳- مدل سازی مناطق امیدبخش
۷۷	۳- ارائه مناطق امیدبخش

## گزارش ژئوشیمی

### - مقدمه

عملیات طراحی شبکه نمونه برداری و نمونه برداری، آنالیز ژئوشیمیایی و مطالعه کانی سنگین نمونه های برداشت شده در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک توسط کارشناسان کشور جمهوری چک انجام گرفته که گزارش آن در سال ۱۳۷۷، ارائه شده است. بر طبق گزارش کارشناسان فوق تعداد ۵۰۸ نمونه کانی سنگین و ۶۰۴ نمونه ژئوشیمی از منطقه برداشت گردیده است. نمونه های کانی سنگین جهت مطالعه به دو جزء تقسیم شده اند، بخش ۲-۱۵/۰ میلی متر جهت مطالعات کانی سنگین و بخش کوچکتر از ۱۵/۰ میلی متر بنام جزء دانه ریز، جهت انجام اندازه گیریهای شیمیایی. که در نتیجه دو سری داده ژئوشیمیایی و یک سری نتایج مطالعات کانی سنگین برای این محدوده ارائه شده است.

جزء دانه ریز کانی سنگین بروش اسپکترومتری نشری برای عناصر *Mo, La, Hg, Cu, Cr, Co, Bi, B, Au, As, Ag, Zn, W, Sn, Sb, Pt, Pb, Ni, Nb* اندازه گیری شده است و در مورد نمونه های ژئوشیمی، دانه بندی کوچکتر از یک میلیمتر برای اندازه گیری عناصر *Cr, Co, Ba, B, Ag, W, Sb, Bi, As, Zn, Sn, Pb, Ni, Mo, Cu* مورد آزمایش قرار گرفته است.

در مورد نتایج آنالیز فوق نکات زیر قابل توجه می باشد:

۱- برای عنصر نقره (*Ag*) در سری داده های ژئوشیمیایی تنها یک مورد بیشتر از حد قابل ثبت گزارش شده است.

۲- حد قابل ثبت برای عنصر آرسنیک، *As*، ۱۵ گرم در تن می باشد که با توجه به مقدار میانگین فراوانی این عنصر در سنگهای مختلف لیتوسفر (حداکثر ۲ گرم در تن برای سنگهای مختلف و ۱۳ گرم در تن برای شیل)، این حد قابل ثبت آزمایشگاه، باعث از دست دادن مناطق پرتانسیل می شود.

۳- در داده های ژئوشیمیایی برای عناصر *W, Sb, Bi* و در نتایج داده های جزء دانه ریز کانی سنگین برای عناصر *Pt, Hg* تمامی داده ها مقداری زیر حد حساسیت دستگاه گزارش شده است.

۴- برای عناصر *Au, Nb* در سری داده های جزء دانه کانی سنگین تنها برای دو نمونه عدد گزارش شده است.

نمونه های ژئوشیمیایی		نمونه های جزء دانه کانی سنگین	
عنصر	قابل ثبت	عنصر	قابل ثبت
<i>Ag</i>	۰/۵ یک نمونه گزارش شده است	<i>Ag</i>	۰/۰۴ یک نمونه گزارش شده است
<i>As</i>	۱۵	<i>As</i>	۱۵
<i>As-II</i>	(همگی سنسورد است)	<i>Au</i>	بجز دو نمونه تمامی اعداد سنسورد است
<i>B</i>	۲	<i>Bi</i>	۰/۲
<i>Ba</i>	۷۵	<i>Co</i>	۱
<i>Bi</i>	۰/۵ (بجز یکی تمامی اعداد سنسورد است)	<i>Cu</i>	۶
<i>Bi-II</i>	تمامی اعداد سنسورد است	<i>Nb</i>	بجز ۲ نمونه تمامی اعداد سنسورد است
<i>Co</i>	۲	<i>La</i>	فقط ۲ نمونه با مقدار ۲۵۰
<i>Cr</i>	۸	<i>Mo</i>	۱
<i>Cu</i>	۱۱	<i>Ni</i>	۳
<i>Mo</i>	۱	<i>Pb</i>	۱۲
<i>Ni</i>	۲	<i>Hg</i>	تمامی اعداد سنسورد است
<i>Pb</i>	۲	<i>Sb</i>	تمامی اعداد سنسورد است
<i>Sb</i>	۱	<i>Sn</i>	۲
<i>Sb-II</i>	همگی سنسورد است	<i>W</i>	تمامی اعداد سنسورد است
<i>Sn</i>	۵ (تنها ۳۰ نمونه موجود است)	<i>Zn</i>	۱۰۵
<i>W</i>	۶	<i>Cr</i>	۹۲
<i>W-II</i>	تمامی اعداد سنسورد است	<i>B</i>	۳
<i>Zn</i>	۲	<i>Pt</i>	تمامی اعداد سنسورد است

\* عناصری که با پسوند «II» مشخص شده اند در جمهوری چک آنالیز شده اند.

همانگونه که در جدول پیداست حد قابل ثبت برخی از عناصر بسیار بالا می باشد که به همین دلیل در مورد عناصری مانند *Au, Hg, Sb, As* آنومالیهای درجه ۲ نیز در هنگام مدلسازی بعنوان آنومالی درجه یک در نظر گرفته شده اند.

کارشناسان کشور جمهوری چک پس از بررسی و پردازش داده های ژئوشیمی، جزء دانه ریز کانی سنگین، کانی سنگین و رادیومتری، شش منطقه را بعنوان نقاط امیدبخش در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک ارائه داده اند. وسعت نه منطقه مشخص شده توسط گروه مذکور در حدود ۵۵۰ کیلومتر مربع می باشد که معادل بیست و یک درصد کل سطح برگه شهر بابک است. لذا انجام پردازش مجدد و کاهش مساحت مذکور اجتناب ناپذیر می باشد.

هدف نهایی عملیات اکتشاف سیستماتیک در کمربند ولکانیکی ارومیه - دختر، معرفی مساحتی معادل یک درصد از کل مساحت ده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ واقع در کمربند مذکور می باشد که سطحی معادل ۲۵۰ کیلومتر مربع را شامل می شود البته در برخی برگه ها با توجه به مساحت کم رخنمون سنگی مساحت معرفی شده کمتر از ۲۵ کیلومتر مربع و در دیگر برگه ها با توجه به مساحت زیاد رخنمونهای سنگی و یا مناطق آنومال، بیشتر از مقدار مذکور خواهد بود.

معرفی مناطق امیدبخش برای هر برگه منوط به انجام عملیات ژئوفیزیک زمینی در منطقه است و پیش از انجام عملیات مذکور، مناطق معرفی شده برای هر برگه، نهایی نخواهد بود.

در برگه شهر بابک پس از بررسی مجدد آنالیزهای شیمیایی و کانی سنگین گزارش شده توسط چکها، پردازش مجدد بر روی داده ها انجام گرفت. مرحله بعدی تعیین سنگهای بالا دست حوزه آبریز هر نمونه و حذف اثر لیتولوژی برای نمونه ها و تعیین شاخص غنی شدگی آنها می باشد. سپس قطعه های مربوط به حوزه های آبریز هر نمونه، با توجه به توپوگرافی هر حوزه، جهت تخمین شبکه ای مشخص گردیده است. پس از آن برای شاخصهای غنی شدگی عناصر، تحلیل رگرسیون چند متغیره انجام گرفت.

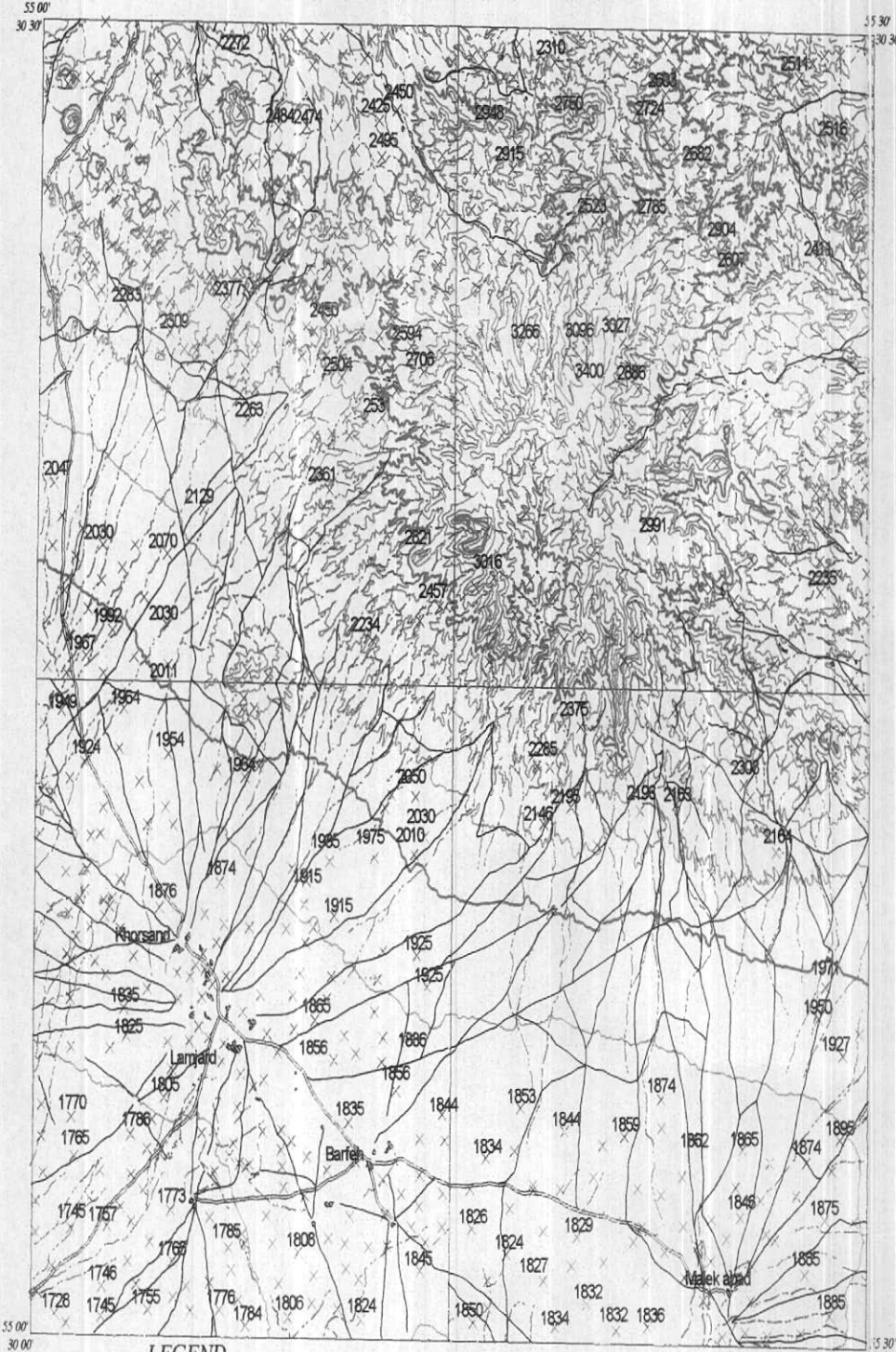
در مرحله بعدی برای جدایش هر چه بهتر مناطق آنومال  
 نتایج آنالیز ویژگی، آماره  $U$  محاسبه می گردد. این روش با  
 الگوریتم ریاضی بسیار قوی خود می تواند در مناطقی که آنومال  
 هستند، این روند را بطور واضح نشان دهد و با تقلیل ساختار  
 دارای پیوستگی، مناطق امیدبخش را با اعتبار بیشتری مشخص  
 عملیات فوق برای هر دو سری آنالیز گزارش شده تر  
 (آنالیز نمونه های ژئوشیمی و جزء دانه ریز کانی سنگین) از  
 نقشه شامل یک نقشه ترکیب نتایج آماره  $U$  بر روی ضرایب  
 متغیره آنها برای داده های ژئوشیمیایی و همین نقشه برای داده  
 تهیه شده است که به انضمام نقشه کانی سنگین و نقشه ترکیب  
 نقشه برای معرفی مناطق آنومال در این برگه ارائه شده است  
 با در نظر گرفتن یک درصد بالایی مقادیر حاصله بعنوان  
 محدوده هایی مشخص گردید که البته برای عناصر طلا بعلت  
 تشکیل و تشخیص این عنصر؛  $2/5$  درصد بالایی مقادیر بعبر  
 شده است که با تلفیق محدوده های فوق با یکدیگر نقشه مناس  
 است. در این نقشه ۳۸ منطقه بعنوان نقاط امید بخش ژئوشیمی  
 از آن جهت مطالعات صحرایی در اختیار گروه سنگ شناسی  
 پس از ارائه گزارش گروه های سنگ شناسی، تکتونیک  
 اطلاعات حاصله در مورد ۳۸ منطقه معرفی شده توسط گروه  
 مدلسازی کانسارها<sup>(۲)</sup> هفت محدوده تحت مدلسازی قرار  
 این گزارش آمده است.

بر زمینه ب  
 اهیت ف  
 پیوستگی  
 و تقوی  
 اسان جمهو  
 در نتی  
 و رگرسی  
 انه ریز کانی  
 فوق در مناط  
 بخش، در  
 و شرایط  
 آنومال در  
 ژئوشیمی  
 گردید که  
 است.  
 و ژئوفیز  
 با بکارگیری  
 اینج آن به






لازم به ذکر است بررسی داده‌های ژئوشیمیایی، اطلاعات دورسنجی و داده‌های ژئوفیزیک هوایی در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک بیانگر این نکته است که مناطق پربتانسیل در این برگه محدود به مناطق پیشنهاد شده قبلی (توسط گروه چک) نمی‌باشد. پس می‌بایست در تحلیل آنومالیهای ژئوشیمیایی از کل داده‌های برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ استفاده گردد و به محدوده‌های فوق‌الذکر اکتفا نشود. لذا در داده‌پردازی بر روی داده‌ها این نکته در نظر گرفته شده است.



TOPOGRAPHY MAP OF SHAHR-E-BABAK



LEGEND

-  Drainage
-  Major Contour
-  Minor Contour
- Elevation*
-  First-class-road
-  Second-class-road

SCALE 1:300,000

MAP NO.2



## ۱- تحلیل داده ها

### ۱-۱- نقش سنگ بستر

#### ۱-۱-۱- جدایش جوامع سنگی

یکی از اساسی ترین فرضهای لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی، همگن بودن آنهاست (یک جامعه بودن) و هرگونه انحراف در صحت چنین فرضی می تواند کم و بیش موجب انحرافات در تحلیل داده ها گردد و نهایتاً به نتایج ناصحیحی منجر شود. یکی از متغیرهای محیطهای سطحی که می تواند موجب ناهمگنی در جامعه ژئوشیمیایی گردد، نوع سنگ بستر رخنموندار است که نقش منشاء را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها بازی می کند. از آنجا که تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه ای می تواند زیاد باشد از طرفی مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی در این سنگها تا چندین برابر ممکن است تغییر کند، بنابراین فاکتور تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات، بنظر می رسد یکی از مهمترین عوامل ایجاد ناهمگنی در جامعه نمونه های ژئوشیمیایی باشد. بدین لحاظ در این گزارش سعی شده تا پردازش داده ها برای جوامع مختلف نمونه های ژئوشیمیایی، صورت پذیرد. از آنجا که هر رسوب آبراهه ای فقط از سنگهای بالا دست مشتق می شود، تقسیم بندی این جوامع بر اساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنموندار موجود در بخش بالا دست محل هر نمونه صورت پذیرفته است. با توجه به نقشه زمین شناسی و موقعیت هر نمونه، کل جامعه نمونه های مورد بحث در این برگه به زیر جوامع زیر تقسیم یافته است. لازم به یادآوری است که برای تهیه نقشه ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰، وجود نقشه های زمین شناسی در همین مقیاس الزامی است.

در زیر رده بندی نمونه های ژئوشیمیایی بر حسب تعداد سنگ بالادست آورده می شود:

الف - زیر جامعه تک سنگی: ۱۰۵ نمونه (در شش تیپ سنگ مختلف)

ب - زیر جامعه دو سنگی ۱۴۹ نمونه (شامل پنج تیپ مجموعه دو سنگی)

ج - زیر جامعه سه سنگی ۱۰۴ نمونه (شامل پنج تیپ مجموعه سه سنگی)

د - زیر جامعه نمونه هائی که تعداد آنها در هر تیپ مجموعه سنگی به حد نصاب تشکیل

یک جامعه مستقل نرسیده است (کمتر از ۱۰ نمونه) و توسط آنالیز خوشه ای به دو گروه

POP1 با ۹۳ نمونه و POP2 با ۱۰۱ نمونه تقسیم شده است.

زیر جامعه تک سنگی شامل آندسته از نمونه های ژئوشیمیایی است که در بالا

دست محل برداشت نمونه در حوضه آبریز مربوطه، فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون

داشته است. بعبارت دیگر منشأ این رسوبات آبراهه ای فقط یک نوع سنگ است.

زیر جامعه دو سنگی از مجموع نمونه های ژئوشیمیایی تشکیل یافته است که در

بالا دست محل برداشت آنها، دو نوع سنگ بستر در حوضه آبریز مربوطه رخنمون

داشته است. این تقسیم بندی در پردازش داده ها از آن جهت اهمیت دارد که به ما اجازه

می دهد تا در هنگام محاسبه مقدار زمینه و حد آستانه ای برای هر محیط مشابه بطور

جداگانه عمل کرده و از این طریق به درجه همگنی جامعه مورد بررسی کمک کنیم.

علائم اختصاری بکار برده شده برای جنس سنگها در جدول (۱-۱) آورده شده است.

داده های مربوط به ۲۹۲ نمونه جزء دانه ریز کانی سنگین، نتایج زیر را بدست

می دهد:

الف - زیر جامعه تک سنگی: ۷۸ نمونه (در ۵ تیپ سنگ مختلف)

ب - زیر جامعه دو سنگی: ۱۱۹ نمونه (شامل ۵ تیپ مجموعه دو سنگی)

ج - زیر جامعه سه سنگی: ۹۱ نمونه (شامل ۳ تیپ مجموعه سه سنگی)

د - زیر جامعه نمونه هائی که تعداد آنها در مجموعه های سنگی به حد نصاب لازم جهت

Histogram of Distribution of the Upstream Total Rock Types for the Stream Sediment Samples in Shahr-babak 1/100,000 Sheet.

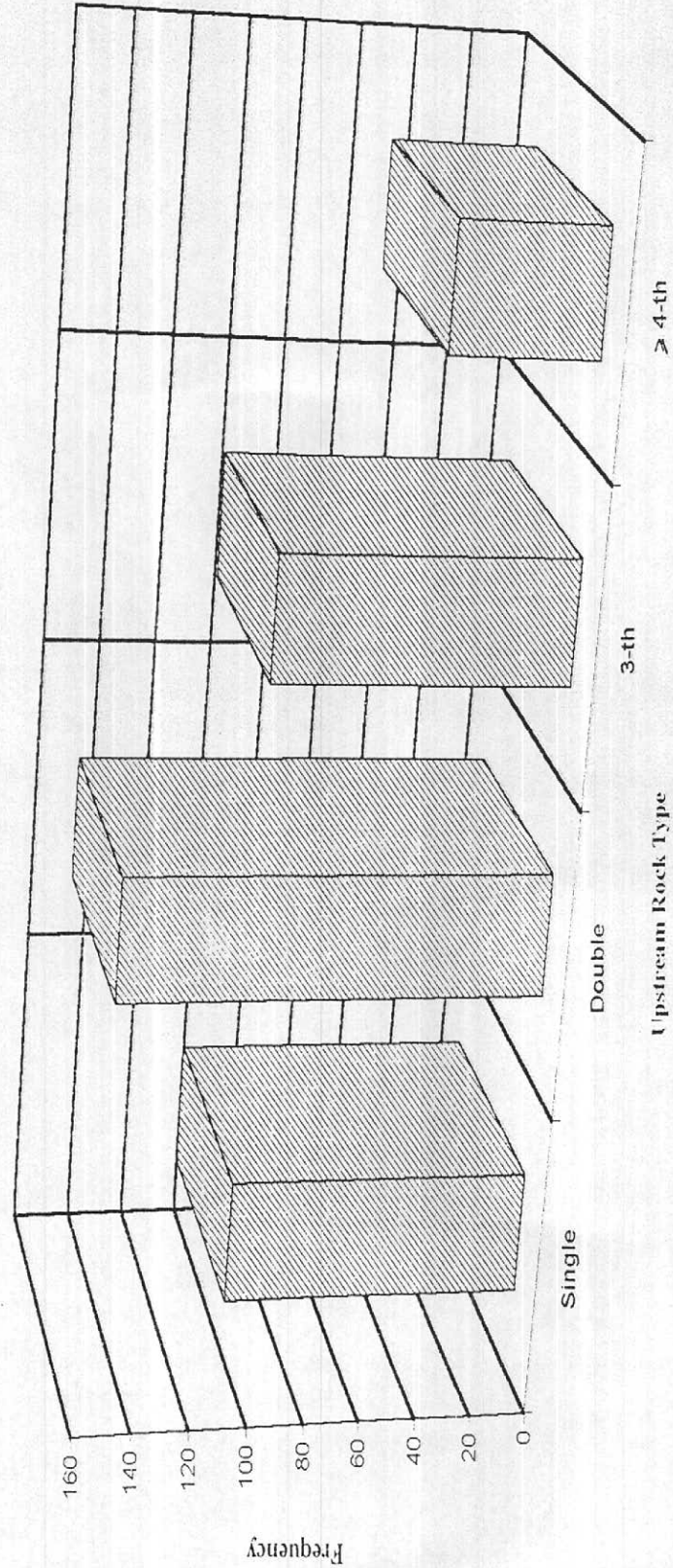


Fig. 1-1

تشکیل یک جامعه مستقل نرسیده است (کمتر از ۱۰ نمونه) که توسط آنالیز خوشه ای به دو گروه *POP1* با ۷۹ نمونه و *POP2* با ۹۲ نمونه تقسیم شده است.

جدول (۱-۱): علائم اختصاری و خلاصه سازی مرحله اول جنس سنگها

<i>Etb / Ettb - Etb - Etab</i>	سنگهای بازیک
<i>Ngp / Ngp - Ngpy</i>	سنگهای پیروکلاستیک
<i>a / a - Aa - Eab - d - b - K<sub>23</sub></i>	سنگهای متوسط تا بازیک
<i>EL / L - EL - ELm - K<sub>2c</sub></i>	سنگهای رسوبی شیمیایی
<i>RS / E - Rs - RS - ELf</i>	سنگهای رسوبی دانه ریز
<i>EC / EC - NgC</i>	سنگهای رسوبی دانه درشت
<i>t / t - Et - Ets</i>	توف
<i>gd / gd - dc - (dc - a)</i>	سنگهای اسیدی
<i>EV</i>	سنگهای ولکانیک ائوسن
<i>NgVC</i>	ماسه سنگ و کنگلومرای ولکانیکی

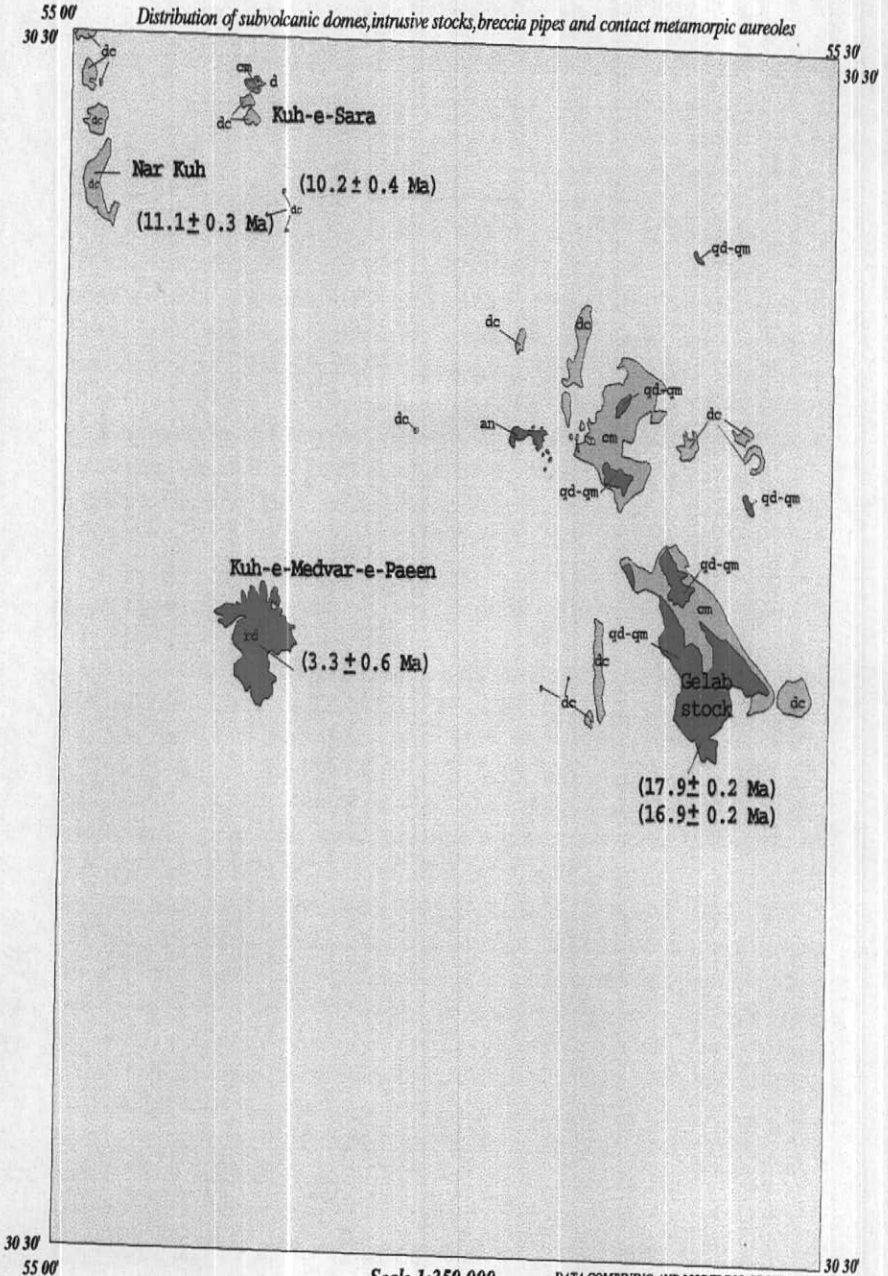
در مورد نمونه های کانی سنگین نیز علائم اختصاری بکار رفته برای جنس سنگها از جدول (۱-۱) تبعیت می نماید.

شکل (۱-۱) هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه های ژئوشیمیایی را بر اساس تعداد سنگ بالا دست آنها در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک نشان می دهد. همچنین شکل (۱-۲) هیستوگرام توزیع نمونه های کانی سنگین را بر اساس تعداد سنگهای بالا دست نمایش می دهد.

همانطور که در بند «د» رده بندی نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین ذکر شد جوامع سنگی که تعداد نمونه های موجود در آنها به حد نصاب تشکیل یک جامعه مستقل نرسیده اند

SHAHR-E-BABAK

Distribution of subvolcanic domes, intrusive stocks, breccia pipes and contact metamorphic aureoles



LEGEND

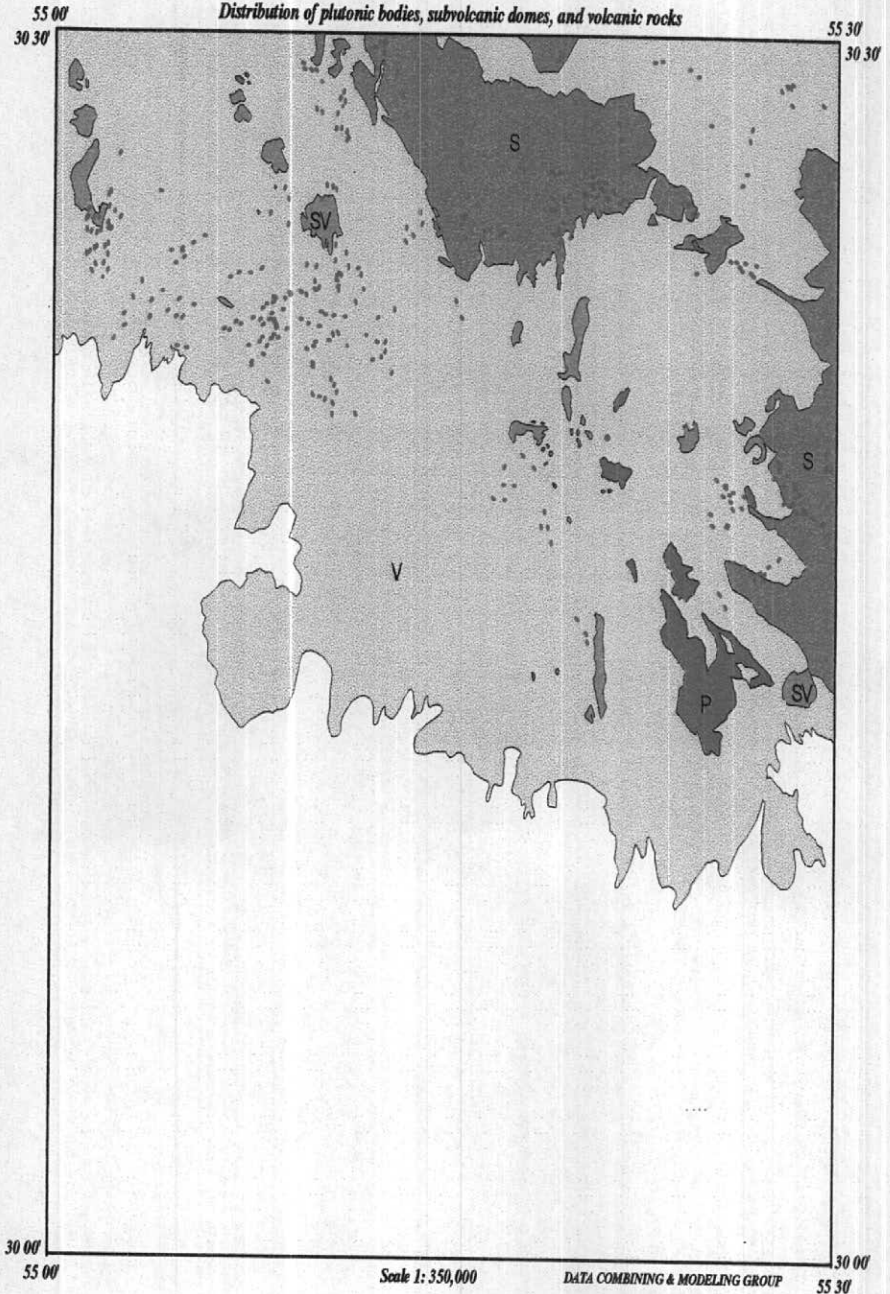
- an Pliocene subvolcanic andesites & flow domes
- dc Miocene-Pliocene subvolcanic dacites (domes & flow domes)
- rd Pliocene rhyodacite domes
- cm Contact metamorphic rocks
- qd-qm Miocene quartzmonzonite-quartzdiorite stock (only partly unroofed); covered to the west by the younger volcanoclastics
- d Neogene equigranular diorite with contact metamorphic aureole



MAP NO. 4

# SHAHR -E- BABAK

Distribution of plutonic bodies, subvolcanic domes, and volcanic rocks



## LEGEND

- P** Plutonic bodies
- S** Sedimentary rocks
- SV** Subvolcanic intrusions
- V** Volcanic and volcanoclastic rocks
- ..... Dikes (undifferentiated)

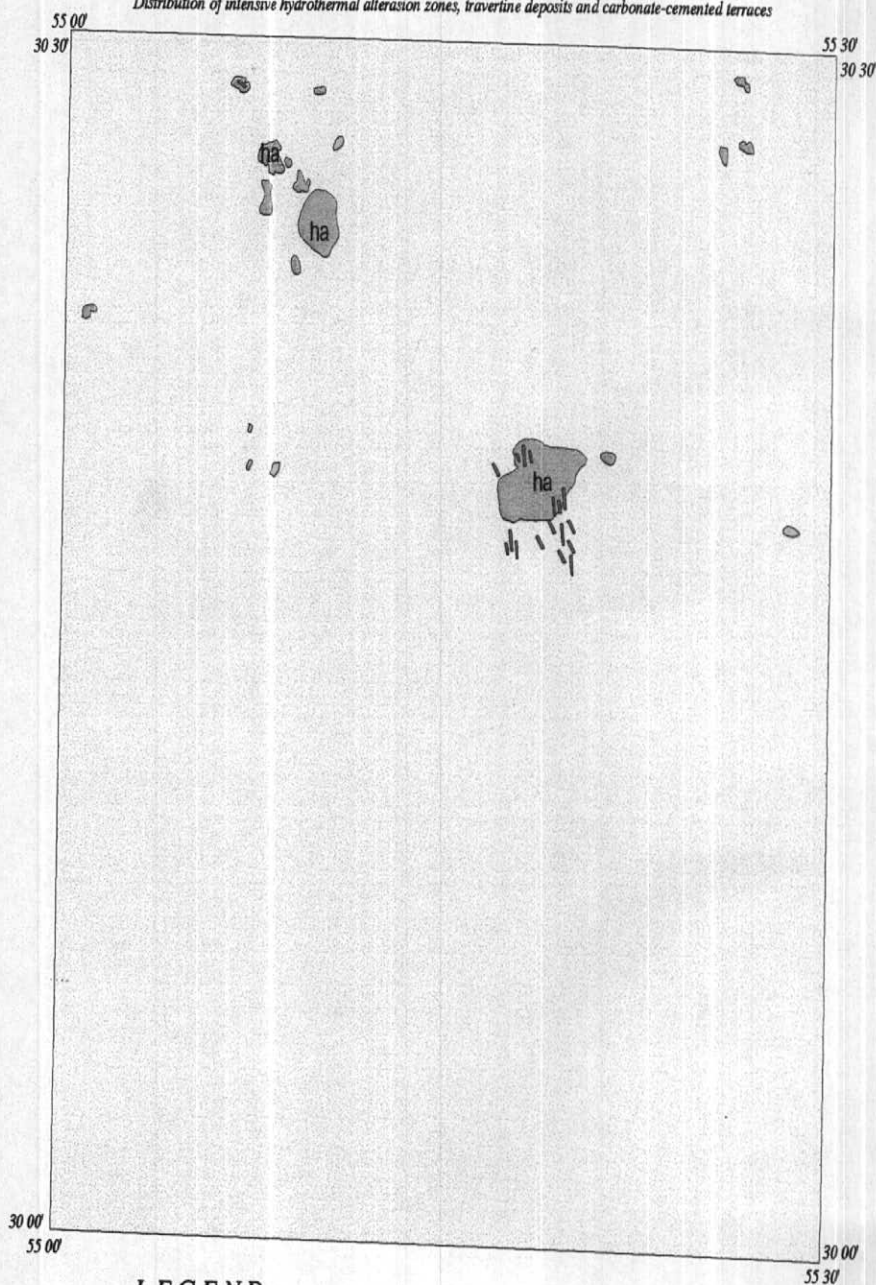


Map No.5






# SHAHR -E- BABAK

Distribution of intensive hydrothermal alteration zones, travertine deposits and carbonate-cemented terraces



## LEGEND

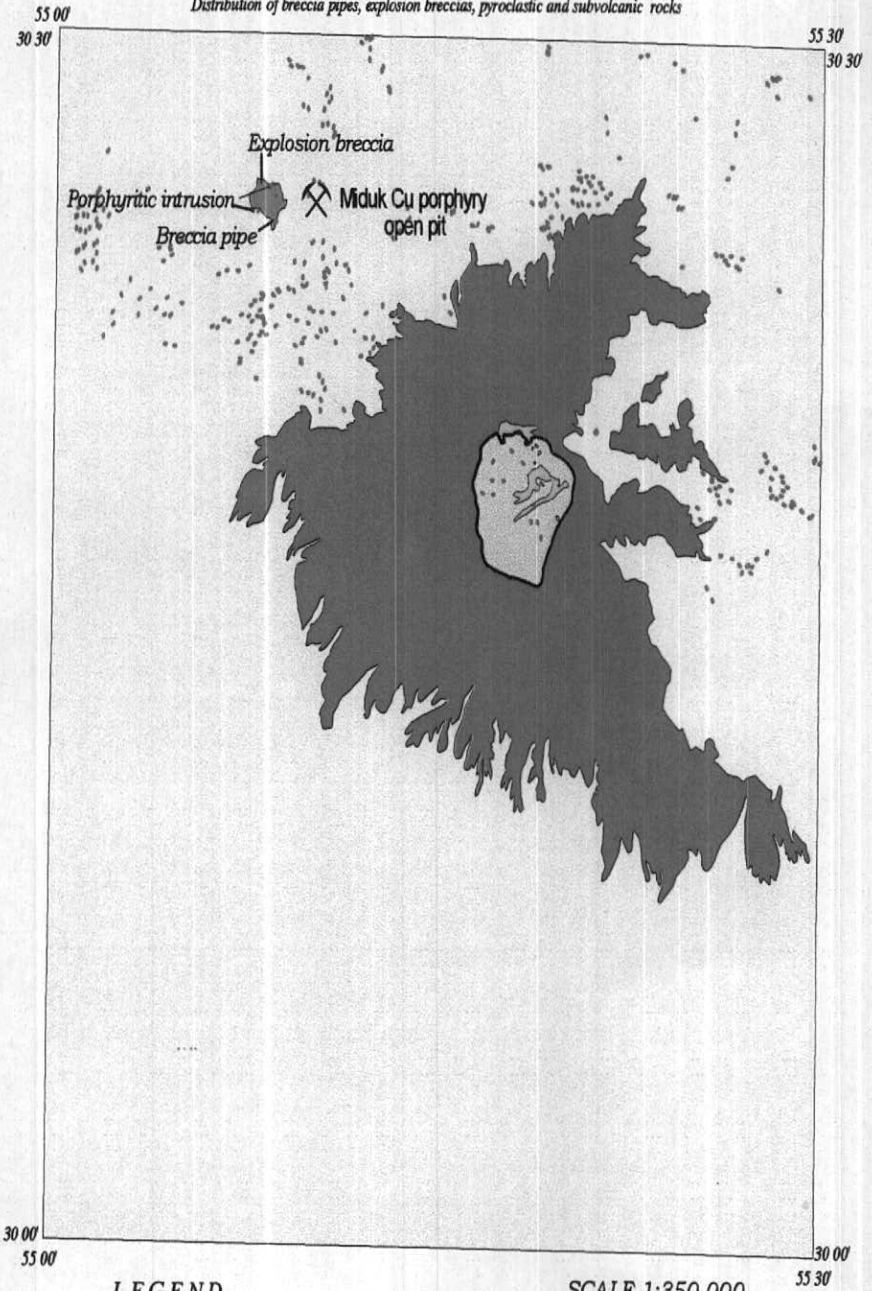
-  *ha* Extensive hydrothermal alteration zones
-  *t* Travertine & carbonate-cemented terraces
-  Silicified zones with argillic halos extensively developed in the Abdar caldera

SCALE 1:350,000

MAP NO. 6






# SHAHR -E- BABAK

Distribution of breccia pipes, explosion breccias, pyroclastic and subvolcanic rocks



## LEGEND

SCALE 1:350,000

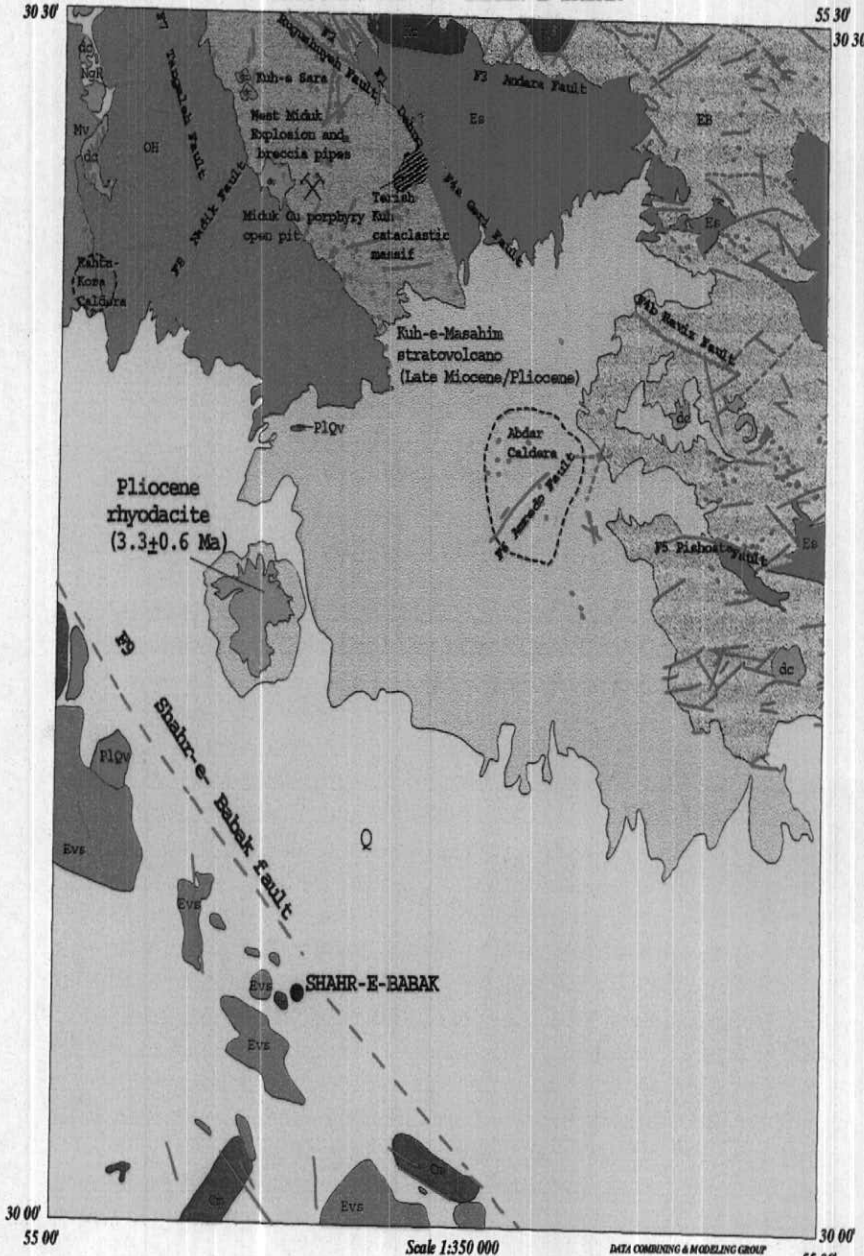
-  Volcanic explosion breccias and pyroclastic rocks of the Kuh-e-Masahim stratovolcano & Abdar caldera
-  Association of volcanic explosion breccias and porphyritic subvolcanics as needles & dikes
-  Bimodal volcano (Kuh-e-Masahim stratovolcano) and bimodal caldera (Abdar caldera)
-  Intrusive bodies outcropping in the Abdar caldera
-  Dikes (mostly porphyritic dacites and andesites of Miocene age)

MAP NO. 7

55 00  
30 30

**TECTONIC MAP OF SHAHR-E-BABAK**

55 30  
30 30



Scale 1:350 000

DATA COMPILING & MODELING GROUP

55 30  
30 00

**LEGEND**

- |          |  |  |
|----------|--|--|
|          |  | Pliocene-Quaternary olivine basalts  |
|          |  | Late Miocene/Pliocene-dacite-rhyodacite domes & explosion breccias   |
|          |  | Miocene andesites and related volcanoclastic rocks   |
|          |  | Neogene continental red beds   |
| A r c    |  | Oligocene Hezar volcanic complex with strong shoshonitic to alkaline tendencies  |
|          |  | Eocene Razak volcanic complex (mainly medium to high-K andesites & volcanoclastics) intruded by Miocene to Pliocene quartzmonzonites and tonalites |
|          |  | Lower Eocene sedimentary complex (mainly flysch and limestone)   |
|          |  | Cretaceous carbonates  |
| Fore-arc |  | Dasht cover  |
|          |  | Eocene volcanic & sedimentary rocks  |
|          |  | Ophiolite: Remnants of the peri-east central Iran oceanic lithosphere (Late Cretaceous-Early Tertiary)   |

**SYMBOL**

- |  |   |
|--|---|
|  | Strike slip fault (mostly conjugate shear)                                |
|  | Reverse fault   |
|  | Trace of anticline axis   |
|  | Dikes   |
|  | Caldera (ring fracture system, steep normal fault)                        |
|  | Dynamometamorphosed volcaniclastic rock of unknown age (Terishkuh massif) |

Map No.8

Histogram of Distribution of the Upstream Total Rock Types for the Stream Sediment Samples in Shahr-babak 1/100,000 Sheet.  
( Based on Fine Fraction Heavy Mineral )

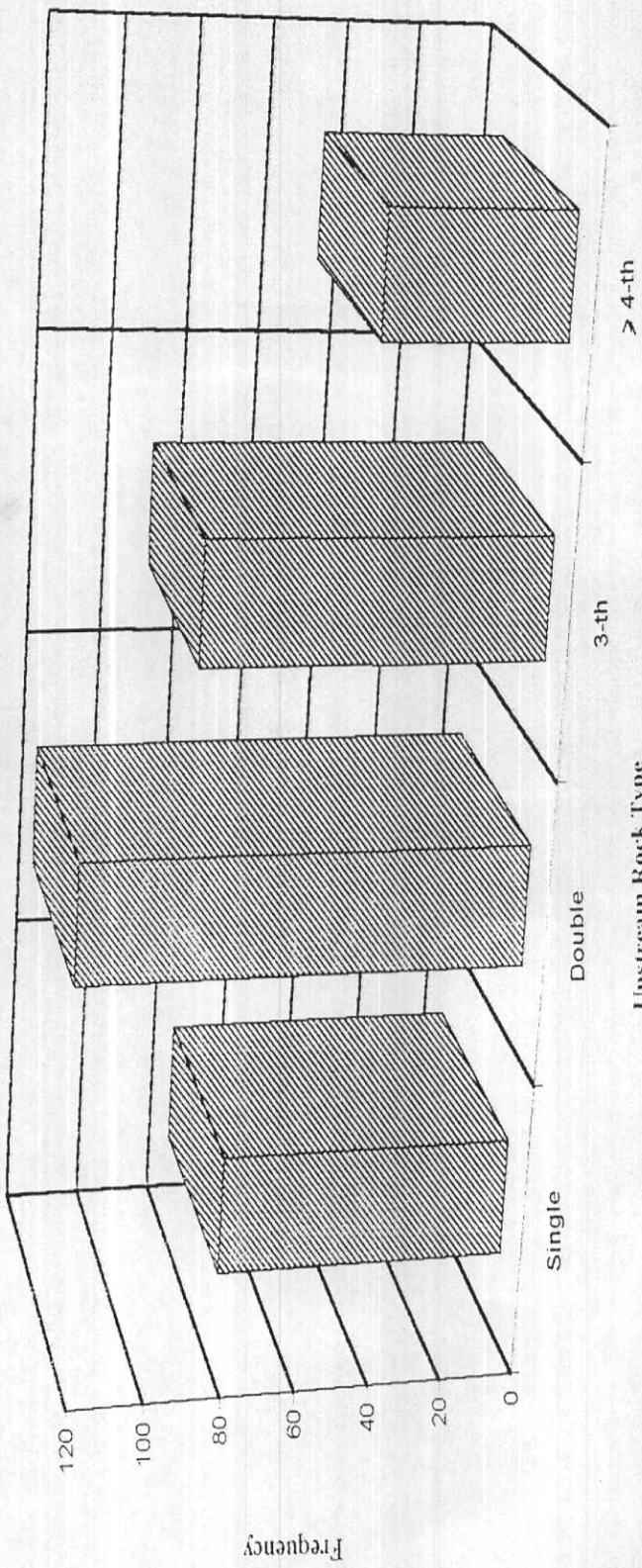


Fig. 1-2

توسط آنالیز خوشه‌ای در گروه‌های نسبتاً همگن قرار داده شده‌اند که دندروگرام آنالیز خوشه‌ای نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین بترتیب در شکل‌های (۳-۱) و (۴-۱) قابل مشاهده می‌باشد. لازم به ذکر است که در آنالیزهای خوشه‌ای فوق از روش «وارد»<sup>(۱)</sup> استفاده شده است.

## ۲-۱-۱- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه‌ای

### الف - نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالیهای کاذب

از آنجا که مقدار اندازه‌گیری شده هر عنصر در سنگ و یا رسوب آبراهه را می‌توان به دو مؤلفه سنزنتیک (وابسته به زایش سنگ) و اپی ژنتیک (وابسته به کانی‌سازی احتمالی) تقسیم کرد. لذا بعضی از آنومالیهای ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی‌سازی نبوده، بلکه تغییرات لیتولوژی آنها را ایجاد می‌کند. عناصری که در سنگهای اولترامافیک و حتی مافیک دارای مؤلفه‌های سنزنتیک قوی می‌باشند شامل عناصر *Mn, Cr, V, Ni, Co* بوده که معمولاً در کانه‌هایی با وزن مخصوص بالا ظاهر می‌شوند.

در مناطق خشک که هوازدگی شیمیایی فعال نمی‌باشد، این مجموعه بیشتر در ذرات درشت تر ظاهر می‌شود. بنابراین برداشت نمونه‌های دانه ریز تر برای رهایی از آنومالیهای دروغین این عناصر مناسب تر می‌باشد.

عناصری که با سنگهای فلسیک بیشتر همراه می‌باشند و مؤلفه‌های سنزنتیک بزرگتری دارند و از اینرو ممکن است آنومالیهای دروغین ایجاد کنند، شامل *Sr, Pb, Ba, Be* می‌باشند که بصورت محلول جامد در کانه‌های سازنده سنگ مانند فلدسپاتها و میکاها جای می‌گیرند. در مورد سنگهای رسوبی باید توجه داشت که در حوضه‌های آبریز دو نوع سنگ رسوبی ایجاد مشکل می‌کنند. یکی سنگهای آهکی و دولومیتی است که در آنجا جزء کانی

1- Ward



سنگین ممکن است از باریت، سلسترین و آپاتیت غنی باشند در حالیکه سایر کانیهای سنگین آنقدر کم یافت می شوند که ممکن است مورد استفاده ای نداشته باشند. مورد دوم شیلها، بخصوص شیلهای سیاه رنگ غنی از مواد آلی هستند که در آنها مقدار زمینه تعداد زیادی از عناصر کانساری بالاست و در نتیجه پتانسیل<sup>۵</sup> زیادی برای تولید آنومالیهای دروغین دارند.

#### ب - تغییر پذیری سنگ بستر

از آنجا که طبق شرح خدمات می بایستی سنگ بستر رخنموندار واقع در بالادست نمونه های برداشت شده از رسوبات آبراهه ای در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک مورد بررسی قرار گیرد، تفکیک نوع سنگها در مسیر آبراهه های بالادست در حوضه آبریز، مطابق آنچه که در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک گزارش شده است، اقدام گردید. این امر موجب می گردد تا نمونه های متعلق به هر جامعه از سنگهای بالادست در حد امکان همگن و از نظر آماری امکان بررسی آنها تحت یک جامعه بوجود آید.

#### ج - بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنموندار در منطقه

تیپ سنگهای موجود در منطقه تحت پوشش در دو مرحله مورد مشابه سازی قرار گرفته اند. در مرحله اول عمدتاً عامل زمان مؤثر نمی باشد. بدین معنی که اگر سنگ بالادست رخنموندار در آبراهه از جنس آهک است، چه این آهک متعلق به پالئوزوئیک و یا کرتاسه باشد، اثری در طبقه بندی نداشته و هر دو بعنوان یک جامعه سنگ بالادست مورد بررسی قرار می گیرند. علت آنکه گاهی نمی توان تفکیکهای زمانی روی سنگهای مشابه انجام داد آن است که در نهایت تعداد جوامع سنگی بالادست آنقدر افزایش خواهد یافت که در هر جامعه فقط چند نمونه ممکن است یافت شود که تحلیل آماری روی آنها خطای بیشتری تولید خواهد کرد. این امر موجب کاهش شدید دقت تخمینهای بعدی خواهد شد.

خلاصه سازی مرحله دوم شامل نسبت دادن هر یک از کلاسهای فوق به رده معینی از سنگهای آذرین، دگرگونی و یارسویی است که حتی الامکان داده های جهانی آنها مورد مطالعه قرار گرفته و در دسترس می باشد. جدول (۱-۲) این خلاصه سازی را نشان می دهد.

جدول (۱-۳) مقدار فراوانی عناصر مورد بررسی را در دو تیپ رسوبی فراوان در منطقه و در سه تیپ سنگ آذرین با گسترش نسبتاً زیاد در منطقه نشان می دهد. ستون آخر این جدول برای هر عنصر معین نسبت مقدار حداکثر به حداقل مقادیر کلارک را نشان می دهد. از این نقطه نظر، اکثر عناصر نسبت به سنگ بستر رخنموندار در حوضه آبریز، حساسیت نشان می دهند. بیشترین حساسیت از آن کبالت با ضریب ۴۸۰ (ماکزیمم مقدار آن در سنگهای بازیک و حداقل آن در سنگهای آهکی است) و سپس مس (۸۷)، باریم (۸۴)، نیکل (۶۵)، کرم (۱۷)، مولیبدن (۱۳) و آرسنیک (۱۳) می باشد. مینیمم تغییر پذیری را عنصر بیسموت نشان می دهد (با ضریب ۱/۴). این ارقام نشان می دهند که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز، تا آنجائیکه به لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می شود، شدت تغییر پذیر بوده و بدون نرمالایز کردن مقدار عنصر نسبت به جنس سنگهای بالادست در حوضه آبریز، امکان دستیابی به یک جامعه همگن که بتوان بر اساس آن مقادیر زمینه، حد آستانه ای و آنومالی را در آنها مشخص نمود، غیر ممکن می باشد.

جدول (۱-۲): خلاصه شده سنگهای رخنموندار در حوضه های آبریز

در محدوده برگه ۱  
شهر بابک  
۱۰۰,۰۰۰

رسوبی	رسوبی شیمیایی	آهک
	آواری شیمیایی	مارن
	آواری	ماسه سنگ - کنگلومرا
	رسوبات آتشفشانی	توف - خاکستر آتشفشانی - کنگلومرا
آذرین	اسیدی	گرانیت - کوارتز دیوریت - داسیت
	متوسط	آندزیت - بازالت - اسپیلیت - دیوریت - دیاباز
دگرگونی	سنگهای دگرگونی درجه پائین	کلریت شیست - سرسیت شیست



خلاصه سازی مرحله دوم شامل نسبت دادن هر یک از کلاسهای فوق به رده معینی از سنگهای آذرین، دگرگونی و یارسویی است که حتی الامکان داده های جهانی آنها مورد مطالعه قرار گرفته و در دسترس می باشد. جدول (۱-۲) این خلاصه سازی را نشان می دهد.

جدول (۱-۳) مقدار فراوانی عناصر مورد بررسی را در دو تیپ رسوبی فراوان در منطقه و در سه تیپ سنگ آذرین با گسترش نسبتاً زیاد در منطقه نشان می دهد. ستون آخر این جدول برای هر عنصر معین نسبت مقدار حداکثر به حداقل مقادیر کلارک را نشان می دهد. از این نقطه نظر، اکثر عناصر نسبت به سنگ بستر رخنموندار در حوضه آبریز، حساسیت نشان می دهند. بیشترین حساسیت از آن کبالت با ضریب ۴۸۰ (ماکزیم مقدار آن در سنگهای بازیک و حداقل آن در سنگهای آهکی است) و سپس مس (۸۷)، باریم (۸۴)، نیکل (۶۵)، کرم (۱۷)، مولبدن (۱۳) و آرسنیک (۱۳) می باشد. مینیم تغییر پذیری را عنصر بیسموت نشان می دهد (با ضریب ۱/۴). این ارقام نشان می دهند که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز، تا آنجائیکه به لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می شود، شدت تغییر پذیر بوده و بدون نرمالایز کردن مقدار عنصر نسبت به جنس سنگهای بالا دست در حوضه آبریز، امکان دستیابی به یک جامعه همگن که بتوان بر اساس آن مقادیر زمینه، حد آستانه ای و آنومالی را در آنها مشخص نمود، غیر ممکن می باشد.

جدول (۱-۲): خلاصه شده سنگهای رخنموندار در حوضه های آبریز

در محدوده برگه ۱  
شهریابک  
۱۰۰,۰۰۰

رسوبی	رسوبی شیمیایی	آهک
	آواری شیمیایی	مارن
	آواری	ماسه سنگ - کنگلومرا
	رسوبات آتشفشانی	توف - خاکستر آتشفشانی - کنگلومرا
آذرین	اسیدی	گرانیت - کوارتز دیوریت - داسیت
	متوسط	آندزیت - بازالت - اسپیلیت - دیوریت - دیاباز
دگرگونی	سنگهای دگرگونی درجه پائین	کلریت شیست - سرسیت شیست

Table 1-3 : Clark Values and Max/Min Ratio of the Clark Values in Similar Lithology of Shahrababak 1/100,000 Sheet.

Variables	SEDIMENTARY ROCKS			IGNEOUS ROCKS			Max/Min
	LM	CS		ACIDIC	INTERMEDIATE	BASIC	
V	20	20		44	150	250	12.5
Cr	11	35		10	55	170	17.0
Mn	400	400		400	1200	1200	3.0
Co	0.1	0.3		1	9	48	480.0
Ni	2	2		4.5	50	130	65.0
Cu	4	1		10	40	87	87.0
Zn	20	16		39	75	105	6.6
As	1	1		1.5	2	2	2.0
Mo	0.4	0.2		1.3	1.1	1.5	7.5
Sn	0.n	0.n		3	1.6	1.5	2.0
Sb	20	0.n		20	20	20	1.0
Ba	10	-		840	380	330	84.0
W	0.6	1.6		2.2	1.2	0.7	3.7
Au(ppb)	-	-		0.8	2.8	3.6	4.5
Hg(ppb)	45	74		67	75	65	1.7
Pb	9	7		19	12	6	3.2
Ag	0.0n	0.0n		0.04	0.07	0.11	2.8
Fe	8300	28000		25000	55000	84000	10.1
Bi	-	-		0.01	0.008	0.007	1.4
Tl	1200	3000		2700	6000	8000	6.7

## ۱-۲-۱- پردازش داده‌ها

نحوه پردازش داده‌ها در این پروژه به ترتیب زیر بوده است:

اخذ فایل مربوط به نتایج داده‌های ژئوشیمیایی، جزء دانه ریز کانی سنگین و کانی سنگین، کنترل و الحاق مختصات *UTM* و اطلاعات لیتولوژیکی مربوط به سنگهای بالادست هر نمونه که داده‌های خام مربوط در جدول ۱ ضمیمه (و بر روی دیسکت) آورده شده است.

### ۱-۲-۱-۱- پردازش داده‌های سنسورد

داده‌های ژئوشیمیایی معمولاً دارای مقادیر سنسورد هستند که داده‌های گزارش شده برای این برگه (شهر بابک) از این امر مستثنی نبوده و تعداد زیادی از ارقام زیر حد قابل ثبت گزارش شده‌اند. یک مقدار سنسورد، داده‌ای که بصورت کوچکتر و یا بزرگتر از یک مقدار معین گزارش می‌شود. برای داده‌های ژئوشیمیایی، مقدار سنسورد بطور تیبیک در حد قابل ثبت آنالیزها قرار دارد. داده‌های سنسورد زمانی ایجاد می‌شوند که یا تکنیک‌های آنالیز برای ثبت مقادیر کوچک یک عنصر باندازه کافی حساس نیستند و یا تکنیک بسیار حساس بوده و قابلیت ثبت تمرکزهای بالای عناصر را در سیستم ندارد. داده‌های سنسورد در کار آنالیزهای آماری اختلال ایجاد می‌نمایند، چرا که اغلب تکنیک‌های آماری مهم نیازمند یک مجموعه کامل از داده‌های غیر سنسورد می‌باشند. در مورد تخمین مقادیر سنسورد روشهای مختلفی بکار می‌رود. از جمله این روش‌ها قرار دادن  $\frac{3}{4}$  حد قابل ثبت برای "مقادیر کوچکتر از" و  $\frac{4}{3}$  حد بالایی برای مقادیر "بزرگتر" می‌باشد. بعضی موارد بجای این مقادیر عدد صفر قرار می‌دهند. مسئله‌ای که تصمیم‌گیرنده با آن مواجه است آن می‌باشد که چه درصدی از جانشینی‌ها، بدون ایجاد خطاهای معنی‌دار، قابل توجیه است؟ در زیر یک روش علمی برای تعیین مقدار جانشینی شرح داده می‌شود.

فرض بر این است که مقدار جانشینی باید برابر باشد با میانگین مقادیر واقعی که بوسیله

داده‌های سنسورد بیان شده است. ما از روش بیشترین درستنمایی جهت این تخمین میانگین استفاده می‌کنیم.

گرایش‌های داده‌های ژئوشیمیایی به پیروی از توزیع لاگ نرمال امری شناخته شده است. در حقیقت این روش شامل تخمین میانگین جامعه لاگ نرمال با استفاده از روش بیشترین درستنمایی است. سپس این میانگین تخمینی، برای محاسبه یک مقدار جانشینی تخمینی برای مقادیر سنسورد بکار می‌رود. برای روشن شدن بحث، ما چند عبارت و علائم مربوطه را بکار می‌بریم. در اینجا غلظت بوسیله  $X$  و حد قابل ثبت یا نقطه سنسورد بوسیله  $X_d$  نمایش داده می‌شود. مقدار جانشینی  $X_r$ ، عددی است که باید جانشین هر مقدار سنسورد گردد. فاکتور جانشینی  $R_x$  نسبت مقدار جانشینی به حد قابل ثبت برای یک جزء مشخص است:

$$R_x = \frac{X_r}{X_d} \quad (1)$$

بعنوان مثال فاکتور جانشینی  $\frac{3}{4}$ ، به معنای آن است که مقدار جانشینی  $\frac{3}{4}$ ، حد قابل ثبت می‌باشد پس از تعیین اینکه لگاریتم غلظتها توزیع نرمالتری نسبت به داده‌های اولیه دارد، داده‌ها را برای عناصر انتخاب شده به لگاریتم در مبنای ده تبدیل می‌کنیم. تبدیلات بین داده‌های لگاریتمی ( $Y$ ) و داده‌های اولیه ( $X$ ) بصورت زیر است:

$$X = 10^Y \quad Y = \text{Log}_{10} X \quad \text{برای هر } X \quad (2)$$

$$X_r = 10^{Y_r} \quad Y_r = \text{Log}_{10} X_r \quad \text{برای هر } X_r \quad (3)$$

$$X_d = 10^{Y_d} \quad Y_d = \text{Log}_{10} X_d \quad \text{برای هر } X_d \quad (4)$$

گرفتن لگاریتم از طرفین معادله (۱) فاکتور جانشینی تبدیل شده  $r_y$  را به دست می‌دهد:

$$r_y = \text{Log}_{10} X_r - \text{Log}_{10} X_d = Y_r - Y_d, r_x = 10^{r_y} \quad (5)$$

تبدیلات مختلف دیگری نیز می‌تواند به جای  $\text{Log}_{10}$  بکار رود ولی در اینجا بعلت سهولت آن

در محاسبه و مزیت آن نسبت به روش های جانشینی ساده قرار دادی از آن استفاده شده است. ما از روش بیشتری درستمائی کوهن (Cohen) جهت تخمین میانگین واقعی مجموعه داده ها استفاده می کنیم. با استفاده از این روش میانگین کل مجموعه داده ها را تخمین می زنیم ( $\mu$ ). ما همچنین میانگین داده های غیر سنسورد را تخمین می زنیم ( $\mu_u$ ). حاصلضرب میانگین کل مجموعه داده ها،  $\mu$ ، که با استفاده از روش کوهن (Cohen 1961) تخمین زده می شود، در کل تعداد نمونه ها،  $n$ ، برابر با حاصلضرب میانگین داده های سنسورد،  $\mu_q$  (نامشخص)، در تعداد نمونه های سنسورد  $n_q$ ، بعلاوه حاصلضرب میانگین داده های غیر سنسورد،  $\mu_u$  (مشخص)، در تعداد نمونه های غیر سنسورد،  $n_u$  می باشد:

$$n\mu = n_q\mu_q + n_u\mu_u \quad (6)$$

از حد معادله فوق مقدار  $\mu_q$  که تخمینی برای میانگین داده های سنسورد می باشد، بصورت زیر بدست می آید:

$$\mu_q = \frac{n\mu - n_u\mu_u}{n_q} \quad (7)$$

فرض اولیه ما این بوده است که میانگین تخمینی داده های سنسورد بهترین مقدار جانشینی می باشد یعنی:

$$Y_r = \mu_q \quad (8)$$

با استفاده از معادله (۳) و جایگزینی مقادیر با واحد اصلی آنها خواهیم داشت:

$$X_r = 10\mu_q \quad (9)$$

تنها مجهول در معادله (۷) مقدار  $\mu$  است که با استفاده از روش بیشترین درستمائی کوهن بدست می آید. در این محاسبات  $N$  تعداد کل داده ها،  $n$  تعداد داده های غیر سنسورد و  $X_0$  حد قابل ثبت و یا مقدار سنسورد می باشد. مقدار میانگین کل و واریانس کل از روابط زیر محاسبه می شود:

$$\mu = X - \lambda (X - X_0) \quad (10)$$

$$\sigma^2 = S^2 + \lambda(X - X_0)^2 \quad (11)$$

در معادلات بالا  $X$  و  $S^2$  به ترتیب میانگین و پراش داده های غیر سنسورد هستند و  $\lambda$  تابع تخمینی کمکی است که از جدول مربوطه با در دست داشت  $\gamma$  و  $h$  بدست می آید. مقادیر  $\gamma$  و  $h$  از روابط زیر بدست می آیند:

$$\gamma = S^2 / (X - X_0)^2 \quad (12)$$

$$h = (N - n) / N \quad (13)$$

با در دست داشتن  $\gamma$  و  $h$ ، عدد خوانده شده از روی این جدول یعنی  $\gamma$  بدست می آید. با جایگزینی این مقدار در معادله (۱۰) مقدار میانگین کل ( $\mu$ ) و سپس با استفاده از رابطه (۷) مقدار  $\mu_q$  و سپس مقدار جانشینی بدست می آید.

با توجه به این حد قابل ثبت در نظر گرفته شده برای آنالیز نمونه ها نسبتاً بالا بوده است، بخش قابل توجه از عناصری که مقدار کلارک جهانی آنها پائین است، بصورت سنسورد گزارش شده است.

در این پروژه عناصر  $Bi$ ,  $As$  (II),  $W$  (II) در نمونه های ژئوشیمیایی و در جزء دانه ریز نمونه های کانی سنگین عناصر  $Pt$ ,  $Nb$ ,  $Hg$ ,  $Au$  بطور کل سنسورد هستند و پردازشی روی آنها انجام نشده است.

عملیات جایگزینی به روش کوهن بر روی عناصری که بخشی از داده های آنها بصورت سنسورد گزارش شده است، انجام گردید. مقادیر بدست آمده و مقدار جایگزینی برای این عناصر بشرح جدول (۴-۱) می باشد.

در این جدول  $X_q$  مقدار سنسورد (حد قابل ثبت)،  $n_q$  تعداد داده های سنسورد،  $n$  تعداد کل نمونه ها،  $\mu$  میانگین بخش غیر سنسورد جامعه،  $S_{log}$  انحراف معیار داده های لگاریتمی،  $\gamma$  و  $h$  مقادیر لازم برای بدست آوردن  $\lambda$  که طبق فرمول محاسبه می گردند،  $\lambda$  تابع تخمینی کمکی،  $mt$  میانگین کل،  $m_q$  میانگین بخش سنسورد و  $X_r$  مقدار جانشینی می باشد.

Table 1 - 4 : Calculative Results of Estimation for Censored Value Of Fine Fraction Data in Shahr-e-Babak 1/100,000 Sheet.

Variable	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo
XO	0.000	15.000	0.000	1.000	6.000	1.000
Nc	35.000	398.000	336.000	5.000	1.000	117.000
Nu	473.000	110.000	172.000	503.000	507.000	391.000
Nt	508.000	508.000	508.000	508.000	508.000	508.000
Mu	-0.369	1.943	0.122	1.131	1.594	0.505
Slog	0.229	0.251	0.151	0.194	0.111	0.039
H	0.069	0.784	0.661	0.010	0.002	0.230
Gama	0.129	0.427	0.120	0.151	0.167	0.153
Landa	0.081	2.259	1.436	0.011	0.002	0.313
Mt	-0.476	0.211	-1.490	1.119	1.592	0.347
Mc	-1.925	-0.268	-2.314	-0.139	0.693	-0.181
Xr	0.012	0.539	0.005	0.727	4.936	0.660

Variable	Ni	Pb	Sn	Zn	Cr	B
XO	3.000	8.000	2.000	105.000	92.000	3.000
Nc	5.000	1.000	13.000	2.000	3.000	62.000
Nu	503.000	507.000	495.000	506.000	505.000	446.000
Nt	508.000	508.000	508.000	508.000	508.000	508.000
Mu	1.222	2.385	1.262	3.111	2.662	1.417
Slog	0.137	0.250	0.071	0.210	0.074	0.118
H	0.010	0.002	0.026	0.004	0.006	0.122
Gama	0.247	0.114	0.077	0.176	0.152	0.133
Landa	0.012	0.002	0.028	0.005	0.007	0.150
Mt	1.213	2.381	1.236	3.107	2.657	1.276
Mc	0.332	0.666	0.214	1.873	1.888	0.265
Xr	2.150	4.631	1.636	74.638	77.261	1.840

Table 1 - 4 : Calculative Results of Estimation for Censored Value Of Geochemical Data in Shahr-e-Babak 1/100,000 Sheet.

Variable	Au	As	B	Ba	Co	Cr	Cu
XO	6.00	10.00	2.00	75.00	2.00	8.00	11.00
Nc	493.00	553.00	33.00	1.00	12.00	2.00	1.00
Nu	111.00	51.00	571.00	603.00	592.00	602.00	603.00
Nt	604.00	604.00	604.00	604.00	604.00	604.00	604.00
Mu	1.26	1.62	1.46	2.66	1.28	1.94	1.66
Slog	0.02	0.03	0.07	0.05	0.06	0.09	0.07
H	0.82	0.92	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00
Gama	0.06	0.08	0.05	0.09	0.07	0.08	0.17
Landa	2.35	3.63	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00
Mt	0.13	-0.63	1.39	2.66	1.26	1.93	1.66
Mc	-0.12	-0.84	0.18	1.69	0.23	0.78	0.97
Xr	0.75	0.15	1.53	49.18	1.69	6.01	9.29

Variable	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	W	Zn
XO	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	4.00	2.00
Nc	207.00	13.00	22.00	154.00	574.00	527.00	1.00
Nu	397.00	591.00	582.00	450.00	30.00	77.00	603.00
Nt	604.00	604.00	604.00	604.00	604.00	604.00	604.00
Mu	0.35	1.72	1.25	0.85	1.14	2.10	1.86
Slog	0.02	0.12	0.14	0.10	0.01	0.29	0.07
H	0.34	0.02	0.04	0.26	0.95	0.87	0.00
Gama	0.13	0.06	0.16	0.14	0.03	0.13	0.03
Landa	0.51	0.02	0.04	0.35	4.30	2.97	0.00
Mt	0.17	1.68	1.20	0.55	-1.72	-2.35	1.86
Mc	-0.17	0.20	0.14	-0.33	-1.87	-3.00	0.07
Xr	0.68	1.58	1.39	0.47	0.01	0.00	1.18



مقدار جانشینی  $X_r$ ، در جدول یک مقدار عددی است که پس از تبدیل بدست آمده است. نتایج نشان داده اند که مجموعه ای که دارای ۴۰٪ جانشینی است، نتایج صحیحی با ۹۰٪ حدود اطمینان و مجموعه با ۸۰٪ جانشینی، نتایجی با حدود اطمینان ۶۰٪ بدست می دهند.

در مورد سایر داده های سنسورد با توجه به مقدار کم داده های غیر سنسورد و توزیع آنها از روش کوهن نمی توان استفاده کرد و لذا از روش جایگزینی ساده بهره گرفته شده است.

## ۲-۲-۱- پردازش داده های جوامع تک سنگی

در محدوده برکه ۱/۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک برای داده های ژئوشیمیایی از مجموع ۶۰۴ نمونه رسوب آبراهه ای تعداد ۱۰۵ نمونه آنرا، نمونه هایی تشکیل می دهد که در بالا دست آنها فقط یک نوع سنگ بستر رخمون دارد. این رقم برای داده های جزء دانه ریز کانی سنگین از تعداد ۵۰۸ نمونه رسوب آبراهه ای، تعداد ۷۸ نمونه می باشد. برای هر یک از جوامع فوق که تعداد نمونه های موجود در آنها بیشتر از ۱۰ مورد است، پارامترهای آماری محاسبه گردیده تا بتوان از طریق تقسیم مقادیر هر عنصر خاص در آن جامعه به مقدار میانه آن، ضریب غنی شدگی عنصر مربوطه را محاسبه نمود (جدول ۵-۱ و ۶-۱). در مواردی که تعداد نمونه ها در جامعه آماری مربوطه، کمتر از ۱۰ نمونه بوده است، آن جامعه مورد تحلیل آماری قرار نگرفته بلکه مجموع چنین جوامعی ابتدا مخلوط شده تا بصورت یک جامعه مرکب درآید و سپس از طریق آنالیز کلاستر به تعداد محدودی مجموعه همگن که در هر یک نمونه کافی برای تحلیل آماری وجود داشته باشد، تقسیم شده اند. آنگاه از طریق محاسبات مشابه، ضریب غنی شدگی آنها محاسبه شده است. این امر در مورد جوامع با بیش از یک نوع سنگ بالا دست نیز اعمال گردیده است.

### ۳-۲-۱- پردازش داده‌های جوامع دو سنگی

در محدوده این برکه برای داده‌های ژئوشیمیایی تعداد ۱۴۹ و برای داده‌های جزء دانه ریز کانی سنگین تعداد ۱۱۹ نمونه برداشت گردیده است که در بالا دست آنها دو نوع سنگ بستر در حوضه آبریز رخنمون داشته است که این جامعه‌ها از سنگهای آذرین متوسط، آذرین اسید و رسوبی و سنگهای آذرین متوسط تشکیل یافته‌اند.

### ۴-۲-۱- پردازش داده‌های جامعه سه سنگی

همچنین در محدوده این برکه تعداد ۱۰۴ نمونه ژئوشیمی ۹۱ نمونه از جزء دانه ریز کانی سنگین از رسوبات آبراهه برداشت گردیده‌اند که در بالا دست آنها، سه واحد مختلف سنگ بستر رخنمون داشته‌اند که شامل سنگهای آذرین اسید، متوسط و سنگهای رسوبی می‌باشد.

Table 1 - 5 :Matrix of Median Values of Elemental Concentration As a Function of Upstream Lithology Population for Geochemical Samples .

USRT	Variable	Au ppb	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sb ppm	Sn ppm	W ppm	Zn ppm
	Etb	6	10	22.5	599.5	18	121.5	61.5	2	57	23	4.5	3	4	68.5
	Ev	6	10	40.5	175	28	58.5	47	2	107.5	9	3.5	3	4	82.5
	gd	6	10	16.5	484.5	10	97.5	50.5	2	31.5	15	8.5	3	4	60.5
	Ngvc	6	10	21	561	13	101	28	1	31	10	7	3	4	59
	POP1	6	10	33	344	17	62	33	2	50	11	1	3	4	70
	POP2	6	10	41	478	21	113	50	2	70	20	8	3	4	71
	a-Etb	6	10	27	1200	32	140	70	2	46	25	1	3	41	53
	a-gd	12	10	27	632	13	130	95	2	59	122	7	3	4	117
	a-Ngvc	6	10	16	585	14	62	34	1	28	10	5	3	4	53
	Ec-Etb	6	10	19.5	480.5	12.5	94	36	2	17.5	13	16	3	4	54.5
	Ec-RS	6	10	36	190	15	73	26	2	36	11	8	3	4	97
	Etb-t	6	10	21	657	19.5	166	70	2	75	26	7	3	4	77
	Ev-gd	6	10	28	530	17	103	37	2	57	16	5	3	4	75
	gd-Ngvc	6	10	24	514	11	95	32	1	27	17	11	3	4	67
	Ngp-Ngvc	6	10	23	598	12	64	26	2	23	11	4	3	4	56
	a-Etb-gd	6	10	18.5	596.5	22	104	70.5	1	68	14	6	3	92	122
	a-Etb-t	6	10	32	528	21	131	97	2	82	40	4	3	4	44
	a-Ngp-Ngvc	6	10	16	605.5	13.5	61	35	2	34.5	12	3	3	4	59
	Ec-Ev-RS	6	10	46	174	22	48	42	2	107	9	1	3	4	105
	Ev-gd-Ngvc	6	10	21	691	24	200	45	1	48	18	16	3	4	72
	Ev-Ngp-Ngvc	6	10	24.5	550	31.5	81.5	44	2	56	9	4.5	3	4	53.5
	Ngp-Ngvc-qd	6	10	14	765	26	73	43	2	53	15	4	3	4	73
	a-Ev-Ngp-Ngvc	6	10	29	504	13	52	47	2	57	9	3	3	4	65
	Ev-gd-Ngp-Ngvc	6	10	54.5	491	27	127.5	48.5	2	77.5	12	5.5	3	4	88.5
	a-Etb-gd-Ngvc-t	11	10	16	484	12	77	99	2	38	90	6	3	4	100
	a-Ev-gd-ngp-ngvc	6	10	32.5	570.5	22	79	98.5	2	62.5	15	3	3	4	66.5
	a-Ec-Ev-Ngp-Ngvc-RS	6	10	42	445.5	30.5	108	36	2	120.5	11.5	1	3	4	88

Table 1 - 6 : Matrix of Median Values of Elemental Concentration As a Function of Upstream Lithology Population for Fine Fraction Heavy Mineral Samples .

USRT	Variable	Ag ppb	As ppm	Bi ppm	Co ppm	Cu ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Zn ppm	Cr ppm	B ppm
	Etb	0.3	0.1	0.2	8	70	2	12	600	32	2300	680	35
	Ev	0.3	0.1	0.1	9.5	27	2.5	9	200	15.5	845	325	27.5
	gd	0.315	0.1	1.05	12	50	3	15	400	22	1000	550	21
	Ngvc	0.21	0.1	0.1	14	27	1	15	140	18	1200	400	11
	POP1	0.42	0.1	0.1	12	27	3	12	350	18	1300	325	17
	POP2	0.65	0.1	0.1	14	40	3	17	400	18	1000	640	25
	a-Etb	0.04	0.1	0.1	7	16	0.5	12	75	4.5	290	590	13
	a-gd	1.15	15	0.1	11	60	3	15	550	12	590	750	23
	a-Ngvc	0.21	0.1	0.1	24	60	2	15	140	29	3200	300	13
	Ec-Etb	0.255	0.1	0.1	18	65	2.5	22.5	255	23.5	2300	1025	14.5
	Ec-RS	0.42	0.1	0.5	14	23	3	15	270	26	1200	600	45
	Etb-t	0.57	0.1	0.1	24	100	3	23	400	15	1300	850	45
	Ev-gd	0.21	0.1	0.1	11	30	2	12	200	18	800	400	30
	gd-Ngvc	0.3	0.1	0.65	8	70	3	15	500	33.5	4300	750	23
	Ngp-Ngvc	0.21	0.1	0.1	24	30	2	15	140	18	1500	360	11
	a-Etb-gd	0.28	0.1	0.6	16	63.5	2.5	29	550	19	1150	675	50
	a-Etb-t	0.61	0.1	0.35	9.5	29	2.5	11	500	18	1100	575	23
	a-Ngp-Ngvc	0.21	0.1	0.1	24	60	2	23	270	26	3200	325	17
	Ec-EV-RS	0.42	0.1	0.1	6	18	3	7	230	12	730	300	25
	Ev-gd-Ngvc	0.21	0.1	1.5	6	60	2	10	500	35	2700	500	25
	Ev-Ngp-Ngvc	0.21	0.1	0.1	11	23	3	12	230	21	800	325	13
	Ngp-Ngvc-qd	1.3	90	0.8	24	35	5	19	600	18	1500	600	23
	a-EV-Ngp-Ngvc	0.42	0.1	0.1	24	30	3	18	125	15	560	235	17
	Ev-gd-Ngp-Ngvc	0.57	0.1	0.55	14	35	2	11	500	33.5	3750	247.5	20
	a-Etb-gd-Ngvc-t	1.3	15	0.1	12	40	2	15	400	18	800	600	23
	a-EV-gd-Ngp-Ngvc	0.475	0.1	0.1	18	50	1.5	13.5	485	18	2850	325	95
	a-Ec-EV-Ngp-Ngvc-RS	0.35	0.1	0.1	6	25	2	7.5	200	29	2750	202.5	15

### ۱-۳-۱- تخمین مقدار زمینه

#### ۱-۳-۱-۱- تحلیل ناهمگنی‌ها

همانطور که قبلاً گفته شد، یکی از عوامل مهم در ایجاد ناهمگنی آماری در جوامع ژئوشیمیایی نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراه‌ای، تنوع و تغییرات لیئولوژی در سنگهای بالا دست است. برای از بین بردن این عوامل ناهمگن ساز و دستیابی به جوامع همگنی که بتوان از طریق آنها به مقدار زمینه واقعی تری دست یافت، اقدام به جداسازی نمونه‌ها بر اساس سنگ بستر رخنمون دار در محدوده حوضه آبریز بالا دست هر نمونه شده است. سپس نتایج حاصل از هر جامعه با یکدیگر مقایسه شده و تشابهات و یا تضادهای ژئوشیمیایی مربوط به هر یک بدست آمده است. داده‌های جداول (۵-۱) و (۶-۱) نشان می‌دهد که سنگهای بالا دست داده‌های ژئوشیمیایی شامل ۶ گروه تک سنگی، پنج گروه دو سنگی و یک گروه پنج سنگی است که در هر یک بیش از ۱۰ نمونه وجود داشته است و از اینرو امکان محاسبه پارامترهای آماری تا حدی وجود داشته است (این ارقام برای داده‌های جزء دانه ریز کانی سنگین نیز بهمین ترتیب می‌باشد). گروه‌هایی که تعداد نمونه‌های آنها کمتر از ۱۰ نمونه بوده است از طریق آنالیز کلاستر توسط روش «وارد» به دو جامعه با تعداد کافی نمونه در هر یک از آنها تقسیم شده‌اند. داده‌های این جدول معرف آنست که در مورد بعضی از عناصر نقش تغییرپذیری سنگ بستر بالا دست قوی است.

#### ۱-۳-۱-۲- تخمین مقدار زمینه

پس از همگن سازی جوامع مختلف نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده از رسوبات آبراه‌ای بر اساس نوع سنگ یا سنگهای بالا دست اقدام به محاسبه مقدار زمینه گردیده است. در این خصوص چون مقدار میانگین، خود تابع مقادیر حدی در تابع چگالی احتمال است،

و از طرفی داده‌های ژئوشیمیایی اکثراً چولگی مثبت داشته و مقادیر حد بالائی تابع چگالی احتمال آنها روی مقدار میانگین اثر می‌گذارد، از مقدار میانه که مستقل از تغییرات فوق است، استفاده شده است. در این خصوص مقدار میانه بعنوان زمینه انتخاب گردیده است و سپس مقدار هر عنصر در هر نمونه از یک جامعه به مقادیر میانه آن تقسیم شده است تا نسبت غنی‌شدگی یا تهی‌شدگی آن عنصر در هر نمونه محاسبه گردد. بدیهی است عناصری که مقدار نسبت فوق در آنها بیشتر از واحد باشد غنی شده و آنها که کمتر از واحد باشد تهی شده تلقی می‌شوند.

جدول‌های (۷-۱) و (۸-۱) پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم توزیع شاخص غنی‌شدگی نسبی هر یک از متغیرها را به تفکیک در مورد نمونه‌های ژئوشیمی و جزء دانه ریز نمونه‌های کانی سنگین بصورت عدد صفر ظاهر خواهد شد، زیرا  $(Ln(Med) = Ln(1) = 0)$ . علاوه بر مقدار میانه در این جدول، مقدار میانگین، انحراف معیار و مقدار چولگی و کشیدگی نیز نشان داده شده است. بر اساس این داده‌هاست که نقشه توزیع هر عنصر رسم گردیده است. لازم به یادآوری است که عناصری که در غلظت‌های کمتر از چند ده ppm ظاهر می‌شوند می‌توانند بعضاً ضریب غنی‌شدگی بسیار بالائی از خود نشان دهند که تا حدودی غنی‌شدگی غیر واقعی است. علت این امر می‌تواند به افزایش خطاهای مطلق اندازه‌گیری در غلظت‌های کم برگردد. بنابراین در انتخاب مناطق امیدبخش و تحلیل آنها باید از هر دو معیار مقدار مطلق و غنی‌شدگی نسبی بهره برد.

#### ۱-۴- تخمین شبکه‌ای شاخص‌های غنی‌شدگی

##### ۱-۴-۱- تخمین شبکه‌ای

با گذشت زمان و افزایش مخارج پروژه‌های اکتشافی، سعی بر آن است که با بکارگیری

## BATCH STATISTICS

(for Natural Log of data)

Table 1-7 :Batch Statistic of Enrichment Index of Geochemical Variables in Sharebabak 1/100,000 Sheet .

	Au	As	B	Ba	Co
N used :	604	604	604	604	604
N missing :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
Mean :	.154	.120	-.103	-.019	.033
Variance :	.193	.172	.621	.169	.371
Std. Dev. :	.439	.414	.784	.411	.610
Coef. Var. :	285.586	344.387	768.475	217.415	876.118
Skewness :	1.680	3.511	-1.350	-.252	-1.481
Kurtosis :	5.605	15.170	7.628	3.310	4.417
Minimum :	-2.693	.000	-3.305	-1.723	-2.351
25th %tile :	.000	.000	-.405	-.246	-.300
Median :	.000	.000	.000	.000	.000
75th %tile :	.000	.000	.389	.237	.429
Maximum :	1.819	2.639	1.553	1.321	1.958
	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb
N used :	604	604	604	604	604
N missing :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
Mean :	.005	.040	-.061	-.054	.012
Variance :	.379	.224	.215	.687	.551
Std. Dev. :	.616	.473	.464	.829	.742
Coef. Var. :	12969.370	1180.166	756.594	1546.031	5968.130
Skewness :	-.211	.582	.517	-.961	.229
Kurtosis :	3.697	3.677	3.754	6.119	5.193
Minimum :	-2.425	-1.173	-.693	-3.984	-2.501
25th %tile :	-.390	-.301	-.693	-.438	-.357
Median :	.000	.000	.000	.000	.000
75th %tile :	.405	.322	.000	.424	.361
Maximum :	1.853	2.005	1.792	3.101	2.821

# B A T C H   S T A T I S T I C S

(for Natural Log of data)

Table 1-7 :Batch Statistic of Enrichment Index of Geochemical Variables in Sharebabak 1/100,000 Sheet .

	Sb	Sn	W	Zn
N used :	604	604	604	604
N missing :	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0
Mean :	.086	.076	.344	.020
Variance :	.845	.115	1.478	.349
Std. Dev. :	.919	.339	1.216	.590
Coef. Var. :	1065.578	444.880	353.536	2903.365
Skewness :	.190	4.405	2.359	-.259
Kurtosis :	3.257	21.476	9.467	5.672
Minimum :	-2.398	.000	-3.135	-3.504
25th %tile :	-.405	.000	.000	-.291
Median :	.000	.000	.000	.000
75th %tile :	.588	.000	.000	.341
Maximum :	3.497	2.398	5.521	2.056



BATCH STATISTICS

(for Natural Log of data)

Table 1-8 :Batch Statistic of Enrichment Index of Fine Fraction Heavy Mineral Variables in Sharebabak 1/100,000 Sheet Area.

	Ag	As	Bi	Co	Cu
N used :	500	508	508	508	508
N missing :	8	0	0	0	0
N .LE. 0 :	8	0	0	0	0
Mean :	-.080	1.406	.560	.008	.033
Variance :	1.405	9.567	1.800	1.043	.537
Std. Dev. :	1.185	3.093	1.341	1.021	.733
Coef. Var. :	1477.842	219.986	239.426	13522.730	2196.400
Skewness :	-.376	.670	.835	-.039	.238
Kurtosis :	3.328	3.301	3.615	2.560	2.987
Minimum :	-3.481	-6.802	-2.708	-2.639	-2.015
25th %tile :	-.742	.000	.000	-.780	-.405
Median :	.000	.000	.000	.000	.000
75th %tile :	.693	5.011	1.291	.693	.405
Maximum :	3.758	10.309	5.598	2.420	2.015
	Mo	Ni	Pb	Sn	Zn
N used :	487	508	508	505	508
N missing :	21	0	0	3	0
N .LE. 0 :	21	0	0	3	0
Mean :	.025	.137	-.249	-.097	-.027
Variance :	.389	.709	1.168	.417	.953
Std. Dev. :	.624	.842	1.081	.646	.976
Coef. Var. :	2522.555	613.327	434.133	668.728	3630.075
Skewness :	.241	.542	-.682	-.916	-.129
Kurtosis :	3.072	2.489	3.244	4.380	2.709
Minimum :	-1.609	-1.386	-3.825	-2.674	-2.708
25th %tile :	-.405	-.539	-.916	-.405	-.658
Median :	.000	.000	.000	.000	.000
75th %tile :	.405	.715	.470	.306	.626
Maximum :	2.079	2.457	2.659	1.427	2.442

B A T C H   S T A T I S T I C S

(for Natural Log of data)

Table 1-8 :Batch Statistic of Enrichment Index of Fine Fraction Heavy Mineral Variables in Sharebabak 1/100,000 Sheet Area.

	Cr	B
N used :	508	447
N missing :	0	61
N .LE. 0 :	0	61
Mean :	.008	.199
Variance :	.291	.574
Std. Dev. :	.539	.757
Coef. Var. :	6902.825	380.488
Skewness :	.106	.310
Kurtosis :	3.059	3.104
Minimum :	-1.520	-1.833
25th %tile :	-.357	-.268
Median :	.000	.083
75th %tile :	.329	.671
Maximum :	1.540	2.560

تکنیکهای آماری پیچیده تر، دامنه تخمین را از نظر بعد مسافت افزایش داد تا از این رهگذر بتوان تعداد نمونه های لازم را برای تخمین در سطح اعتماد معین را کاهش داد. این کاهش تعداد نمونه ها (البته بدون پائین آوردن سطح اعتماد تخمین) خود موجب کاهش مخارج اکتشافی می گردد، زیرا مخارج سایر فازهای اکتشافی (از قبیل آماده سازی، آنالیز و پردازش) ارتباط مستقیمی با تعداد نمونه ها دارد. معمولاً برکه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین شناسی در کشور ما مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومتر را شامل می شود که اگر دانسته یک نمونه برای هر ۳ کیلومتر مربع را در نظر بگیریم، برای هر برکه حدود ۸۰۰ نمونه باید برداشت شود. در چنین شرایطی اگر نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین شناسی را به ۲۵۰۰ سلول با مساحت یک کیلومتر مربع تقسیم نمائیم کل ۸۰۰ نمونه برداشت شده احتمالاً در حدود ۸۰۰ سلول توزیع خواهد شد و از بقیه ۱۷۰۰ سلول باقیمانده نمونه ای برداشت نمی شود. بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی نمی تواند برای حدود ۷۰٪ مساحت نقشه صورت پذیرد. این تحلیل ساده نشان می دهد که تا چه اندازه به تکنیکهای آماری که بتواند دامنه تخمین مقدار متغیرها را به بخش اعظمی از نقشه افزایش دهد نیاز می باشد. این تکنیک که در این گزارش تحت عنوان تخمین شبکه ای از آن نام برده می شود به ما اجازه می دهد تا با داشتن اطلاعات مستقیم از حدود ۸۰۰ سلول شبکه بتوانیم تخمین های لازم از فراوانی عناصر و شاخص غنی شدگی مربوط به آنها را به حدود ۱۷۰۰ سلول دیگر موجود در محدوده برکه افزایش دهیم. در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده ای بدست می آید موجب می گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی های موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد. برای مثال هرگاه یک مقدار آنومالی در بین تعداد زیادی از مقادیر زمینه محصور گردد، ارزش و اعتبار آن مقدار آنومالی زیر سوال خواهد بود. ولی اگر یک مقدار آنومالی بوسیله چندین سلول با مقدار حد آستانه ای محصور گردد و این سلولها خود توسط سلولهای دارای مقدار زمینه نیز محاط گردند در اینصورت این مدل تغییرات

تدریجی از اطراف به مرکز آنومالی، موجب افزایش اعتبار مقدار آنومالی می گردد.

چنین ارزیابی‌هایی در صورتی میسر است که از تکنیک تخمین شبکه ای استفاده گردد. از دیگر امتیازات این روش تخمین آنستکه یک شبکه نامنظم نمونه برداری را به یک شبکه منظم تخمین تبدیل می کند. مهمترین ویژگی بررسی رسوبات رودخانه ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی سازی، می تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوب رودخانه ای دارای خاصیت برداری است. جهت این بردار بطریقی است که همواره مقادیر بالا دست خود را معرفی می کند. عبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی رسوبات رودخانه ای برخلاف سایر روشهای ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات در ناحیه بالا دست خود می باشند. الگوریتم کنونی بنحوی طراحی شده که این اثر مهم در تخمین را بحساب آورد. این روش اولین بار توسط گروهی از ژئوشیمیست های اکتشافی امپریال کالج لندن بکار گرفته شد و سپس با تأیید الگوریتم مورد نظر این روش در هندبوک ژئوشیمی اکتشافی (جلد دوم) بعنوان روشی برای نقشه برداری ژئوشیمیایی پیشنهاد گردیده است.

تکنیک تخمین شبکه ای شامل چند بخش بشرح زیر است:

الف - انتخاب یک شکل هندسی که بتواند حتی الامکان ناحیه حوضه آبریز بالا دست هر نمونه را مشخص کند. این شکل هندسی می تواند به صورت مختلفی انتخاب گردد. برای مثال ناحیه بالا دست هر نمونه در حوضه آبریز را می توان بصورت مثلث، بیضوی، چند ضلعی و یا قطاعی از یک دایره در نظر گرفت که محل نمونه در یکی از رئوس این اشکال هندسی قرار خواهد گرفت. بنظر می رسد که انتخاب چند ضلعی تا آنجا که به انطباق فیزیکی بیشتر با حوضه آبریز مربوط می شود از دیگر اشکال هندسی مناسبتر است ولی محاسبات و عملیات مربوط به آن بسیار پیچیده تر و پر حجم است. در مقابل انتخاب قطعات گرچه ممکن است از نظر هندسی انطباق کمتری با طبیعت حوضه آبریز داشته باشد و نتوان

صددرد مساحت تحت پوشش یک حوضه آبریز را در آن محصور نموده ولی بعلت کمی تعداد پارامترهای لازم برای مشخص نمودن آن از امتیاز بالائی نسبت به سایر اشکال برخوردار است. در این مطالعه برای مشخص کردن محدوده هر حوضه آبریز از این اشکال هندسی استفاده شده است.

ب - زاویه مرکزی هر قطاع که بخشی از حوضه آبریز را می پوشاند، در محل نمونه قرار داده می شود و کمان انتهایی قطاع بالاترین قسمت حوضه آبریز مربوطه را می پوشاند و دو ضلع قطاع باید حتی الامکان منطبق بر رأس خط الرأسهای دو طرف حوضه آبریز بالا دست نمونه مربوطه باشد. پارامترهایی که برای هر قطاع باید اندازه گیری و در محاسبات وارد شود عبارتند از:

- مختصات  $X$  و  $Y$ ، نقطه رأس قطاع که همان نقطه نمونه برداری است.

- زاویه مرکزی قطاع ( $\theta$ )

- مختصات نقطه انتهایی حوضه آبریز مربوطه که حتی الامکان منطبق بر نقطه وسط کمان قطاع خواهد بود. در این پروژه برای کلیه نمونه های برداشت شده در محدوده این برگه که محل و موقعیت آنها در نقشه های نمونه برداری قبلاً ارائه گردیده است مطابق دستورالعمل فوق قطاع های مربوطه رسم و مختصات رأس قطاع و نقطه انتهایی آبراهه و زاویه  $\theta$  نیز اندازه گیری شده است نتایج این اندازه گیری ها در جدول ضمیمه (روی دیسکت) آورده شده است.

#### ۲-۴-۱- شاخص غنی شدگی (Enrichment Index)

بنا به تعریف شاخص غنی شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین عبارتست از نسبت غلظت آن عنصر در آن نمونه به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه ای که نمونه مربوطه متعلق به آن است. با این تعریف عوامل مؤثر در شاخص غنی شدگی یک عنصر

خاص در یک نمونه معین نه فقط تابع مقدار آن عنصر در آن نمونه می باشد بلکه به فراوانی همان عنصر در جامعه وابسته به آن نیز بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه ای و منطقه ای یک عنصر، هر دو با شیب ثابتی افزایش و یا کاهش یابد آنچه که ثابت باقی خواهد ماند شاخص غنی شدگی است، زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش و یا کاهش می یابند. بدین ترتیب شاخص غنی شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی و یا مؤلفه سنزنتیک فراوانی یک عنصر در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه ای می باشد. برای مثال دو رسوب آبراهه ای  $A$  و  $B$  را در نظر می گیریم که اولی حاصل فرسایش یک واحد پریدوتیتی و دومی حاصل فرسایش یک واحد دولومیتی است بدیهی است مقدار  $Ni$  در واحد پریدوتیتی و رسوب حاصل از فرسایش آن به مراتب بیشتر از مقدار همین عنصر در واحد دولومیتی و یا رسوب حاصل از فرسایش آن است. چنانچه رسوب حاصل از فرسایش دولومیت با رسوب حاصل از فرسایش پریدوتیت از نظر فراوانی نیکل مورد معاینه قرار گیرد، ملاحظه می گردد که تا چه اندازه نوع اخیر از نیکل غنی تر است. حال آنکه اگر مقدار نیکل یک نمونه رسوب حاصل از فرسایش پریدوتیت به میانگین آن نرمالایز شود و همین عمل در مورد رسوب حاصل دولومیت صورت گیرد و آنگاه مقادیر نرمالایز شده با هم مقایسه شوند، ملاحظه خواهد شد که در صورت نبود مؤلفه اپی ژنتیک، اختلاف دو جامعه آماری ممکن است بی اهمیت باشد در حالتی که رسوب حاصل از فرسایش پریدوتیت به دلیل وجود کانی سازی (مؤلفه اپی ژنتیک) دارای مقادیر بسیار بالایی از نیکل باشد. در اینصورت ممکن است مقادیر نرمالایز شده اختلاف فاحشی را نشان دهند. این اختلاف از نوع معنی دار تلقی شده و برخلاف اختلاف بین دو مقدار نرمالایز نشده، باید در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود.

نظر به اینکه شاخص غنی شدگی می تواند داده های ژئوشیمیایی را از تغییرات لیتولوژی (مؤلفه سنزنتیک) در ناحیه منشأ مستقل سازد در این پروژه مبنای محاسبات قرار گرفته است. برای محاسبه شاخص غنی شدگی متغیرهای تک عنصری در هر نمونه از رابطه

خاص در یک نمونه معین نه فقط تابع مقدار آن عنصر در آن نمونه می باشد بلکه به فراوانی همان عنصر در جامعه وابسته به آن نیز بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه ای و منطقه ای یک عنصر، هر دو با شیب ثابتی افزایش و یا کاهش یابد آنچه که ثابت باقی خواهد ماند شاخص غنی شدگی است، زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش و یا کاهش می یابند. بدین ترتیب شاخص غنی شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی و یا مؤلفه سنژنتیک فراوانی یک عنصر در ناحیه منشأ رسوبات آبراهه ای می باشد. برای مثال دو رسوب آبراهه ای  $A$  و  $B$  را در نظر می گیریم که اولی حاصل فرسایش یک واحد پریدوتیتی و دومی حاصل فرسایش یک واحد دولومیتی است بدیهی است مقدار  $Ni$  در واحد پریدوتیتی و رسوب حاصل از فرسایش آن به مراتب بیشتر از مقدار همین عنصر در واحد دولومیتی و یا رسوب حاصل از فرسایش آن است. چنانچه رسوب حاصل از فرسایش دولومیت با رسوب حاصل از فرسایش پریدوتیت از نظر فراوانی نیکل مورد معاینه قرار گیرد، ملاحظه می گردد که تا چه اندازه نوع اخیر از نیکل غنی تر است. حال آنکه اگر مقدار نیکل یک نمونه رسوب حاصل از فرسایش پریدوتیت به میانگین آن نرمالایز شود و همین عمل در مورد رسوب حاصل دولومیت صورت گیرد و آنگاه مقادیر نرمالایز شده با هم مقایسه شوند، ملاحظه خواهد شد که در صورت نبود مؤلفه اپی ژنتیک، اختلاف دو جامعه آماری ممکن است بی اهمیت باشد در حالتی که رسوب حاصل از فرسایش پریدوتیت به دلیل وجود کانی سازی (مؤلفه اپی ژنتیک) دارای مقادیر بسیار بالایی از نیکل باشد. در اینصورت ممکن است مقادیر نرمالایز شده اختلاف فاحشی را نشان دهند. این اختلاف از نوع معنی دار تلقی شده و برخلاف اختلاف بین دو مقدار نرمالایز نشده، باید در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود.

نظر به اینکه شاخص غنی شدگی می تواند داده های ژئوشیمیایی را از تغییرات لیتولوژی (مؤلفه سنژنتیک) در ناحیه منشأ مستقل سازد در این پروژه مبنای محاسبات قرار گرفته است. برای محاسبه شاخص غنی شدگی متغیرهای تک عنصری در هر نمونه از رابطه

زیر استفاده می شود:

$$EI = \frac{C_j}{(C_{med})_j}$$

در این رابطه  $EI$  شاخص غنی شدگی،  $C_j$  مقدار فراوانی عنصر در یک نمونه معین و  $(C_{med})_j$  مقدار زمینه همان عنصر در جامعه مربوط به آن نمونه می باشد. این مقدار زمینه می تواند از معادل مقدار میانه و یا معادل مقدار میانگین انتخاب گردد. در پروژه حاضر بعلت مستقل بودن مقدار میانه از تغییرات حدی، این پارامتر به میانگین ترجیح داده شده است.

### ۱-۵-۱- تهیه نقشه های ژئوشیمیایی

بر اساس شاخصهای غنی شدگی داده های ژئوشیمیایی و جزء دانه ریز کانی سنگین و همچنین اطلاعات گزارش شده برای کانی سنگین، ۲۵ نقشه تک متغیره تهیه و بررسی گردید. در تهیه نقشه های فوق برای مشخص کردن هر چه دقیق تر مناطق آنومال از تحلیل رگرسیون چند متغیره استفاده گردیده است که در ادامه به شرح آن پرداخته خواهد شد.

### ۱-۵-۱-۱- تحلیل رگرسیون چند متغیره

با توجه به کمبودها و نواقصی که در داده های ژئوشیمیایی و جزء دانه ریز کانی سنگین گزارش شده توسط گروه کارشناسان جمهوری چک برای برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک وجود داشته، که از آنجمله می توان به تعداد کم نمونه های آنالیز شده برای عنصر طلا و یا زیاد بودن تعداد نمونه هایی با مقدار زیر حد قابل ثبت برای بعضی عناصر اشاره کرد، نیاز به استفاده از روشی برای تعمیم و تخمین داده ها، اجتناب ناپذیر می باشد. تا بوسیله آن روش بتوان با در نظر گرفتن حداقل خطا، مقادیر داده ها را تخمین زد. بدین منظور از روش تحلیل رگرسیون چند متغیره استفاده گردیده است. با استفاده از این روش علاوه بر تخمین مقادیر برای نمونه هایی که داده ای نداشته اند یا مقدار گزارش شده آنها زیر حد قابل ثبت گزارش شده است



بر اساس همبستگی معنی دار مقادیر داده ای آن عنصر با بقیه عناصر، در مواقعی هم که به هر دلیلی (خطای نمونه برداری، آماده سازی، آنالیز و ...) مقدار گزارش شده، با روند کلی تغییرات مقدار آن عنصر، تطابق نداشته باشد، بوسیله این روش، مقدار جدیدی برای آن نمونه با توجه به روند تغییرات عنصر مورد نظر، محاسبه می شود. و در نتیجه مقادیر محاسبه شده با اعتبار بیشتری می توانند معرف مناطق غنی شده و آنومال باشند.

#### ۱-۵-۱-۱- معرفی روش

اگر مدلی را بصورت  $Y = XB + U$  در نظر بگیریم و در آن مفروضات زیر را قرار دهیم که  $Y(n \times p)$  ماتریس مشاهده شده و  $P$  متغیر پاسخ روی هر یک از  $n$  فرد در جامعه باشد، همچنین  $Y(n \times p)$  ماتریس معلوم بوده و  $B(q \times p)$  ماتریسی از پارامترهای نامعلوم رگرسیون می باشند.  $U$  نیز ماتریس آشفتگیهای تصادفی مشاهده شده است که سطرهای آن برای  $X$  مفروض، ناهمبسته اند. وقتی  $X$ ، ماتریس  $q$  متغیر «مستقل» مشاهده شده را روی هر یک از  $n$  فرد نشان می دهد، آنگاه مدل  $Y = XB + U$  مدل رگرسیون چند متغیره نامیده می شود. در اکثر کاربردها فرض بر آنست که ماتریس آشفتگیها ( $U$ ) دارای توزیع نرمال می باشد. اگر رگرسیون چند گانه را بصورت  $Y = XB + \mu I - U$  در نظر بگیریم و فرض کنیم که بعضی از ستونهای  $X(n \times q)$  «تقریباً» همخط باشند. چون رتبه  $X$  مساوی تعداد ستونهای مستقل خطی  $X$  و در عین حال مساوی تعداد مقادیر ویژه غیر صفر  $X'X$  است، لذا در این وضعیت مشاهده می شود که بعضی از مقادیر ویژه  $(X'X)^{-1}$  خیلی بزرگ خواهند بود. واریانس  $\beta$ ، برآورد کننده  $OLS^{(1)}$  مساوی  $(X'X)^{-1} \sigma^2$  است، و بنابراین حداقل بعضی از این برآوردهای رگرسیونی، دارای واریانس های بزرگ اند.

بدلیل همخط بودن زیاد، بوضوح بعضی از متغیرهای مستقل، به میزان کمی در این

1- OLS: کمترین مربعات معمولی

رگرسیون سهیم اند. بنابراین جالب است که سوال شود تا چه حد می توان با کاربرد تعداد کمتری از متغیرهای مستقل رگرسیون را توصیف کرد. در اینجا دو دلیل مهم برای حذف متغیرها وجود دارد:

۱- افزایش دقت برآورد کننده های رگرسیونی برای متغیرهایی که نگهداشته شده اند.

۲- تقلیل تعداد اندازه گیریهای مورد نیاز برای داده های مشابه در آینده.

هنگامی که ستونهای  $X$  تقریباً هم خط اند، مطلوب آنست که به منظور تقلیل تعداد اندازه گیریهای مورد نیاز برای بیان داده ها، بعضی از متغیرها را حذف کنیم. در این زمینه به معیاری نیاز داریم که بیان کند تا چه حد مجموعه ایی از  $k$  متغیر نگهداشته شده  $X_{i1}, \dots, X_{ik}$  تمام داده های مجموعه  $X$  را توصیف می کند.

معیاری که بیان می کند متغیر رد شده  $X_j$  تا چه حد بوسیله متغیرهای نگهداشته شده  $X_{i1}, \dots, X_{ik}$  توصیف می شود، بصورت مربع ضریب همبستگی چند گانه  $R^2_{j|i_1, i_2, \dots, i_k}$  داده می شود.

بنابراین یک معیار کلی برای توانایی متغیرهایی که بمنظور توصیف داده ها نگهداشته شده اند با توجه به بهترین حالت ممکن، بدست می آید. یعنی  $R^2_{j|i_1, i_2, \dots, i_k}$ .

## ۲-۱-۵-۱- روش محاسبه رگرسیون چند متغیره

جهت انجام آنالیز رگرسیون چند متغیره، از بسته نرم افزاری SPSS استفاده گردیده و در آن مفروضات زیر در نظر گرفته شده است:

با توجه به اینکه معمولاً تغییرات یکی از متغیرها، تابع تغییرات سایر متغیرهاست. این متغیر را، متغیر وابسته یا پاسخ و سایر متغیرها را متغیر مستقل می نامند. معمولاً متغیر وابسته با نماد  $Y$  و متغیرهای مستقل با  $x_1, \dots, x_k$  نشان داده می شوند. رابطه بین این متغیرها به صورت کلی:  $Y = f(X_1, \dots, X_k) + e$  که مدلی احتمالی را نشان می دهد تعریف می شود. اگر  $f$

تابعی خطی بر حسب متغیرهای  $x_1, \dots, x_k$  باشد، رگرسیون را خطی می نامند. که در آن فرض بر آنست که رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته به صورت:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + e_i, \quad i = 1, \dots, N$$

$\beta_0, \dots, \beta_k$  پارامترهای مجهول،  $e$  متغیری تصادفی و  $x_1, \dots, x_k$  ثابتهای معلوم هستند.

فرض بر اینست که  $E(e) = 0$ ، بنابراین  $E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}$ . در این

مدل، مقادیر متغیر پاسخ  $Y_i$  به گونه تصادفی در اطراف  $E(Y_i)$  نوسان می کنند، زیرا ممکن

است تمامی عوامل موثر بر متغیر پاسخ را وارد مدل نکرده باشیم. در مدل رگرسیون خطی

مقادیر پارامترهای  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  با روش کمترین مربعات برآورد می شوند. فرض نرمال

بوده  $e_i$  ها که مانده های مدل رگرسیونی اند، الزامی نیست و در تعیین مقدار برآوردهای

کمترین مربعات، پارامترهایی تأثیر است.

### ۳-۱-۵-۱- روش مرحله ای در ورود متغیرها

در این روش ورود متغیرها به مدل رگرسیون به صورت مرحله ایی از مهمترین متغیر تا

کم اهمیت ترین آنها صورت می گیرد. معیار میزان اهمیت متغیر در مدل، مقدار سطح

معنی داری با آماره  $F$  متناظر با آن در جدول آزمون معنی داری متغیرهاست.

در محاسبات حداکثر مقدار سطح معنی داری که ضرایب رگرسیون متغیرهای ورودی به

مدل، تحمل می کنند،  $0.05$  و حداقل سطح معنی داری برای خروج متغیرها در هر مرحله از

رگرسیون برابر  $0.1$  در نظر گرفته شده است. بدین معنی که اگر در هر مرحله تحلیل

رگرسیونی، مقدار سطح معنی داری در آزمون ضریب رگرسیونی متغیری از  $0.05$  کمتر باشد.

متغیر متناظر با آن به مدل رگرسیون وارد می شود و اگر مقدار از  $0.1$  بیشتر باشد، متغیر از مدل

خارج می شود. اولین متغیر ورودی به مدل دارای بزرگترین ضریب همبستگی ساده با متغیر

پاسخ خواهد بود. دومین متغیر بر اساس بزرگترین ضریب همبستگی جزئی با متغیر پاسخ به

مدل وارد می شود و تحت آزمونهای معنی داری قرار می گیرد و به همین ترتیب این روند ادامه می یابد. که معیارهای ورودی با خروج متغیرها مصداق پیدا کند و در غیر این صورت الگوریتم متوقف می شود.

#### ۴-۱-۵-۱- نتیجه

نتایج آنالیز رگرسیون چند متغیره بر روی داده های  $E.I.$  بر گره  $1:100,000$  شهر بابک بصورت نقشه های مجزا برای داده های ژئوشیمی و جزء دانه ریز کانی سنگین تهیه شده که در آلبوم نقشه ها و  $CD$  همراه گزارش آورده شده است. در تهیه معادلات رگرسیون چند متغیره برای  $E.I.$  تمامی عناصری که حداقل با یک عنصر دیگر همبستگی چند متغیره معنی دار داشته و با توجه به آزمون  $F$ ، متغیر شرایط ورود به معادله را داشته است، انجام گرفته است. پس از بدست آوردن معادله های مدل برای هر متغیر،  $E.I.$  های جدید را برای داده های ژئوشیمیایی و جزء دانه ریز کانی سنگین محاسبه کرده با استفاده از آماره  $U$ ، ساختار و پیوستگی عناصر مختلف بر مبنای مقادیر محاسبه شده بوسیله روش رگرسیون تعیین می گردد که بر مبنای آن نقشه های جداگانه ای بر اساس مقادیر آنومال (یک درصد بالای) محاسبه شده رسم گردیده اند.

پس از مناطق امیدبخش بر مبنای تحلیل رگرسیون چند متغیره تحلیل آماره  $U$  صورت گرفته است که هدف آماره  $U$  تعیین آنومالیهای است که پیوستگی فضائی بیشتری با هم دارند و در نتیجه اهمیت آنها افزونتر است.

روشهای آماری زیادی برای جداسازی آنومالیهای ژئوشیمیایی وجود دارد. در اکثر این روش ها ساختار فضایی و موقعیت و ارتباط نمونه ها با یکدیگر در نظر گرفته نمی شود. روش  $U^*$  با منطقی مشابه فراکتال در حقیقت یک روش میانگین متحرک وزن دار است که در آن برای هر نقطه نمونه برداری تعدادی میانگین وزن دار (که تعداد آنها بستگی به شعاع

جستجوی حداکثر دارد) محاسبه می شود. در این روش وزنها با عکس فاصله متناسب می باشند. لذا برای هر نقطه تعدادی مقدار  $U$  بدست می آید. حداکثر مقادیر  $U$  را  $U^*$  می نامیم. بنابراین برای هر نقطه یک مقدار  $U^*$  حاصل می شود که جوامع آنومالی و زمینه را بطور آشکار، از یکدیگر جدا می سازد. علت این امر به نحوه محاسبه مقادیر  $U^*$  برمی گردد. بعنوان مثال نمونه ای را که در جامعه آنومالی است در نظر می گیریم. مقادیر  $U$  بازاء شعاع همسایگی هایی که شامل نمونه های زمینه نباشند، بیشتر از مقدار آن برای شعاع همسایگی هایی است که شامل نمونه های زمینه باشند. از طرفی چون در این حالت از تمام نمونه های واقع در شعاع همسایگی میانگین گیری بعمل می آید، لذا مقادیر آنومالی همدیگر را تشدید می کنند باین ترتیب حداکثر مقادیر  $U$  نیز در جامعه آنومالی قرار می گیرد. در حالت عکس (وقتی نمونه در حال محاسبه در جامعه زمینه قرار گیرد) نیز مقدار حاصل از  $U^*$ ، در جامعه زمینه قرار می گیرد در حالتی که نمونه در مرز بین محدوده آنومالی و زمینه قرار می گیرد، بازاء شعاع همسایگی های مختلف قسمتی از نمونه هایی که در محاسبه میانگین شرکت می کنند مربوط به جامعه آنومالی بوده و بقیه مربوط به جامعه زمینه می باشند. لذا این دو گروه اثر همدیگر را خنثی می نمایند و در این حالت حداکثر مقدار متناظر با شعاع همسایگی صفر است که در حقیقت مقدار استاندارد شده خود نمونه است. لذا این نمونه بسته به مقدار آن ممکن است در جامعه آنومالی یا زمینه قرار گیرد.

مهمترین شرط استفاده از روش فوق پیوستگی متغیر مورد مطالعه است. لذا با انتخاب شعاع حداکثر همسایگی مناسب می توان شرایط پیوستگی را فراهم کرد.

نتایج آماره  $U$  به ترتیب برای نمونه های ژئوشیمی و جزء دانه ریز نمونه های کانی سنگین بصورت نقشه های  $G3$  و  $G4$  به پیوست ارائه شده است لازم به ذکر است که این نقشه ها با تخمین شبکه ای نتایج آماره  $U$  ترسیم شده اند.

تصمیم گیری در مورد محدوده مناطق پرتانسیل و امیدبخش نیازمند تلفیق نتایج

نقشه های  $G1$  تا  $G4$  می باشد که نقشه  $G5$  با انطباق این نقشه ها بر روی هم نیل به منظور را میسر می نماید.

جهت تهیه نقشه  $G5$ ، یک درصد بالای داده های حاصل از آنالیز ویژگی در نقشه های  $G1$  و  $G2$  و  $2/5$  درصد بالای داده های آماره  $U$  در نقشه های  $G3$  و  $G4$  استفاده شده است که با توجه به راهنمای نقشه  $G5$  از هم قابل تفکیک هستند.

همانطور که در نقشه  $G5$  می توان مشاهده کرد تعداد ۳۸ محدوده بعنوان آنومالیهای ژئوشیمیایی معرفی شده است که با توجه به مطالعات بعدی به ۲۵ منطقه محدود گردیده که بر روی نقشه شماره های ۱ تا ۲۵ مشخص شده اند.

جدول (۱۰-۱) اطلاعات ژئوشیمیایی مورد نیاز جهت مدل سازی را به تفکیک مناطق آنومالی نشان می دهد. این جدول از مقایسه نقشه های  $G1$  تا  $G4$  با نقشه های تک متغیره استخراج شده است که در آن عناصر آنومال به تفکیک، در مورد محدوده های معرفی شده از روش های آنالیز ویژگی و آماره  $U$  برای نمونه های ژئوشیمی و جزء دانه ریز کانی سنگین مشاهده می شود.

مدل سازی آنومالیهای احتیاج به نوع کانی سنگین های مشاهده شده در محدوده های پربتانسیل نیز دارد لذا این اطلاعات پس از بررسی اطلاعات حاصله از مطالعات کانی سنگین بصورت جدول (۱۱-۱) خلاصه شده است.

جدول (۹-۱) موقعیت آنومالیهای بیست و پنج گانه ژئوشیمیایی برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک

شماره مناطقی که مدلسازی شده‌اند	عناصر آنومال	محدوده آنومالی	شماره آنومالی
	<i>Sn, Mo</i>	گوشه شمال شرق برگه (شرق زهر و برز)	آنومالی ۱
	<i>Cu, Zn, Sn, Mo</i>	شمال زهر و برز	آنومالی ۲
SHR-3	<i>Cu, Zn, Sn, Mo</i>	زهر و برز و جنوب شرق زهر و برز	آنومالی ۳
	<i>Sn</i>	کهن رزن	آنومالی ۴
	<i>W, Cu</i>	شرق و شمال شرق حامدین	آنومالی ۵
	<i>Cu</i>	جنوب شرق رشوان	آنومالی ۶
	<i>Mo</i>	شرق سرخون	آنومالی ۷
	<i>Sn, Zn, Cu, Bi</i>	شمال و جنوب مرج	آنومالی ۸
	<i>Mo, Bi, B, As, Ag</i>	کوههای پاقلعه	آنومالی ۹
	<i>B, Cu, Mo, Bi, As, Ag</i>	جنوب و جنوب شرق گلاب	آنومالی ۱۰
SHR-11	<i>Mo, Bi, B, As, Ag</i>	غرب ربه و شمال غرب و جنوب غرب آن	آنومالی ۱۱
SHR-12	<i>Mo, Bi, B, As, W, Au</i>	کالدرای آبدر	آنومالی ۱۲
	<i>Cu, Mo, W</i>	جنوب شرق مسینان	آنومالی ۱۳
	<i>Sn, Pb</i>	شمال گری	آنومالی ۱۴
	<i>Sn, Pb</i>	گزگستان	آنومالی ۱۵
	<i>Mo, As, Ag, Au</i>	شمال کوه مساحین	آنومالی ۱۶
	<i>Pb, Ag, B, Bi, Zn, Ag, Cu, Au</i>	جنوب میمنه و کرم	آنومالی ۱۷
	<i>B, Au, Fe, Hg</i>	دهانه آبدر	آنومالی ۱۸
SHR-19	<i>B</i>	شرق و شمال شرق کوه مه و اربابین	آنومالی ۱۹
	<i>W, S, Au</i>	شمال فتح آباد	آنومالی ۲۰
SHR-21	<i>Cu</i>	کانسار سارا و ناحیه غرب کانسار میدوک	آنومالی ۲۱
	<i>Au, Cu, Mo, Zn</i>	جنوب روگوشوئیه	آنومالی ۲۲
SHR-23	<i>SB</i>	بین کم سفید و کوه سارا	آنومالی ۲۳
SHR-24	<i>Cu, Zn, Bi, Ag, Pb, Fe</i>	جنوب شرق نرکوه و شمال کهتوکرا	آنومالی ۲۴
	<i>Zn</i>	کانسار میدوک و چاه مسی	آنومالی ۲۵

جدول (۱-۱۰) نتایج ژئوشیمیایی و کانی سنگین تک عنصری آنومالیهای درجه یک به تفکیک آنومالیها

کانی سنگین	رگرسیون جزء دانه ریز کانی سنگین	جزء دانه ریز کانی سنگین	رگرسیون چند متغیره ژئوشیمی	ژئوشیمی	شماره آنومالی
			Sn, Mo	Mo	1
				Sn	2
			Cu, Zn	Sn, Mo	3
				Sn	4
			W		5
	Cu	Cu			6
				Mo	7
	Cu, Sn, Bi	Zn, Sn			8
	Mo, Ag, Cu, As	B, Bi		B	9
	Bi, As, Mo	B, Bi	B, Cu	B	10
	Mo, Bi, As	B, Bi			11
W, EPI	As	Bi			12
			Mo	Cu, W	13
	Pb, Sn, Cu, Mo	Mo, Cu			14



ادامه جدول (۱۰-۱) نتایج ژئوشیمیایی و کانی سنگین تک عنصری آنومالیهای درجه یک به تفکیک آنومالیها

کانی سنگین	رگرسیون جزء دانه ریز کانی سنگین	جزء دانه ریز کانی سنگین	رگرسیون چند متغیره ژئوشیمی	ژئوشیمی	شماره آنومالی
EPI	Cu	Cu			15
	Ag, Mo	Mo, As	As, Mo	As, Mo	16
Hg, Garnet, EPI	Ag, B, Bi, Zn	Pb	Au, Zn, B, Pb	Au, Pb, Zn	17
			B		18
			B		19
S, SEC		Cu		W	20
			Au, Zn	Cu, Mo	21
		Zn	Pb, Au, Cu, Zn	Zn, Pb, Cu, Mo	22
				Sb	23
Fe	Ag, Zn, Bi	Ag, Pb		Cu, Zn	24
	Zn	Zn			25
		Mo		Zn	26
				Au	27
Hg					28

ادامه جدول (۱-۱۰) نتایج ژئوشیمیایی و کانی سنگین تک عنصری آنومالیهای درجه یک به تفکیک آنومالیها

کانی سنگین	رگرسیون جزء دانه ریز کانی سنگین	جزء دانه ریز کانی سنگین	رگرسیون چند متغیره ژئوشیمی	ژئوشیمی	شماره آنومالی
		Cu			29
		Pb			30
		Ag			31
Garnet	Zn		Sb	Sb	32
					33
		Cu			34
			As		35
			As, Sb	Sb	36
W	Pb, B	Sn, Zn			37
	Ag				38

\*:SEC: انگلیزیت، سروزیت، آزوریت، مالاکیت

جدول (۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
1	7050-1	201, 202, 203, 208, 210, 213	طلای کمتر از 0.15mm، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آراگونیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
2	7050-1	218, 219	باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، پیروکسن، آمفیبول، زیرکن.
3	7050-1	216, 217, 220, 221	گالن، سرب ثانویه، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، لوکوکسن، آنتاز، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
4	7050-1	224, 228, 229	طلای کمتر از 0.15mm، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
5	7050-1	47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 100, 188	باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
6	7050-1	61	باریت، شلیت، پیریت، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.

جدول (۱۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
7	7050-1	237, 238, 242, 243, 244	سرب ثانوی، باریت، منیتیت، هماتیت، مارتیت، روتیل، روتیل قرمز، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
8	7050-1	159, 160, 162, 163, 168, 169, 170	سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آناتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
9	7050-1	172, 173, 174	سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آناتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
10	7050-1	177, 179, 180, 184, 185, 187, 179	طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، گالن، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، پیروپ، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، کلریت.
11	7050-1	1, 3, 4, 6	طلای کمتر از 0.15mm، سرب ثانوی، باریت، شلیت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.

جدول (۱۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
12	7050-1	8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18 34	طلای کمتر از 0.15mm، سرب ثانوی، باریت، شلیت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، اسپینل، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
13	7050-1	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 16, 17, 19, 20, 22	طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، گالن، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
14	7050-1	104, 105, 107, 108, 109, 137, 138	طلای کمتر از 0.15mm، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، کروندوم، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، اولیوین، گارنت، پیروپ، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
15	7050-1	40, 35, 36, 38, 39	طلای کمتر از 0.15mm، سینابر، باریت، شلیت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، بیوتیت، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن.

جدول (۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برکه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
16	7050-1	193, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 116, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136	طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، گالن، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لیمونیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
17	7050-4 7050-1	100, 131, 132, 133, 152, 155, 156, 220 194, 260, 261, 262, 263	طلای بیشتر از 0.15mm، طلای کمتر از 0.15mm، گالن، سینابر، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیاستولیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، دیوپسید، آمفیبول، گلوکونیت، بیوتیت.
18	7050-4	190, 191, 192, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 201	طلای بیشتر از 0.15mm و طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، گالن، سینابر، سرب ثانوی، باریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، سیلیمانیت، آندالوزیت، کیاستولیت، استتارولیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، کرم - دیوپسید.

جدول (۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
19	7050-4	163	سرب ثانوی، باریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، روتیل قرمز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، دیوپسید، آمفیبول.
20	7050-4	62, 63, 64, 65, 66, 67, 171, 172, 173, 189	طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، کالکوپیریت، گالن، سرب ثانوی، باریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آراگونیت، مونازیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیاستولیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، کرم - دیوپسید، آمفیبول، گلوکونیت.
22	7050-4	73, 93, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 188, 92	طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، گالن، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، کزندوم، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیاستولیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، کرم - دیوپسید، آمفیبول، گلوکونیت، کلریت، مولیبدن.
21	7050-4	183	سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.

جدول (۱۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
23	7050-4	83	سرب ثانوی، باریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، کروندوم، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، آنتاز، لیمونیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، تیتانیت، زیرکن، کیاستولیت.
24	7050-4	27, 28, 31, 45, 4, 5, 9, 10, 22, 29, 47, 48, 12, 14, 16, 17, 19	اسفالریت، سرب ثانویه، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، کلریت.
25	7050-4	81, 106, 107	طلای بیش از 0.15mm، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، آنتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، اولیوین، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتان، اپیدوت، پیروکسن، دیوپسید، کلریت.
26	7050-4	112	باریت، پیریت، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، روتیل، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
27	7050-4	148	پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، دیوپسید، آمفیبول.



جدول (۱۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
28	7050-3 7050-4	20, 21, 22, 146, 147	طلای کمتر از 0.15mm، اسفالریت، گالن، سینابر، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، آپاتیت، الیون، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیاستولیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، دیوسید، گلوکونیت.
29	7050-3	30, 31	باریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، زیرکن، گروسولار، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، تورمالین، پیروکسن، آمفیبول.
30	7050-2 7050-3	78 25	طلای کمتر از 0.15mm، گالن، سرب ثانوی، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیانیت، اپیدوت.
31	7050-1 7050-2	118 72, 73, 76, 80	طلای کمتر از 0.15mm، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیانیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.

جدول (۱۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
32	7050-2	65, 66, 67, 68, 79, 82	گالن، سرب ثانویه، باریت، پیریت لیمونیتی، اسپینل سیاه، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، روتیل قرمز، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیانیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن.
33	7050-2	1, 43, 50, 56, 57	طلای کمتر از 0.15mm، باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، مس ثانوی، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، تورمالین، پیروکسن، آمفیبول، گلوکونیت.
34	7050-2	39, 41	باریت، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتان، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
35	7050-2	22, 59	باریت، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، آنتاز، لیمونیت، آراگونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.
36	7050-2	10, 11, 19	سرب ثانوی، باریت، منیتیت، هماتیت، اسپیکولاریت، مارتیت، ایلمنیت، لوکوکسن، روتیل، آنتاز، لیمونیت، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، کیاستولیت، تیتانیت، اپیدوت، تورمالین، پیروکسن، آمفیبول.

جدول (۱-۱) نتایج مطالعات کانی سنگین در محدوده‌های آنومالی

شماره آنومالی	کد برگه	شماره نمونه‌های واقع در آنومالی	کانی‌های گزارش شده در مطالعات کانی سنگین
37	7050-1	13	باریت، شلیت، پیریت، لیمونیت، منیتیت، هماتیت، مارتیت، لوکوکسن، روتیل، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، آندالوزیت، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت.
38	7050-1	251	باریت، پیریت، پیریت لیمونیتی، منیتیت، هماتیت، ایلمنیت، روتیل، روتیل قرمز، آپاتیت، گارنت، گروسولار، زیرکن، تیتانیت، اپیدوت، پیروکسن، آمفیبول.

معرفی مناطق مدلسازی شده به همراه شماره مناطق آنومال پیشنهاد شده  
توسط گروه ژئوشیمی معادل با آنها و مساحت هر منطقه

مناطق مدلسازی شده	مناطق آنومال آن	مساحت ( $Km^2$ )
SHR-3	۳ و ۲	12.2
SHR-11	۱۱	10.4
SHR-12	۱۲	28
SHR-19	۱۹	1.7
SHR-21	۲۱	8
SHR-23	۲۳	1.8
SHR-24	۲۴	30
جمع مساحتها		92.1 $Km^2$

## ۱-۶- مطالعه تغییرپذیری دانسیته گسلها

### ۱-۶-۱- مقدمه

از آنجا که در تشکیل بسیاری از کانسارها سیالات کانه ساز نقش اساسی دارند و برای حرکت آنها نیاز به کانالهائی در ابعاد مختلف (از چندین سانتی متر تا میکروسکوپی) می باشد (*Plumbing System*) و از طرفی توسعه چنین سیستمهایی از مجاری، در زونهای شکسته شده (چه در مناطق کششی و چه در مناطق فشاری) محتمل تر است، لذا مطالعه زونهای شکسته شده و مقایسه نقشه توزیع آنومالی ها با نقشه توزیع شکستگی ها می تواند در ارزیابی آنومالیا مفید واقع شود نکته اساسی در این مورد آن است که زمان تشکیل شکستگی در این خصوص بسیار با اهمیت است. زیرا بدیهی است که تنها شکستگی هایی که قبل از فعال شدن پدیده کانی سازی توسعه یافته باشند، می توانند در ایجاد کانالها تسهیلات لازم جهت حرکت سیالات گرمابی و تشکیل کانسارهای تیپ اپی ژنتیک هسیوژن، مؤثر باشند. بنابراین شکستگی هائی که بعد از کانی سازی توسعه می یابند ممکن است فقط بتوانند در توسعه هاله های ثانوی آنها و تشکیل زون غنی شدگی اکسیدی و یا احیایی از نوع اپی ژنتیک سوپرژن مؤثر واقع شوند. البته توسعه شکستگی های نوع اخیر موجب تسهیل در فرآیند اکسیداسیون عناصر کانساری و در نتیجه افزایش قابلیت تحرک آنها و نهایتاً توسعه هاله های ثانویه آنها خواهد شد.

از آنجا که در بررسیهای اکتشافی ناحیه ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ اندازه گیری شکستگی ها امکان پذیر نیست، لذا توصیه شده است تا از طریق مطالعه دانسیته گسلها، به محدوده زونهای بیشتر شکسته شده، دست یافت. بدیهی است در زونهای کششی ممکن است شکستگی هایی توسعه یابند که همراه با گسلش نباشند. در این بررسی از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ آن و نیز در نظر گرفتن گسلهای گزارش شده در مطالعات ژئوفیزیک هوایی و بخش دورسنجی استفاده شده است.

## ۲-۶-۱- روش مطالعه

در این پروژه روش مطالعه دانسیته گسلها، که می توان آن را تا حدودی منعکس کننده دانسیته شکستگی ها فرض کرد، به شرح زیر بوده است:

۱- انتقال گسلهای موجود روی نقشه ژئوفیزیک هوایی بر روی نقشه زمین شناسی

۲- انتخاب مختصات رئوس گسلها بر مبنای مشخصات *UTM* آنها

۳- رسم شبکه مربعی به مساحت یک کیلومتر مربع برای نقشه زمین شناسی، بدین ترتیب برای هر برگه زمین شناسی حدود ۲۶۴۰ سلول به مساحت یک کیلومتر مربع مشخص می گردد.

۴- اندازه گیری طول گسلهای موجود در هر واحد شبکه و سپس محاسبه حاصل جمع آنها بازاواحد سطح، در این مورد طول گسلهایی که دارای امتدادهای مختلف هستند، بدون در نظر گرفتن امتدادشان منظور می گردد، زیرا اثر آنها در ایجاد شکستگی ها مشابه فرض می شود. این حاصل جمع طول گسلها به مرکز همان واحد شبکه نسبت داده می شود.

۵- مطالعه آماری مجموع طول گسلها و سپس رسم نقشه توزیع آن در هر برگه.

## ۳-۶-۱- داده های خام

پس از انجام مراحل مشروح در بندهای ۱، ۲، ۳ و ۴ فوق، نتایج مربوط به مجموع طول گسلها همراه با مختصات هر سلول و آزیموت آنها در جدول داده های خام خلاصه می شود (ضبط شده در دیسکت ضمیمه). در این جدول در هر واحد شبکه که گسل در آن وجود داشته یک عدد بعنوان مجموع طول گسلها ثبت گردیده است.

#### ۴-۶-۱- پارامترهای آماری مجموع طول گسلها

در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک از حدود ۲۶۴۱ واحد شبکه، ۱۰۲۳ واحد مجموع طول گسلها اندازه گیری شده است که فقط حدود ۳۹٪ مساحت تحت پوشش را شامل می شود. اشکال (۱-۲۵) و (۱-۲۶) هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی دانسیته گسلها را بر حسب متر بر کیلومتر مربع نشان دهند. همانطور که ملاحظه می شود این کمیت، توزیع فراوانی نزدیک به لاگ نرمال با چولگی مثبت دارد. متوسط طول گسلهای موجود در واحدهای شبکه دارای گسل، ۱۶۱ متر می باشد. حداقل طول گسل موجود در یک واحد شبکه دارای گسل، ۱ متر و حداکثر آن ۴۲۱ متر بوده است. و ضریب تغییرات این متغیر حدود ۷۴٪ است. رقم معادل ۷۵٪ فراوانی، حدود ۲۴۵ متر می باشد. از آنجا که این هیستوگرام تقریباً دو جامعه را نشان می دهد و جامعه دوم مربوط به نقاطی است که چگالی گسلها که آنها زیاد می باشد لذا در مناطق شدیداً خرد شده تعیین سن گسلها جهت مشخص نمودن گسلهای قدیمی که می توانند بعنوانی مجاری جهت عبور سیالات کانه زا عمل نمایند، ضروری می باشد.

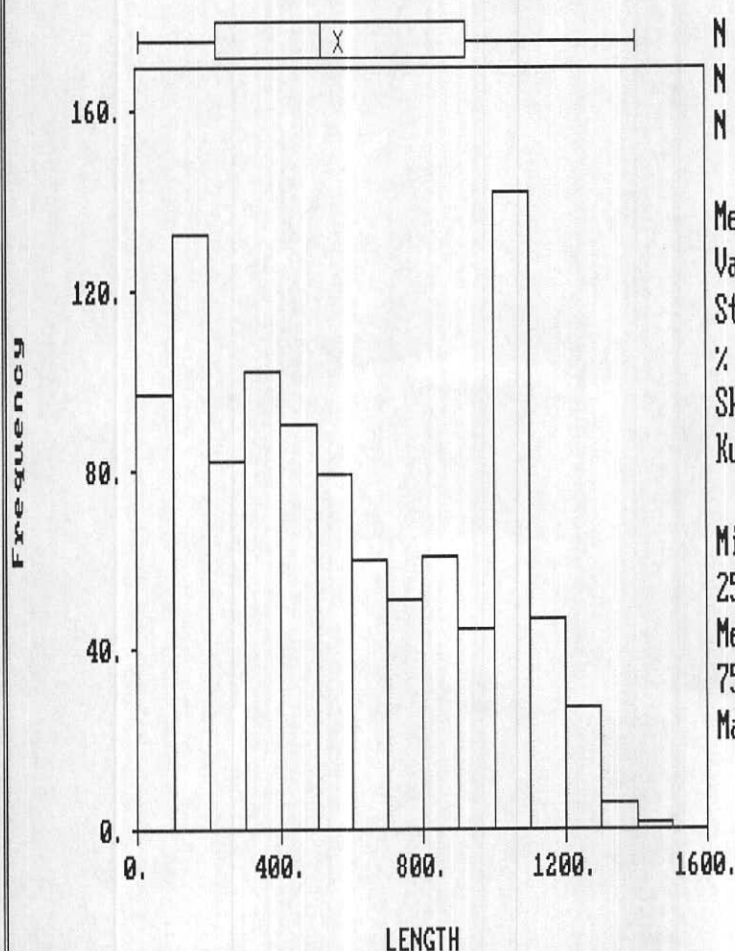
#### ۵-۶-۱- رسم نقشه دانسیته گسلها

برای رسم نقشه توزیع دانسیته گسلها از روش ژئواستاتستیک استفاده شد. در این مورد پس از رسم واریوگرام داده ها مشخص گردید که ساختار فضایی لازم برای تخمین ژئواستاتستیکی در بین این داده ها ضعیف می باشد.

لذا از روشهای متداول تخمین جهت تهیه نقشه چگالی گسل استفاده شده است. در این تخمین از روش عکس مجذور فاصله استفاده شده است. نقشه توزیع مکانی شکستگیها در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک در آلبوم نقشه های پیوست آورده شده است. در این نقشه رنگ آمیزی بر اساس چارکهای مقادیر تخمین زده شده می باشد، بر اساس نقشه فوق نقاط پرتانسیل به لحاظ گسترش زونهای شکستگی مشخص گردیده است که در مدلسازی کانساری مورد استفاده قرار گرفته است.

Histogram  
Data file: fault-g.geo

Statistics



N Total : 1072  
 N Miss : 0  
 N Used : 1072  
 Mean : 567.055  
 Variance: 137631.000  
 Std. Dev: 370.987  
 % C.V. : 65.423  
 Skewness: .241  
 Kurtosis: 1.775  
 Minimum : 6.336  
 25th % : 224.078  
 Median : 513.705  
 75th % : 923.982  
 Maximum : 1401.045



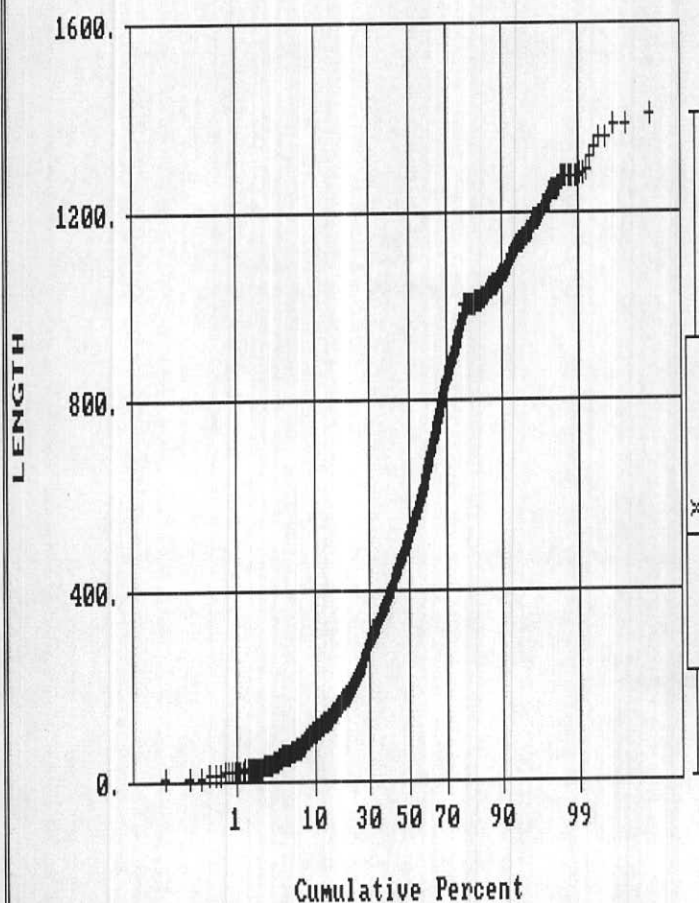
Normal Probability Plot for LENGTH  
Data file: fault-g.geo

Statistics

N Total : 1022  
N Miss : 0  
N Used : 1022

Mean : 567.055  
Variance: 137631.000  
Std. Dev: 370.987  
% C.V. : 65.423  
Skewness: .241  
Kurtosis: 1.775

Minimum : 6.336  
25th % : 224.078  
Median : 513.705  
75th % : 923.982  
Maximum : 1401.045



## ۲- مدلسازی

### ۲-۱- روش کار

یکی از معضلات بررسیهای اکتشافی، انتخاب مناطق امیدبخش و اولویت بندی آنها برای کارهای نیمه تفضیلی است. ریشه مشکلات مربوط به اینست که ملاک همه جانبه و جامعی برای تعیین این معیار تعریف نشده است و اگر هم تعریف شود ممکن است نتواند بطور مؤثر بکار رود زیرا مجموعه داده های تکنونیک، سنگ شناسی، ژئوفیزیکی، دورسنجی، ژئوشیمیایی و کانی سنگین تا زمانیکه در چارچوب یک مدل کلی مورد سنجش قرار نگیرد و میزان سازگاری کلیه مشاهدات مشخص نشود، از اعتبار لازم برای تصمیم گیری برخوردار نخواهد بود و تکیه بر آنها می تواند مخاطره عملیات اکتشافی را بالا ببرد و پیامدهای ناخوشایندی را به همراه داشته باشد.

برقراری چنین مدلی در اکتشافات ناحیه ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ نیاز به کسب اطلاعاتی در موارد فوق الذکر در مقیاسهای ناحیه ای و محلی دارد. اطلاعات ناحیه ای برای یک منطقه آنومال شامل سکانسهای موجود در منطقه، سنگ درونگیر، دامنه سنی آنها و شرایط تکنونیک محیطی می باشد. شرایط محلی غالباً محدود به ویژگیهای موجود در محدوده آنومال است که شامل ویژگیهایی از قبیل پدیده های ماگمایی، دگرگونی، رسوبی فعال و همچنین شرایط زمین شناسی ساختمانی، پاراژنزهای ژئوشیمیایی توسعه یافته و ویژگیهای کانی شناسی فرآیندهای بعد از ماگمایی شامل انواع آتراسیونها و ساخت و بافت سنگها و زونهای کانی سازی احتمالی و بالاخره آنومالیهای ژئوفیزیکی می باشد.

اگر بخواهیم اطلاعات فوق را که شامل بیش از ۱۲۰۰ ویژگی می گردد، برای ۹۳ تیپ کانسار مدلسازی شده در سطح جهان به کار ببریم، نیاز به نرم افزاری داریم که قادر باشد بر اساس منطق خاصی از روی ویژگیهای معلوم در محل گسترش یک آنومالی معین،

محتمل ترین تیپ کانسار احتمالی وابسته به مجموعه خواص مشاهده شده را پیشنهاد نماید. مناسبترین منطق برای این کار، منطقی است که در آن هر کانسار مانند شیئی با خواص و ویژگیهای معین احتمال پذیر، مورد مطالعه قرار گیرد. بنابراین در محل هر آنومالی تعدادی از خواص که بوسیله متخصصین گروههای مختلف ذکر شده، مورد اندازه گیری قرار گرفته است، بعنوان خواص احتمالی آن شیئی، معلوم می باشد. وجود هر یک از خواص در اثبات تشابه با کانساری معین، از امتیاز تعیین شده ای برخوردار است و فقدان آن خاصیت در رد آن کانسار نیز امتیاز معینی دارد. با توجه به مراتب فوق می توان با مطمئن بودن از وجود بعضی از خواص و نبود بعضی از خواص، محتمل ترین تیپ کانسار وابسته را پیش بینی کرد که بیشترین سازگاری و کمترین ناسازگاری را با مجموعه خواص مشاهده شده در محل توسعه آنومالی داشته باشد. چون در مورد بعضی از خواص نه به وجود و نه به نبود آن اطمینان کافی در دست نیست لذا لازم است در نرم افزار مورد نظر حق انتخاب دیگری به مفهوم خاصیت تعیین نشده وجود داشته باشد که در سنجش سازگاری و ناسازگاری مجموعه خواص بی اثر باشد.

بالا ترین امتیاز کاربرد چنین مدلی اینست که پس از رتبه بندی آنومالیاها بر اساس سازگاری آنها یا تیپ معینی از کانسارها، عملیات اکتشافی احتمالی ای که باید در محدوده آن صورت پذیرد را با اولویت بندی پیشنهاد نماید. این کار از طریق مقایسه خواص داده شده در محل آنومالی با خواصی که محتمل ترین تیپ کانسار دارا می باشد، انجام می پذیرد.

## ۲-۲-۲- مدل سازی

### ۲-۲-۱- مقدمه

مدلسازی مناطق امیدبخش یکی از مهمترین موضوعاتی است که در دهه گذشته در زمینه اکتشافات ذخایر معدنی مطرح شده است و بسرعت میسر تحول خود را می گذراند.

مدلسازی مناطق امیدبخش را می توان مانند هر نوع مدلسازی دیگری در زمینه های مهندسی، نوعی روش ساده سازی دانست که موجب سهولت و شناخت واقعی تر پدیده ها و رخدادها (برای مثال کانی سازی از یک تیپ خاص) می شود. بدیهی است هر نوع مدل سازی با نوعی ساده سازی همراه است که ممکن است موجب بروز خطا گردد. ریشه این خطا می تواند در ارتباط بانادیده گرفتن عناصر و عوامل جزئی تر باشد. در مقابل این نقطه ضعف، هر مدلی نقطه قوتی دارد و آن این است که ارتباط عناصر و عوامل اصلی یک پدیده و یا رخداد با مدل سازی روشن تر و شفاف تر می شود، زیرا امکان سنجش درجه سازگاری و ناسازگاری عناصر و عوامل موجود در یک رخداد (برای مثال مجموعه خواص مشاهده شده در یک تیپ از کانی سازی معین) با مدلسازی فراهم می گردد.

اگر داده های معرف یک تیپ خاص از کانی سازی که در واقع مجموعه خواص آن تیپ کانی سازی است، در یک محیط معین یافت می شود می تواند دلالت بر رخداد آن تیپ کانی سازی داشته باشد. چنانچه خاصیتی بیگانه نسبت به مجموعه خواص فوق نیز مشاهده شود با مدل سازی می توان به بی اهمیت بودن آن پی برد. برعکس اگر در مجموعه خواص سازگار از یک تیپ معین کانی سازی جای یک یا چند خاصیت خالی باشد، می توان برای یافتن احتمالی آنها و تأیید و یا تکذیب مدل به جستجوی هدف دار پرداخت. این جستجوی هدف دار خمیرمایه اصلی در طراحی برنامه اکتشافی برای فاز بعدی است.

بنابراین بدون مدلسازی نمی توان به تخمین قابل قبولی از احتمال پیدایش یک تیپ کانسار خاص (وابسته به مجموعه مشاهدات تجربی و اطلاعات جمع آوری شده توسط گروه های مختلف) در یک محیط زمین شناسی معین پرداخت. از نظر تاریخچه مدلسازی باید گفت که در گذشته مدلسازی کانسار بیشتر بر اساس منطقه شیئی گرای<sup>(۱)</sup> است که در آن اساس کار بر وجود یا عدم ویژگیهای مشترک معین قرار دارد. بر اساس این منطق هر تیپ

---

1- Object Oriented

کانسار خاص مانند شیئی می ماند که بوسیله مجموعه ای از خواص معین شناخته می شود، با این نگرش که پیدایش هر یک از خواص در این مجموعه حالت قطعی نداشته بلکه احتمال پذیر است و امکان بود و نبود آن با عددی بین صفر تا یک بیان می شود. چنین نگرش احتمال پذیری استفاده از منطق فازی<sup>(۱)</sup> را در مدل سازی کانسارها اجتناب ناپذیر می سازد. بطور خلاصه انگیزه اصلی مدلسازی مناطق امیدبخش ارتباط دادن آماری آنها با نوع خاصی از کانی سازی است تا درجه سازگاری و ناسازگاری خواص اندازه گیری شده و مشاهدات مختلف باشد. آنومالیهای تک عنصری، پیدایش کانیهای سنگین خاص، انواع خاصی از دگرسانی ها در سنگ درونگیر معین یا سن معین، نتایج مطالعات روشهای مختلف ژئوفیزیک، پارامترهای تکتونیکی منطقه و شناسائی ساختارهای گنبدی در محدوده های امیدبخش بنا به نتایج دورسنجی و بررسیهای صحرائی و ... مورد سنجش قرار گیرد. از این طریق می توان آن دسته از خواص اندازه گیری شده که بطور تصادفی در مجموعه خواص مشاهده شده در یک ناحیه ثبت گردیده اند را شناخت و سپس آنها را بعنوان خواص ناسازگار از مجموعه خواص مشاهده شده حذف کرد.

چنین منطقی موجب تصفیه مؤثر آنومالی های وابسته به کانی سازی از انواع دیگر می شود که خود موجب افزایش احتمال کشف و کاهش هزینه های اکتشافی می گردد. بنابراین با نسبت دادن یک مجموعه از آنومالیهای ثبت شده در یک منطقه به مدل خاصی می توان برای هر یک از ویژگیهای کمی و کیفی آن با تکیه به مقدار پارامترهای مشابه در مدل استاندارد، تخمین های لازم را با دقت کافی بعمل آورد.

## ۲-۲-۲- مدل های عددی

ویژگی های هر تیپ کانسار را می توان به دو گروه تعیین کننده و عادی تقسیم کرد.

---

1- Fuzzy logic

ویژگی‌های تعیین‌کننده شامل آن دسته از خواص است که وجودشان در اثبات یک مدل خاص کانی‌سازی و یا نبودشان در رد یک مدل خاص کانی‌سازی می‌تواند مؤثر باشد. خواص عادی یک کانسار خواصی است که بود و نبودش در اثبات و یا رد یک مدل معین نقشی ندارد. از آنجا که اهمیت "بود" یک خاصیت و یا نبود آن در مقایسه با خواص دیگر، در اثبات یا رد یک تیپ معینی از کانی‌سازی یکسان نیست، لذا لازم است برای وجود یک خاصیت (و یا نبود آن) در اثبات (یا رد) یک مدل کانی‌سازی وزن معینی انتخاب گردد. این وزنها از طریق محاسبات آماری روی ۳۶۰۰ کانسار شناخته شده در جهان بدست آمده و توسط کاکس و سینگر (۱۹۸۷ و ۱۹۹۲) ارائه گردیده است. در این پروژه، مدل‌سازی مناطق امیدبخش عمدتاً بر اساس وزن‌های فوق می‌باشد که در یک مجموعه نرم‌افزاری جمع‌آوری شده است.

### ۳-۲-۲- مدل‌سازی مناطق امیدبخش

داده‌های به کار رفته در مدل‌سازی هر آنومالی شامل موارد زیر است: سکانس سنگهای منطقه در برگیرنده آنومالی، سنگ درونگیر آنومالی، انواع دگرسانی‌های احتمالی در محدوده آنومالی، پاراژنهای ژئوشیمیایی در محدوده آنومالی، ترکیب کانه‌ها و کانیها در جزء کانی سنگین، ساخت و بافت سنگ درونگیر و ساخت و بافت در زون مینرالیزه احتمالی، محصولات هوازدگی، خاستگاه تکتونیکی و نتایج بررسیهای ژئوفیزیکی. حداقل امتیاز مثبت وجود یک خاصیت معین ۵ و حداکثر آن ۴۰۰ می‌باشد. امتیازات منفی (بعلت نبود خاصیت) وابسته به خواص، بین ۰ تا ۴۰۰ تغییر می‌کند. این مجموعه خواص در دوره اصلی، خواص ناحیه‌ای که با علامت  $R$  در جداول آمده است و خواص محلی که با علامت  $L$  در جداول آمده است، قرار می‌گیرند. اساس تهیه داده‌های ناحیه‌ای در این پروژه گزارشات گروه دورسنجی و نتایج گزارش شده توسط گروه‌های تکتونیک و سنگ‌شناسی و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ بوده است.

در محدوده برکه شهر بابک با توجه به روشهای مختلف پردازش داده‌ها (تحلیل رگرسیون چند متغیره و  $U$ ) مجموعاً ۲۸ محدوده بعنوان مناطق امیدبخش معرفی گردید که از آنها با توجه به مطالعات تکتونیک، سنگ شناسی، دورسنجی و ژئوفیزیک ۷ منطقه مورد مدلسازی قرار گرفتند که تحت عنوان  $SHR-x$  نامگذاری گردیده‌اند.

موارد زیر در پاسخگویی به نرم افزار مورد توجه قرار گرفته است:

۱- خواصی که وجود آنها بوسیله یکی از روشهای بکار گرفته شده در پروژه مانند روشهای ژئوشیمیایی، مطالعات کانی سنگین، دگرسانی و زونهای کانی سازی، بررسی های ژئوفیزیک هوایی و یا رادیومتری، مطالعات دورسنجی و یا بوسیله یکی از گروه های سنگ شناسی و تکتونیک که عملیات صحرائی انجام داده‌اند با اثبات رسیده باشد، با گزینه "Yes" انتخاب شده است.

۱- خواصی که از طریق بررسیهای لازم، به نبود آنها در محیط یک آنومالی معین در حد امکان، اطمینان حاصل شده است، با گزینه "No" انتخاب شده است.

۳- خواصی که پس از بررسیهای انجام شده فوق در بود یا نبود آنها (به نتیجه ای که قابل تصمیم گیری باشد) اطمینان حاصل نشده است، با گزینه "Nd" مشخص شده است.

۴- با توجه به ناقص بودن نتایج آنالیز شیمیایی داده های موجود و بالا بودن حد قابل ثبت آنالیز نمونه ها و با مقایسه نتایج عملکرد گروههای ژئوفیزیک، دورسنجی، سنگ شناسی و تکتونیک و شواهد تائید شده بوسیله آنها این نتیجه حاصل شده که برای عنصر طلا مقادیر آنومالی درجه ۲ عنصر نیز می تواند راهنمایی در جهت تعیین مناطق پرتانسیل باشد لذا در جهت حفظ و مشخص نمودن هر چه مطمئن تر مناطق امیدبخش و پائین آوردن ریسک از دست دادن مناطق آنومالی لازم است تا آنومالیهای درجه ۲ این عنصر بعنوان آنومالی درجه یک در نظر گرفته شود. برای سه عنصر  $Sb, Hg, As$  بعلت بالا بودن حد قابل ثبت و نیز سنسورد بودن اکثر داده های گزارش

شده برای آنها و از طرفی با اهمیت بودن سه عنصر فوق در مشخص کردن انواع مهم کانی سازی هیدروترمال در مواردی که آنومالی برای عناصر فوق گزارش نشده از گزینه "*Nd*" استفاده گردیده است. در مواردی که در یک منطقه مورد بررسی اندیس یک عنصر معدنی توسط یکی از گروههایی که کار صحرایی انجام داده اند، گزارش گردیده است، آن عنصر بعنوان آنومالی ژئوشیمیایی در نظر گرفته شده است. ضمناً بعلت نقص در عناصر آنالیز شده توسط آزمایشگاه، برای عناصری که آنالیز نشده اند در هنگام پاسخگویی به نرم افزار از گزینه "*Nd*"، استفاده گردیده است.

۵- با توجه به امتیاز بالای انواع آلتراسیونها در مدلسازی، برای جلوگیری از بروز هر گونه تمایل منفی، آلتراسیونهای ذکر گردیدند که وجود آنها توسط گروه تکتونیک و سنگشناسی، محتمل با کانی سازی احتمالی در منطقه مورد تأیید قرار گرفتند.

۶- داده هایی که بر اساس آنها به سوالات مختلف نرم افزار پاسخ داده شده است، توسط گروههای مختلف ژئوفیزیک، دورسنجی، تکتونیک، سنگ شناسی و ژئوشیمی تهیه شده است که در گزارشات مربوط به هر گروه جداگانه و به تفصیل آمده است.

نتیجه مدل سازی آنومالیهای ۷ گانه بر گره ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک بصورت جداولی که در زیر تشریح می شود آورده شده است:

۱- بالای هر جدول شماره آنومالی نشان داده می شود مانند  $SHR - 3$  یا  $SHR - 24$

۲- در چنین جداولی که با سه حرف *SHR* و یک شماره مشخص می شوند، تیپ کانسارهای احتمالی به ترتیب اولویت (احتمال رخداد) آورده شده است.

اساس اولویت بندی آنها ارقام آخرین ستون سمت راست جدول است که پس از کسر امتیازات منفی از مثبت حاصل شده است.

۳- در جدول فوق شش ستون عددی وجود دارد که دو ستون اول امتیازات مثبت مطلق و درصدی (نسبی) را برای هر یک از تیپ کانسارهای احتمالی نشان می دهد. دو ستون



دوم امتیازات منفی مطلق و درصدی (نسبی) را برای همان تیپ کانسارهای معرفی می‌کند و دو ستون آخر امتیازات باقیمانده مطلق و درصدی را که اساس اولویت بندی است، مشخص می‌سازد.

۴- برای هر یک از کانسارهای محتمل دو جدول فوق لیست خواصی که وجودشان سازگار با مدل پیشنهاد شده است در جداولی که ساختار شماره گذاری آنها بشرح زیر است آورده می‌شود:

حرف Y	شماره ردیف کانسار احتمالی	خط تیره	شماره آنومالی	SHR-
-------	---------------------------	---------	---------------	------

در چنین جداولی هر یک از خواص همراه با امتیاز مثبت و یا منفی بودنشان بانضمام دامنه آن آورده می‌شود. در آخرین ستون این جداول علامت Yes بمعنی وجود آن خاصیت و علامت L یا R بمعنی محلی بودن و یا ناحیه ای بودن آن خاصیت ذکر می‌شود. در پائین ترین سطر این جداول جمع امتیازات مثبت و منفی و دامنه امتیاز نشان داده می‌شود.

۵- برای هر یک از کانسارهای پیشنهاد شده محتمل در جداول لیست خواصی که نبودشان در رد مدل مؤثر بوده است همراه با وزن منفی آنها در جداولی که ساختار شماره گذاری آنها بشرح زیر است آورده شده است:

شماره ردیف کانسار احتمالی	خط تیره	شماره آنومالی	SHR-
---------------------------	---------	---------------	------

در پائین ترین سطر این جداول جمع امتیازات منفی نیز آورده شده است.

## SHR-3C

No	Type	Positive Score		Negative Score		Over-all Score	
		1475	34	425	53.1	1050	24.2
25	Porphyry-Cu	1220	29.7	405	61.4	815	19.8
38	Porphyry-Mo, Low-F	980	25.8	685	65.2	295	7.8
37	Porphyry-Cu-Mo	570	20.8	385	59.7	185	6.7
26	Porphyry-skarn-Cu	655	30.7	520	68.9	135	6.3
43	Cyprus Massive Sulfide	330	16.7	225	67.2	105	5.3
45	Volcanogenic-Mn	650	30	540	65.9	110	5.1
34	Porphyry-Sn	380	23.2	305	55.5	75	4.6
66	Sandstone Hosted Pb-Zn	610	27.7	515	65.6	95	4.3
36	Porphyry-Cu-Au	410	19.6	375	66.4	35	1.7
89	Placer Au-PGE						

## SHR-3M

No	What	Pos. Score	Neg. Score	Interval Score
		50.278	45.884	41.81
25	Porphyry-Cu	55.129	54.2	35.962
43	Cyprus Massive Sulfide	54.515	68.674	35.786
88	Lateritic-Saprolite Au	44.674	56.06	29.603
42	Basaltic Cu	48.605	58.058	26.666
34	Porphyry-Sn	34.817	53.634	26.204
38	Porphyry-Mo, Low-F	47.516	69.981	17.018
71	Emerald Veins	38.791	63.323	16.247
36	Porphyry-Cu-Au	33.122	61.996	15.992
37	Porphyry-Cu-Mo	45.224	65.135	14.535
54	Rhyolite-Hosted Sn			

## SHR-11C

No	Type	Positive Score		Negative Score		Over-all Score	
29	Skarn-Fe	790	59.4	160	26.9	630	47.4
27	Skarn-Cu	975	44.9	255	36.2	720	33.2
28	Skarn-Pb-Zn	900	53.6	365	38.6	535	31.8
34	Porphyry-Sn	955	44	295	36	660	30.4
26	Porphyry-skarn-Cu	965	35.2	135	20.9	830	30.2
35	Sn-polymetallic-Viens	950	45.9	375	32.1	575	27.8
36	Porphyry-Cu-Au	800	36.3	225	28.7	575	26.1
50	Sado Epithermal Veins	700	34.1	245	34.8	455	22.2
25	Porphyry-Cu	1085	25	225	28.1	860	19.8
58	Almaden Hg	440	39.8	225	51.7	215	19.5

## SHR-11M

No	What	Pos. Score		Neg. Score		Interval Score	
29	Skarn-Fe	57.297	36.018	41.183			
34	Porphyry-Sn	40.683	27.261	30.381			
44	Besshi-Massive Sulfide	35.279	21.816	26.407			
88	Lateritic-Saprolite Au	32.817	24.252	26.203			
28	Skarn-Pb-Zn	45.953	35.399	26.041			
27	Skarn-Cu	33.421	25.144	25.252			
36	Porphyry-Cu-Au	31.41	17.982	25.008			
35	Sn-polymetallic-Viens	38.36	23.967	24.813			
21	W-Viens	40.419	39.257	20.924			
69	Sedimentary exhalative Zn-Pb	35.033	35.198	20.039			

## SHR-12C

No	Type	Positive Score	Negative Score	Over-all Score
51	Epithermal Quartz-Alunite Au	2140	75.6	2115
50	Sado Epithermal Veins	1335	65.1	1280
25	Porphyry-Cu	2930	67.6	2595
38	Porphyry-Mo, Low-F	2745	66.8	2440
26	Porphyry-skarn-Cu	1770	64.5	1535
49	Comstock Epithermal Veins	1215	58	1000
37	Porphyry-Cu-Mo	2200	57.9	1735
47	Hot Spring Au-Ag	1305	51.7	1075
48	Creed Epithermal Veins	1325	57.9	930
36	Porphyry-Cu-Au	1095	49.7	825

## SHR-12M

No	What	Pos.Score	Neg.Score	Interval Score
38	Porphyry-Mo, Low-F	88.748	41.249	82.124
51	Epithermal Quartz-Alunite Au	79.885	4.012	78.496
25	Porphyry-Cu	84.582	35.167	78.092
26	Porphyry-skarn-Cu	82.803	29.312	75.916
47	Hot Spring Au-Ag	80.366	17.217	75.593
81	Low-Sulfide Au-Quartz	77.016	14.336	73.383
37	Porphyry-Cu-Mo	74.911	31.545	66.194
43	Cyprus Massive Sulfide	80.168	40.131	65.976
59	Silica Carbonate Hg	86.913	63.734	64.912
50	Sado Epithermal Veins	63.261	4.914	61.571

## SHR-19C

No	Type	Positive Score		Negative Score		Over-all Score	
89	Placer Au-PGE	655	31.3	230	40.7	425	20.3
58	Almaden Hg	340	30.8	200	46	140	12.7
50	Sado Epithermal Veins	520	25.4	395	56	125	6.1
90	Placer PGE-Au	655	33.2	540	65.1	115	5.8
47	Hot Spring Au-Ag	485	19.2	345	49.3	140	5.5
66	Sandstone Hosted Pb-Zn	395	24.1	305	55.5	90	5.5
88	Lateritic-Saprolite Au	285	20.7	215	57.3	70	5.1
70	Bedded Barite	305	20.7	285	64.8	20	1.4
45	Volcanogenic-Mn	255	12.9	235	70.1	20	1
49	Comstock Epithermal Veins	445	21.2	465	58.1	-20	-0.9

## SHR-19M

No	What	Pos.Score		Neg.Score		Interval Score	
88	Lateritic-Saprolite Au	23.455	36.746	13.433			
89	Placer Au-PGE	21.817	42.984	10.225			
90	Placer PGE-Au	32.532	58.438	7.911			
66	Sandstone Hosted Pb-Zn	24.166	58.584	4.519			
58	Almaden Hg	21.898	49.973	2.225			
51	Epithermal Quartz-Alunite Au	18.523	49.228	1.476			
64	Quartz-Conglomerate Au-U	13.304	38.499	-0.805			
45	Volcanogenic-Mn	10.555	72.792	-1.792			
70	Bedded Barite	16.323	63.83	-2.718			
47	Hot Spring Au-Ag	8.735	45.732	-3.943			

## SHR-21C

No	Type	Positive Score		Negative Score		Over-all Score	
25	Porphyry-Cu	2745	63.3	220	27.5	2525	58.2
38	Porphyry-Mo,Low-F	2385	58	120	18.2	2265	55.1
26	Porphyry-skarn-Cu	1600	58.3	215	33.3	1385	50.5
37	Porphyry-Cu-Mo	2160	56.8	355	33.8	1805	47.5
36	Porphyry-Cu-Au	985	44.7	280	35.7	705	32
43	Cyprus Massive Sulfide	995	46.6	375	49.7	620	29
29	Skarn-Fe	550	41.4	210	35.3	340	25.6
44	Besshi-Massive Sulfide	700	39	250	34.2	450	25.1
27	Skarn-Cu	855	39.4	315	44.7	540	24.9
34	Porphyry-Sn	905	41.7	460	56.1	445	20.5

## SHR-21M

No	What	Pos Score	Neg Score	Interval Score	
25	Porphyry-Cu	78.172	18.236	74.807	
26	Porphyry-skarn-Cu	75.063	31.488	67.664	
38	Porphyry-Mo,Low-F	63.996	8.14	62.689	
37	Porphyry-Cu-Mo	70.25	30.906	61.71	
43	Cyprus Massive Sulfide	65.838	33.984	53.82	
44	Besshi-Massive Sulfide	52.703	24.595	42.701	
36	Porphyry-Cu-Au	46.776	30.219	36.018	
29	Skarn-Fe	45.749	23.502	35.235	
34	Porphyry-Sn	45.611	45.404	28.454	
31	Polymetallic-Replacement	38.715	36.307	23.117	

## SHR-23C

No	Type	Positive Score	Negative Score	Over-all Score
50	Sado Epithermal Veins	840	41	630
27	Skarn-Cu	885	40.8	590
81	Low-Sulfide Au-Quartz	1035	40.4	660
51	Epithermal Quartz-Alunite Au	1065	37.6	655
36	Porphyry-Cu-Au	740	33.6	470
29	Skarn-Fe	530	39.8	270
47	Hot Spring Au-Ag	855	33.9	480
38	Porphyry-Mo, Low-F	1035	25.2	740
39	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	795	40.9	340
59	Silica Carbonate Hg	730	40	295

## SHR-23M

No	What	Pos. Score	Neg. Score	Interval Score
81	Low-Sulfide Au-Quartz	76.93	46.337	65.188
47	Hot Spring Au-Ag	73.668	44.519	61.326
59	Silica Carbonate Hg	81.641	65.268	59.11
52	Volcanogenic U	77.706	72.815	52.702
38	Porphyry-Mo, Low-F	49.398	28.092	44.887
82	Hornstake Au	57.211	46.299	43.173
84	Flat Faults Au	49.86	23.113	40.753
24	Climax-Mo	68.525	66.721	38.941
50	Sado Epithermal Veins	47.013	24.253	38.672
65	Olympic Dam Cu-U-Au	54.766	38.952	35.065

## SHR-24C

No	Type	Positive Score		Negative Score		Over-all Score	
38	Porphyry-Mo,Low-F	2560	62.3	265	40.2	2295	55.8
25	Porphyry-Cu	2355	54.3	290	36.3	2065	47.6
26	Porphyry-skarn-Cu	1300	47.4	210	32.6	1090	39.7
36	Porphyry-Cu-Au	1085	49.2	250	31.8	835	37.9
37	Porphyry-Cu-Mo	1800	47.4	390	37.1	1410	37.1
43	Cyprus Massive Sulfide	1125	52.7	335	44.4	790	37
39	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	1000	51.4	350	39.3	650	33.4
27	Skarn-Cu	780	35.9	160	22.7	620	28.6
34	Porphyry-Sn	1005	46.3	410	50	595	27.4
29	Skarn-Fe	565	42.5	210	35.3	355	26.7

## SHR-24M

No	What	Pos. Score		Neg. Score		Interval Score	
38	Porphyry-Mo,Low-F	75.795	28.757	71.177			
43	Cyprus Massive Sulfide	81.441	30.791	70.552			
25	Porphyry-Cu	72.615	21.161	68.71			
47	Hot Spring Au-Ag	77.978	44.49	65.644			
81	Low-Sulfide Au-Quartz	74.991	41.244	64.539			
59	Silica Carbonate Hg	86.598	66.734	63.561			
39	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	70.82	30.1	57.047			
82	Homestake Au	68.09	45.95	54.157			
65	Olympic Dam Cu-U-Au	66.683	27.937	52.553			
36	Porphyry-Cu-Au	59.821	25.127	50.875			



### ۳- ارائه مناطق امیدبخش

همانطوری که ذکر گردید گروه ژئوشیمی پس از پردازش داده‌ها و تعبیر و تفسیر آنها مبادرت به تهیه نقشه مناطق امیدبخش از لحاظ تفسیرهای ژئوشیمیایی کرده و سی محدوده را به گروه سنگ‌شناسی برای انجام کارهای صحرایی ارائه داده است. که با توجه به شواهد زمین‌شناسی این سی محدوده به هفده محدوده تقسیم‌بندی گردید و از این هفده محدوده آئومال با در نظر گرفتن اطلاعات ژئوفیزیک، دورسنجی، تکتونیک و سنگشناسی، یازده محدوده مورد مدلسازی قرار گرفته است.

مناطق معرفی شده توسط گروه ژئوشیمی در بخش نخست گزارش، بطور مشروح آورده شده و محدوده‌های امیدبخش از نقطه نظر دورسنجی به قرار زیر می‌باشد:

برای تلفیق اطلاعات گروههای مختلف بدین روش عمل گردید که متخصصین و سرپرستان تمامی گروههای سهیم در انجام این پروژه پس از تهیه گزارشهای مربوطه، طی شش روز نشست و گفتگو ضمن اعلام نتایج بررسیهای خود به سایر گروهها به سوالات نرم افزار مدلسازی کانساری<sup>(۱)</sup> نیز پاسخ گفتند.

بدین ترتیب ضمن تبادل نظر بین کارشناسان و سرپرستان گروههای مختلف و تلفیق اطلاعات، بهترین و صحیح ترین پاسخ هایی که کارشناسان بر روی آن اتفاق نظر داشته و مورد تأیید آنها بوده در نرم افزار ثبت شده است.

هر گروه نه تنها به سوالات مربوط به تخصص خود پاسخ داده بلکه در مواردی که موضوع مورد سوال می‌توانسته به گروه های مختلف ارتباط داشته باشد، با بحث و نظر خواهی کارشناسانه، بهترین و صحیح ترین پاسخ انتخاب گردیده است. بعنوان مثال می‌توان از آلتراسیونها نام برد که گروه دورسنجی با پردازش تصاویر ماهواره‌ای یک سری از دگرسانی‌ها

---

1- ODMV2

را مشخص کرده است اما برای تأیید نوع آلتراسیون از نظرات کارشناسان سنگ شناسی و تکنونیک و نتایج مطالعات کانی سنگین استفاده شده است. بدین ترتیب برای یازده محدوده پیشنهاد شده بعنوان مناطق امیدبخش، مدلسازی کانساری انجام گرفت که نتایج آن در صفحات بعد بصورت جداول آمده است.

برای هر محدوده دو سری محاسبات انجام گرفته است، یک سری بوسیله روش محاسبات ساده<sup>(۱)</sup> و دیگری بوسیله محاسبات چند متغیره<sup>(۲)</sup> در روش محاسبات ساده تنها، امتیازات مورد بررسی قرار می گیرد، و در این روش کلیه خواص بعنوان شاهد<sup>(۳)</sup> در نظر گرفته می شود. امتیازبندی نیز بر اساس امتیازات مثبت، منفی و گزینه "nd" صورت می گیرد که بوسیله آن می توان امتیازبندی کانسارهای مختلف را برای محدوده آنومال بدست آورد. نتایج محاسبات این روش در جداول شماره SHR-3C تا SHR-24C آورده شده که هر شماره معرف منطقه آنومالی می باشد.

جداول مذکور شامل هشت ستون می باشد. در ستون اول و دوم شماره و نام کانسار پیشنهاد شده، می باشد. در ستون سوم و چهارم بترتیب مجموع امتیازات مثبت و درصد آنها برای کانسار مربوطه با توجه به پاسخهای داده شده به نرم افزار در محدوده آنومالی نوشته شده است. در ستونهای پنج و شش نیز مجموع امتیازات منفی و درصد آنها برای کانسار مورد نظر درج شده است. و بالاخره در ستونهای هفت و هشت، اختلاف بین مجموع امتیازات مثبت و منفی و درصد سازگاری کانسار مربوطه با منطقه امیدبخش مورد مطالعه، با توجه به جمیع خواص ثبت شده آورده شده است.

امتیازات نهایی در جدول بگونه ای مرتب شده است که سطر اول مربوط به کانساری است که بیشترین سازگاری را با محدوده معرفی شده داشته باشد و بدین روش ده کانساری که بیشترین سازگاری را از خود نشان داده اند در جدول مورد اشاره، آورده شده است.

---

1- Calc

2- MV (Multi Variate)

3-Evidence

جدول دیگر موجود در هر صفحه، نمایشگر نتایج روش محاسباتی چند متغیره بر روی داده‌ها می‌باشد. مزیت روش مذکور این است که می‌تواند با اعمال روش چند متغیره آنالیز ویژگی بر روی داده‌ها، تمامی خواص که برای یک کانسار معین با یکدیگر ناسازگاری دارند را برای آن کانسار حذف نماید. در نتیجه با اعتبار آماری بیشتر می‌تواند معرف کانسارهای سازگار با محدوده باشد. هر کدام از روشهای فوق الذکر دارای مزیت‌های خاص خود می‌باشند که وجود هر دو را در نتیجه‌گیری نهایی اجتناب‌ناپذیر می‌گرداند. لذا در جهت کم کردن ریسک در شبیه‌سازی معتبرتر کردن و نتیجه‌گیری نهایی لازم است نتایج هر دو روش آورده شده و با یکدیگر مقایسه گردند و کانسارهایی که بوسله هر دو روش تأیید شده‌اند و اعتبار سازگاری آنها در هر دو روش نشان داده شده، بعنوان محتمل‌ترین کانسارهای سازگار معرفی گردد.

شماره جداول مربوط به محاسبات چند متغیره از  $SHR - 3M$  تا  $SHR - 24M$  است که هر شماره معرف منطقه آنومالی نیز می‌باشد.

هر جدول شامل پنج ستون می‌باشد در ستون‌های اول و دوم شماره و نام کانسار معرفی شده برای منطقه آورده شده است. در ستون سوم درصد امتیازات مثبت و در ستون چهارم درصد امتیازات منفی آورده شده است.

در ستون پنجم درصد نهایی احتمال سازگاری در محدوده مورد مطالعه درج شده است. برای تمامی یازده محدوده مورد مطالعه این جداول تهیه شده است که در صفحات بعد آورده شده است. بمنظور معرفی با اعتبارترین مناطق جهت ادامه عملیات اکتشافی نیاز به این است که بوسله منطق خاص از بین محدوده‌های فوق با اهمیت‌ترین آنها انتخاب شود. جهت رسیدن به هدف فوق برای هر محدوده امیدبخش چهار پارامتر در نظر گرفته شده است. درصد امتیاز کانساری که بیشترین سازگاری را برای هر محدوده داشته و میانگین درصد امتیازهای ده کانسار با بیشترین سازگاری برای هر محدوده بعنوان دو پارامتر برای هر روش محاسبه

**Table 3 - 1 : Specification Of Promising Area in  
SHAHR -E-BABAK 1:100,000 Sheet.**

ANOMALY No.	CALC. METHOD		M. V. METHOD	
	AVERAGE	MAX	AVERAGE	MAX
SHR-3	8.58	24.2	25.9823	41.81
SHR-11	28.84	47.4	26.6251	41.183
SHR-12	52.63	74.7	72.2257	82.124
SHR-19	6.25	20.3	3.0531	13.433
SHR-21	36.84	58.2	48.6215	74.807
SHR-23	21.9	30.7	47.9817	65.188
SHR-24	37.12	55.8	61.8815	71.177

*Calc* و *Mv* در نظر گرفته شده است. جدول (۳-۱) مقادیر مذکور را برای مناطق امیدبخش نشان می دهد. نحوه امتیاز دادن به مناطق مختلف بدین ترتیب است که ابتدا برای هر ستون جداگانه، مناطق از صعودی به نزولی مرتب شده و سپس به بیشترین مقدار ضریب یک داده می شود. منطقه بعدی برای آن ستون ضریب  $\frac{1}{4}$  را خواهد گرفت و رتبه های بعدی بترتیب  $\frac{1}{3}$ ،  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{1}{7}$  خواهد بود.

با این روش امتیازدهی، مناطقی که برای هر کدام از پارامترها (بیشترین مقدار *Calc*، میانگین *Calc*، بیشترین مقدار *Mv* و میانگین *Mv*)، بیشترین مقدار را داشته اند، امتیاز یک و آنهایی که کمترین مقدار نشان داده اند، امتیاز  $\frac{0}{1429}$  را بخود گرفته اند. در نتیجه بوسیله این روش امتیازدهی نمایی، مناطق پراهمیت در مراحل بعدی نسبت به محدوده های کم اهمیت با شدت بیشتری خود را نمایان خواهند کرد و مناطق کم اهمیت هم بصورت بارزتری خود را در محاسبات جدا خواهند نمود.

جدول (۳-۲) مقدار ضرایب بدست آمده برای محدوده را نشان می دهد.

جهت معین کردن معتبرترین مناطق با توجه به امتیازات در نظر گرفته شده، نیاز است از روشی استفاده شود که تنها یک محدوده را بطور جداگانه در نظر نگیرد و هر محدوده را با توجه به چهار پارامتر در نظر گرفته شده برای بقیه محدوده ها رتبه بندی کرده و مناطق را پس از اعمال تأثیر آنها بر یکدیگر برای ما اولویت بندی نماید. بدین منظور از روش آنالیز ویژگی برای مقادیر جدول فوق استفاده می کنیم. آماره مذکور با ضرب یک ماتریس در ترانزاده اش و محاسبه کردن مجذور حاصلجمع مربعات اعداد هر سطر ماتریس بدست آمده و مرتب کردن اعداد مذکور بترتیب نزولی میزان اولویت هر محدوده را برای ما مشخص می کند. جدول (۳-۳) نتایج آنالیز ویژگی را برای محدوده های امیدبخش هفت گانه به همراه مساحت هر محدوده نشان می دهد.

با توجه به این مطلب که هدف از این طرح معرفی مساحتی حدود یک درصد از ده برگه

**Table 3 - 2 Ranking Scores Of Anomalous Areas Based On Values Of Table 3-1 .**

ANOMALY No.	CALC. METHOD		M.V. METHOD	
	AVERAGE	MAX	AVERAGE	MAX
SHR-3	0.1667	0.1667	0.1667	0.2000
SHR-11	0.2500	0.2500	0.2000	0.1667
SHR-12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
SHR-19	0.1429	0.1429	0.1429	0.1429
SHR-21	0.3333	0.5000	0.3333	0.5000
SHR-23	0.2000	0.2000	0.2500	0.2500
SHR-24	0.5000	0.3333	0.5000	0.3333

۱:۱۰۰,۰۰۰ مورد بررسی در این فاز عملیات می باشد که تقریباً حدوده ۲۵۰ کیلومتر مربع را در بر می گیرد، لذا در هر برگه می بایست مساحتی در حدود ۲۵ کیلومتر مربع بعنوان مناطق امیدبخش معرفی شود. ولیکن معرفی نهایی مناطق امیدبخش منوط به انجام عملیات ژئوفیزیک زمینی می باشد. در نتیجه مساحتی که در این مرحله بعنوان مناطق امیدبخش معرفی می شود. حدود ۳/۵٪ از کل سطح برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک (تقریباً ۹۲ کیلومتر مربع) است که می بایست بر روی این محدوده عملیات کنترل صحرایی و ژئوفیزیک زمینی انجام شود.

برای مشخص کردن مناطق امیدبخش جهت کنترل صحرایی، ستونی در جدول (۳-۳) تعبیه شده که در آن مساحت‌های تجمعی مناطق امیدبخش آورده شده است. بدینصورت که هر سطر معادل مجموع مساحت‌های آنومالیهای قبلی بعلاوه مساحت آنومالی همان سطر می باشد. با توجه به اینکه برای هفت محدوده مدلسازی شده تمامی ضرائب آنالیز ویژگی مقادیر بالایی داشته اند، لذا حذف مناطق و یا معرفی مناطق بهتر، از این هفت محدوده منوط به انجام عملیات تفصیلی تر و پی جویی های دقیق تر می باشد.

جدول (۳-۴) نمایانگر مناطق امیدبخش معرفی شده در این برگه می باشد نقشه G-6 نیز موقعیت مکانی و حدود گسترش مناطق مذکور را نشان می دهد.

در مورد هر منطقه لازم است جهت ادامه عملیات اکتشافی، برای سوالاتی که در هنگام پاسخگویی به آنها از گزینه "nd" استفاده کرده ایم، مطالعه دقیق، جواب مناسب را انتخاب کنیم. لذا در ادامه در مورد هر منطقه مشخصات کانسارهایی که توسط هر دوروش *Mv* و *Calc* تأیید و گزارش شده اند در سه جدول آورده شده است. جدول اول که نامش با شماره آنومالی و کلمه YES آورده شده مربوط به سوالاتی در مورد آن کانسار خاص است که در هنگام مدلسازی به آنها پاسخ مثبت داده شده است. جدول دوم که نامش با شماره محدوده آنومال و کلمه NO آورده شده است، در مورد سوالاتی است که در هنگام پاسخگویی، نبود آنها به تأیید

**Table 3 - 3 Ranking Of All Promising Area Based On  
Characteristic Analysis Of Model Scores .**

<b>ANOMALY No.</b>	<b>CHARACTER RESULT</b>	<b>AREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>CUM. AREA (Km<sup>2</sup>)</b>
SHR-12	4.8922	28	28
SHR-24	2.0388	30	58
SHR-21	2.0386	8	66
SHR-23	1.1007	1.8	67.8
SHR-11	1.0601	10.4	78.2
SHR-3	0.8562	12.2	90.4
SHR-19	0.6991	1.7	92.1



Table 3 - 4 Final Ranking Of Selected Promising Area .

ANOMALY No.	CHARACTER RESULT	AREA (Km <sup>2</sup> )	CUM. AREA (Km <sup>2</sup> )
SHR-12	4.8922	28	28
SHR-24	2.0388	30	58
SHR-21	2.0386	8	66
SHR-23	1.1007	1.8	67.8
SHR-11	1.0601	10.4	78.2
SHR-3	0.8562	12.2	90.4
SHR-19	0.6991	1.7	92.1

کارشناسان رسیده است. و در آخر، جدول سوم قرار دارد که در آن سوالاتی که در هنگام پاسخگویی گزینه "nd" برای آنها انتخاب شده، قرار دارد. لذا در هنگام ادامه عملیات اکتشافی لازم است نسبت به سوالات هر تیپ کانی سازی سازگار با مناطق و در جهت پاسخگویی هر چه دقیق تر آنها اقدامات لازم بعمل آید. بعنوان مثال برای منطقه آنومال شماره ۱۲، سازگارترین کانسار معرفی شده کانسار (مس پرفیری کم فلونور) می باشد. همانگونه که از جداول پیداست با پاسخگویی مثبت به سوالات، مدل ۲۷۴۵ امتیاز مثبت گرفته است. همانطور که ذکر گردید بعلت نقص فراوان در نتایج آزمایشگاه، برای بسیاری از عناصر یا آنالیزی صورت نگرفته و یا اینکه عدد گزارش شده کمتر از حد قابل ثبت روش آزمایش بوده است. لذا انجام عملیات نمونه برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین از مناطق معرفی شده ضروری می باشد. همچنین به سوالات بسیاری در رابطه با کانسار طلا و تفره آب گرم پاسخ منفی داده شده است که نسبت به بررسی مجدد آنها نیز باید اقدامات لازم در ادامه کار اکتشافی صورت گیرد.

SHR-3-1-YES

###	Porphyry-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YES L
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YES L
247	TERTIARY	100	0	100	YES R
837	Cu	60	75	135	YES L
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YES R
854	Mo	45	75	120	YES L
1045	NATIVES GOLD	45	30	75	YES L
869	Sn	30	10	40	YES L
886	Zn	30	30	60	YES L
1029	MAGNETITE	30	10	40	YES L
1072	PYRITE	30	75	105	YES L
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES R
283	UPLIFT	15	0	15	YES R
316	PLATE MARGINE	15	0	15	YES R
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES R
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YES R
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES R
341	ARC RELATED	15	0	15	YES R
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15	YES R
355	MORE EVOLVED SHALLOW SEATED IN	15	0	15	YES R
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES L
421	SHALLOW INTRUSIVE RELATED GEOT	15	0	15	YES L
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES L
536	ARGILLITE	15	0	15	YES L
545	CALCITE	15	0	15	YES L
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES L
	Total	1475	375	1850	
	Percent	0	0		

###	Porphyry-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
484	EARLY MICROCLINIZATION	400	10	410	
492	PHYLLIC ALTERATION	400	10	410	
1159	Porphyry-Cu	150	0	150	
1162	Skarn-Pb-Zn	150	0	150	
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	
1175	Polymetallic Veins	150	0	150	
487	EARLY ALBITIZATION	100	10	110	
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	
64	MONZOGRANITE	60	5	65	
66	TONALITE	60	5	65	
67	SYENITE	60	5	65	
928	BORNITE	45	5	50	
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	
1038	MOLYBDENITE	45	30	75	
243	MESOZOIC	40	0	40	
828	As	30	10	40	
829	Ag	30	30	60	
830	Au	30	10	40	
833	B	30	10	40	
834	Bi	30	5	35	
853	Mn	30	30	60	
863	Pb	30	30	60	
866	Rb	30	10	40	
870	Sb	30	10	40	
872	Se	30	10	40	
877	Te	30	30	60	
268	RIFT SYSTEM	15	0	15	
290	NORMAL FAULT	15	0	15	
301	SHALLOW SEATED	15	0	15	
326	OCEANIC PLATE MARGINE	15	0	15	
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	
391	X=MESOSONAL COMPLEX Y=SURROUND	15	0	15	
408	EPIZONAL MAGMATISM	15	0	15	
419	VOLCANIC RELATED GEOTHERMAL AC	15	0	15	
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	
528	ALBITE	15	0	15	
529	K-FELDSPAR	15	0	15	
530	MICROCLINE	15	0	15	
541	BIOTITE	15	0	15	
553	KAOLINITE	15	0	15	
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	
555	SMECTITE	15	0	15	
560	EPIDOT	15	0	15	
580	PLAGIOCLASE	15	0	15	
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	
629	RUTILE IN RESIDUAL SOIL	15	0	15	
651	LIMONITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
652	HEMATITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
653	ARGILLITE IN BLEACHED COUNTRY	15	0	15	
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	
665	LIMONITE	15	0	15	
676	CHALCOCITE	15	0	15	
677	AZURITE	15	0	15	
678	MALACHAITE	15	0	15	
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	
716	SERIATE	15	0	15	

717	PORPHYRY	15	0	15
744	DESIMINATED	15	0	15
791	STOCKWORK	15	0	15
796	MASSIVE	15	0	15
826	VEIN LETS	15	0	15
845	F	15	5	20
849	K	15	5	20
Total		2860	425	3285
Percent		0	0	

SHR-3-2-YES

####	Cyprus Massive Sulfide	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
488	FELDSPER DESTRUCTION PROCESSES	400	10	410	YES L
837	Cu	45	75	120	YES L
886	Zn	45	75	120	YES L
1072	PYRITE	30	75	105	YES L
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES R
341	ARC RELATED	15	0	15	YES R
344	OROGENIC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES L
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES L
544	CARBONATES	15	0	15	YES L
569	LIMONITE	15	0	15	YES L
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES L
Total		655	235	890	
Percent		0	0		

####	Cyprus Massive Sulfide	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1177	Cyprus Massive Sulfide	150	0	150	L
514	CHLORITIZATION	100	10	110	L
516	SILICIFICATION PROCESSES	100	10	110	L
871	S	75	75	150	L
20	ULTRAMAFIC BODY	60	10	70	R
77	BASALT	60	5	65	R
228	OPHIOLITE	60	15	75	R
2	OPHIOLITE SEQUENCE	50	50	100	R
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	L
1097	SPHALERITE	45	30	75	L
47	DIABASE	30	5	35	R
164	CHERT	30	5	35	R
207	METASEDIMENTARY ROCKS	30	5	35	R
829	Ag	30	30	60	L
830	Au	30	30	60	L
836	Co	30	45	75	L
844	Fe	30	75	105	L
853	Mn	30	30	60	L
1032	MARCASITE	30	5	35	L
1077	PYRRHOTITE	30	10	40	L
101	FLAWS	15	0	15	R
267	EXTENSIONAL REGIME	15	0	15	R
272	OCEANIC RIFT SYSTEM	15	0	15	R
277	STEEP NORMAL FAULT	15	0	15	R
278	GRABEN STRUCTURE	15	0	15	R
291	HIGH ANGLE NORMAL FAULT	15	0	15	R
353	BACK ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	R
369	SUBMARINE MAGMATISM	15	0	15	R
407	SHALLOW SEATED MAGMATISM	15	0	15	L
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	L
425	WHOLE GRABEN STRUCTURE	15	0	15	L
541	BIOTITE	15	0	15	L
542	BUDDINGTONITE	15	0	15	L
560	EPIDOT	15	0	15	L
583	PYROPHILITIC	15	0	15	L
608	LATERITIZATION	15	0	15	L
612	RESIDUAL MECHANICAL ENRICHMENT	15	0	15	L
624	LIMONITE GOSSAN	15	0	15	L
638	NATIVE GOLD IN PLACERS	15	0	15	L
643	Au ENRICHMENT IN SOIL	15	0	15	L
665	LIMONITE	15	0	15	L
714	DIABASIC	15	0	15	L
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	L
717	PORPHYRY	15	0	15	L
745	MASSIVE	15	0	15	L
762	BRECCIA	15	0	15	L
789	STRING	15	0	15	L
791	STOCKWORK	15	0	15	L
796	MASSIVE	15	0	15	L
	Total	1480	520	2000	
	Percent	0	0		

SHR-3-3-YES

####	Lateritic-Saprolite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
247	TERTIARY	100	0	100	YES
1045	NATIVES GOLD	60	75	135	YES
449	CONTINENTAL SEDIMENTARY ENVIRO	30	0	30	YES
616	OXIDIZING LEACHING	30	0	30	YES
1072	PYRITE	30	10	40	YES
604	WEATHERING PROCESSES ARE ACTIV	15	0	15	YES
655	Mn-OXIDES STAINS	15	0	15	YES
660	IRON STAINS	15	0	15	YES
869	Sn	15	0	15	YES
Total		310	85	395	
Percent		0	0		



SHR-3-3-NO

###	Lateritic-Saprolite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1222	Lateritic-Saprolite Au	150	0	150	I
830	Au	60	75	135	I
828	As	45	45	90	I
844	Fe	45	45	90	I
985	ELECTRUM	45	30	75	I
465	HIGH WEATHERING/EROSION RATIO	30	0	30	I
607	SAPROLITIZATION	30	0	30	I
608	LATERITIZATION	30	0	30	I
621	GOSSAN	30	0	30	I
625	OCHREOUS MASSES	30	0	30	I
754	BOXWORK	30	0	30	I
848	Ga	30	15	45	L
868	Sc	30	15	45	L
870	Sb	30	15	45	L
916	ARSENOPYRITE	30	10	40	L
946	CHALCOCITE	30	10	40	L
970	COOPRITE	30	10	40	L
1030	MALACHITE	30	10	40	L
1044	NATIVES COPPER	30	10	40	L
258	STABLE CONDITION	15	0	15	R
259	CRATONIC	15	0	15	R
305	INTRAPLATE	15	0	15	R
306	CONTINENTAL	15	0	15	R
450	OXIC CONTINENTAL ENVIRONMENT	15	0	15	L
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	L
609	ARGILLITIZATION	15	0	15	L
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	L
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	L
615	LEACHING PROCESSES	15	0	15	L
617	REDUCING LEACHING	15	0	15	L
620	WEATHERING PRODUCTS EXIST	15	0	15	L
643	Au ENRICHMENT IN SOIL	15	0	15	L
661	SUPERGENE ENRICHMENT MINERALS	15	0	15	L
664	GOETHITE	15	0	15	L
665	LIMONITE	15	0	15	L
676	CHALCOCITE	15	0	15	L
678	MALACHAITE	15	0	15	L
756	NODULAR	15	0	15	L
798	FUNNEL SHAPE	15	0	15	L
	Total	1065	290	1355	
	Percent	0	0		

SHR-11-1-YES

####	Skarn-Fe	Pos.Score	Neg.Score	Interval	S	St
475	SKARNIZATION METASOMATIC PROCE	100	10	110		YE
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	45	120		YE
1029	MAGNETITE	60	75	135		YE
830	Au	30	75	105		YE
833	B	30	5	35		YE
837	Cu	30	30	60		YE
947	CHALCOPYRITE	30	30	60		YE
1072	PYRITE	30	30	60		YE
1077	PYRRHOTITE	30	30	60		YE
5	INTERMEDIATE PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50		YE
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50		YE
889	MAGNETIC-HIGH	25	50	75		YE
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15		YE
283	UPLIFT	15	0	15		YE
284	OROGENIC	15	0	15		YE
317	CONTINENTAL PLATE MARGINE	15	0	15		YE
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15		YE
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15		YE
341	ARC RELATED	15	0	15		YE
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15		YE
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15		YE
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15		YE
541	BIOTITE	15	0	15		YE
558	DIOPSIDE	15	0	15		YE
560	EPIDOT	15	0	15		YE
564	GROSSULAR	15	0	15		YE
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15		YE
630	MAGNETITE IN RESIDUAL SOIL	15	0	15		YE
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15		YE
717	PORPHYRY	15	0	15		YE
730	HORNFELSIC	15	0	15		YE
869	Sn	15	0	15		YE
	Total	790	430	1220		
	Percent	0	0			

SHR-11-1-NO

####	Skarn-Fe	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1163	Skarn-Fe	150	0	150	L
147	CARBONATE ROCKS	75	75	150	R
886	Zn	60	75	135	L
107	DIABASE	30	5	35	R
831	Be	30	5	35	L
268	RIFT SYSTEM	15	0	15	R
270	MARGINAL CONTINENTAL RIFT SYST	15	0	15	F
326	OCEANIC PLATE MARGINE	15	0	15	F
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	F
331	CONTINENTAL DIVERGENT BOUNDARY	15	0	15	F
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	F
345	RIFT RELATED MAGMATISM	15	0	15	F
380	X=FELSIC PLUTON Y=MEUGEOSYNCLI	15	0	15	L
385	X=SMALL IGNEUOS INTRUSIVE Y=MI	15	0	15	L
725	GRANOBLASTIC	15	0	15	L
745	MASSIVE	15	0	15	L
	Total	510	160	670	
	Percent	0	0		

SHR-11-1-ND

####	Skarn-Fe	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
885	Zr	30	5	35	nd
	Total	30	5	35	
	Percent	0	0		

###	Porphyry-Sn	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	St
478	TOURMALINIZATION REPLACEMENT P	100	10	110	YE
493	SERICITIZATION	100	10	110	YE
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	YE
869	Sn	60	75	135	YE
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YE
828	As	30	30	60	YE
829	Ag	30	30	60	YE
833	B	30	30	60	YE
837	Cu	30	30	60	YE
863	Pb	30	30	60	YE
916	ARSENOPYRITE	30	10	40	YE
947	CHALCOPYRITE	30	30	60	YE
1072	PYRITE	30	75	105	YE
1077	PYRRHOTITE	30	10	40	YE
1097	SPHALERITE	30	30	60	YE
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YE
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YE
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YE
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YE
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YE
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YE
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15	YE
536	ARGILLITE	15	0	15	YE
545	CALCITE	15	0	15	YE
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	YE
560	EPIDOT	15	0	15	YE
584	QUARTZ	15	0	15	YE
596	TOURMALINE	15	0	15	YE
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YE
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YE
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YE
717	PORPHYRY	15	0	15	YE
744	DESIMINATED	15	0	15	YE
Total		955	525	1480	
Percent		0	0		

SHR-11-2-NO

###	Porphyry-Sn	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
1156	Sn-Viens	150	0	150	
1168	Porphyry-Sn	150	0	150	
1169	Sn-polymetallic-Viens	150	0	150	
247	TERTIARY	100	0	100	
490	POROPLITIC ALTERATION	100	10	110	
495	ARGILLIC ALTERATION	100	10	110	
87	FELSIC VOLCANIC BODY	75	75	150	
943	CASSITERATE	60	75	135	
1101	STANNITE	60	30	90	
832	Ba	30	30	60	
870	Sb	30	30	60	
886	Zn	30	30	60	
393	X=PORPHYRY BODIES Y=COEVAL VOL	15	0	15	
528	ALBITE	15	0	15	
553	KAOLINITE	15	0	15	
555	SMECTITE	15	0	15	
612	RESIDUAL MECHANICAL ENRICHMENT	15	0	15	
613	TRASPORTED MECHANICAL ENRICHME	15	0	15	
625	OCHREOUS MASSES	15	0	15	
632	CASSITERITE IN RESIDUAL SOIL	15	0	15	
636	CASSITERITE IN PLACERS	15	0	15	
750	BRECCIA FILLINGS	15	0	15	
826	VEIN LETS	15	0	15	
845	F	15	5	20	
	Total	1215	295	1510	
	Percent	0	0		

SHR-11-3-YES

####	Lateritic-Saprolite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval s	St
830	Au	60	75	135	YE
1045	NATIVES GOLD	60	75	135	YE
828	As	45	45	90	YE
616	OXIDIZING LEACHING	30	0	30	YE
916	ARSENOPYRITE	30	10	40	YES
1030	MALACHITE	30	10	40	YE
1072	PYRITE	30	10	40	YE
604	WEATHERING PROCESSES ARE ACTIV	15	0	15	YE
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YE
609	ARGILLITIZATION	15	0	15	YE
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YE
615	LEACHING PROCESSES	15	0	15	YE
620	WEATHERING PRODUCTS EXIST	15	0	15	YE
660	IRON STAINS	15	0	15	YE
869	Sn	15	0	15	YES
	Total	405	225	630	
	Percent	0	0		

SHR-11-3-NO

###	Lateritic-Saprolite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	St
1222	Lateritic-Saprolite Au	150	0	150	
247	TERTIARY	100	0	100	
844	Fe	45	45	90	
985	ELECTRUM	45	30	75	
449	CONTINENTAL SEDIMENTARY ENVIRO	30	0	30	
465	HIGH WEATHERING/EROSION RATIO	30	0	30	
607	SAPROLITIZATION	30	0	30	
608	LATERITIZATION	30	0	30	
621	GOSSAN	30	0	30	
625	OCHREOUS MASSES	30	0	30	
754	BOXWORK	30	0	30	
848	Ga	30	15	45	
868	Sc	30	15	45	
870	Sb	30	15	45	
946	CHALCOCITE	30	10	40	
970	COOPRITE	30	10	40	
1044	NATIVES COPPER	30	10	40	
258	STABLE CONDITION	15	0	15	
259	CRATONIC	15	0	15	
305	INTRAPLATE	15	0	15	
306	CONTINENTAL	15	0	15	
450	OXIC CONTINENTAL ENVIRONMENT	15	0	15	
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	
617	REDUCING LEACHING	15	0	15	
643	Au ENRICHMENT IN SOIL	15	0	15	
655	Mn-OXIDES STAINS	15	0	15	
661	SUPERGENE ENRICHMENT MINERALS	15	0	15	
664	GOETHITE	15	0	15	
665	LIMONITE	15	0	15	
676	CHALCOCITE	15	0	15	
678	MALACHAITE	15	0	15	
756	NODULAR	15	0	15	
798	FUNNEL SHAPE	15	0	15	
	Total	970	150	1120	
	Percent	0	0		

SHR-12-1-YES

###	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	Stat
483	POTASIC FELDSPAR FORMATION	400	10	410	YES
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YES
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YES
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YES
516	SILICIFICATION PROCESSES	400	10	410	YES
247	TERTIARY	100	0	100	YES
87	FELSIC VOLCANIC BODY	75	10	85	YES
829	Ag	30	5	35	YES
830	Au	30	5	35	YES
837	Cu	30	30	60	YES
854	Mo	30	75	105	YES
947	CHALCOPYRITE	30	75	105	YES
1072	PYRITE	30	75	105	YES
1115	TETRAHERITE	30	30	60	YES
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YES
290	NORMAL FAULT	15	0	15	YES
295	FAULTS INTERSECTIONS	15	0	15	YES
298	FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	YES
529	K-FELDSPAR	15	0	15	YES
536	ARGILLITE	15	0	15	YES
541	BIOTITE	15	0	15	YES
553	KAOLINITE	15	0	15	YES
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	YES
560	EPIDOT	15	0	15	YES
588	SERICITE	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
744	DESIMINATED	15	0	15	YES
791	STOCKWORK	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
	Total	2745	355	3100	
	Percent	0	0		



SHR-12-1-NO

####	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	Sta
1161	Skarn-Cu	150	0	150	
1171	Porphyry-Cu-Mo	150	0	150	
1172	Porphyry-Mo, Low-F	150	0	150	
1173	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	150	0	150	
243	MESOZOIC	100	0	100	
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	
1038	MOLYBDENITE	60	75	135	
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	
64	MONZOGANITE	45	5	50	
65	GRANODIORITE	45	5	50	
66	TONALITE	45	5	50	
72	QUARTZ MONZONITE	45	5	50	
863	Pb	30	5	35	
865	Re	30	5	35	
882	W	30	30	60	
886	Zn	30	5	35	
1086	SCHEALITE	30	30	60	
528	ALBITE	15	0	15	
530	MICROCLINE	15	0	15	
545	CALCITE	15	0	15	
555	SMECTITE	15	0	15	
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	
615	LEACHING PROCESSES	15	0	15	
645	FERRO-MOLYBDENITE ENRICHMENT I	15	0	15	
712	APLITIC	15	0	15	
845	F	15	5	20	
849	K	15	5	20	
	Total	1365	305	1670	
	Percent	0	0		

SHR-12-2-YES

####	Epithermal Quartz-Alunite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
1159	Porphyry-Cu	150	0	150	YES
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	YES
247	TERTIARY	100	0	100	YES
517	QUARTZIC SILISIFICATION	100	10	110	YES
581	PROPYLITIC	100	100	200	YES
87	FELSIC VOLCANIC BODY	75	75	150	YES
499	ADVANCED ARGILLIC ALTERATION	50	10	60	YES
500	KAOLINITIC	50	10	60	YES
502	PYROPHYLLITE	50	10	60	YES
503	ALUNITE	50	10	60	YES
505	DIASPORE	50	10	60	YES
506	ANDALUSITIC	50	10	60	YES
828	As	45	75	120	YES
830	Au	45	75	120	YES
1045	NATIVES GOLD	45	75	120	YES
1107	SULFOSALT	45	75	120	YES
837	Cu	30	75	105	YES
928	BORNITE	30	45	75	YES
947	CHALCOPYRITE	30	30	60	YES
996	GALENA	30	30	60	YES
1072	PYRITE	30	75	105	YES
1097	SPHALERITE	30	30	60	YES
8	FELSIC VOLCANIC SEQUENCE	25	25	50	YES
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
277	STEEP NORMAL FAULT	15	0	15	YES
286	DOMING	15	0	15	YES
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YES
290	NORMAL FAULT	15	0	15	YES
295	FAULTS INTERSECTIONS	15	0	15	YES
298	FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YES
301	SHALLOW SEATED	15	0	15	YES
302	RING FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YES
303	DOMING RELATED RING FRACTURE S	15	0	15	YES
304	CALDERA RELATED RING FRACTURE	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
403	CALDERA EXTRUSIVE	15	0	15	YES
404	CALDERA RIMS	15	0	15	YES
405	CALDERA RING FRACTURE ZONE	15	0	15	YES
406	CALDERA FILL BRECCIAS	15	0	15	YES
408	EPIZONAL MAGMATISM	15	0	15	YES
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES
419	VOLCANIC RELATED GEOHERMAL AC	15	0	15	YES
421	SHALLOW INTRUSIVE RELATED GEOT	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	YES
429	NEAR SURFACE FRACTURES	15	0	15	YES
533	ALUNITE (HYPOGENE)	15	0	15	YES
534	ANDALUSITE	15	0	15	YES
547	CHLORITE	15	0	15	YES
553	KAOLINITE	15	0	15	YES
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	YES
560	EPIDOT	15	0	15	YES
584	QUARTZ	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
609	ARGILLITIZATION	15	0	15	YES

616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
624	LIMONITE GOSSAN	15	0	15	YES
648	JAROSITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	YES
649	ALUNITE IN BLEACHED COUNTRY RO	15	0	15	YES
650	GOETHITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	YES
651	LIMONITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	YES
653	ARGILLITE IN BLEACHED COUNTRY	15	0	15	YES
664	GOETHITE	15	0	15	YES
665	LIMONITE	15	0	15	YES
683	ALUNITE	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
748	CAVITY FILLING	15	0	15	YES
791	STOCKWORK	15	0	15	YES
821	REGULAR VIEN	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
Total		2140	855	2995	
Percent		0	0		

SHR-12-2-NO

####	Epithermal Quartzze-Alunite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1173	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	150	0	150	L
1185	Epithermal Quartzze-Alunite Au	150	0	150	L
172	JASPER	50	0	50	R
882	W	30	0	30	I
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50	R
278	GRABEN STRUCTURE	15	0	15	R
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	R
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	R
528	ALBITE	15	0	15	L
545	CALCITE	15	0	15	L
608	LATERITIZATION	15	0	15	L
803	PIPES BRECCIA	15	0	15	L
Total		510	25	535	
Percent		0	0		

SHR-12-2-ND

####	Epithermal Quartzze-Alunite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
877	Te	45	10	55	nd L
986	EMARGITE	45	75	120	nd L
1112	TELLURIDES	45	10	55	nd L
1013	HUEBNERITE	30	5	35	nd L
557	DIASPORE	15	0	15	nd L
Total		180	100	280	
Percent		0	0		

SHR-12-3-YES

###	Porphyry-Cu	Pos. Score	Neg. Score	Interval s	St
484	EARLY MICROCLINIZATION	400	10	410	YE
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YE
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YE
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YE
1159	Porphyry-Cu	150	0	150	YE
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	YE
247	TERTIARY	100	0	100	YE
837	Cu	60	75	135	YE
854	Mo	45	75	120	YE
928	BORNITE	45	5	50	YE
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	YE
1045	NATIVES GOLD	45	30	75	YE
828	As	30	10	40	YE
829	Ag	30	30	60	YE
830	Au	30	10	40	YE
1029	MAGNETITE	30	10	40	YE
1072	PYRITE	30	75	105	YE
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
283	UPLIFT	15	0	15	YES
290	NORMAL FAULT	15	0	15	YES
301	SHALLOW SEATED	15	0	15	YES
316	PLATE MARGINE	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YES
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15	YES
355	MORE EVOLVED SHALLOW SEATED IN	15	0	15	YES
408	EPIZONAL MAGMATISM	15	0	15	YES
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES
419	VOLCANIC RELATED GEOHERMAL AC	15	0	15	YES
421	SHALLOW INTRUSIVE RELATED GEOT	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	YES
529	K-FELDSPAR	15	0	15	YES
536	ARGILLITE	15	0	15	YES
541	BIOTITE	15	0	15	YES
553	KAOLINITE	15	0	15	YES
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	YES
560	EPIDOT	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
651	LIMONITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	YES
653	ARGILLITE IN BLEACHED COUNTRY	15	0	15	YES
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES
665	LIMONITE	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
744	DESIMINATED	15	0	15	YES
791	STOCKWORK	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
	Total	2930	435	3365	
	Percent	0	0		

SHR-12-3-ND

###	Porphyry-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Sta
877	Te	30	30	60	nd
	Total	30	30	60	
	Percent	0	0		

SHR-12-3-NO

####	Porphyry-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
1162	Skarn-Pb-Zn	150	0	150	
1175	Polymetallic Veins	150	0	150	
487	EARLY ALBITIZATION	100	10	110	
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	
64	MONZOGANITE	60	5	65	
66	TONALITE	60	5	65	
67	SYENITE	60	5	65	
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	
1038	MOLYBDENITE	45	30	75	
243	MESOZOIC	40	0	40	
833	B	30	10	40	
834	Bi	30	5	35	
853	Mn	30	30	60	
863	Pb	30	30	60	
866	Rb	30	10	40	
869	Sn	30	10	40	
870	Sb	30	10	40	
872	Se	30	10	40	
886	Zn	30	30	60	
268	RIFT SYSTEM	15	0	15	
326	OCEANIC PLATE MARGINE	15	0	15	
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	
391	X=MESOSONAL COMPLEX Y=SURROUND	15	0	15	
528	ALBITE	15	0	15	
530	MICROCLINE	15	0	15	
545	CALCITE	15	0	15	
555	SMECTITE	15	0	15	
580	PLAGIOCLASE	15	0	15	
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	
629	RUTILE IN RESIDUAL SOIL	15	0	15	
652	HEMATITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
676	CHALCOCITE	15	0	15	
677	AZURITE	15	0	15	
678	MALACHAITE	15	0	15	
716	SERIATE	15	0	15	
796	MASSIVE	15	0	15	
845	F	15	5	20	
849	K	15	5	20	
	Total	1375	335	1710	
	Percent	0	0		

SHR-19-1-YES

###	Lateritic-Saprolite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
830	Au	60	75	135	YES I
1045	NATIVES GOLD	60	75	135	YES I
449	CONTINENTAL SEDIMENTARY ENVIRO	30	0	30	YES I
625	OCHREOUS MASSES	30	0	30	YES I
1072	PYRITE	30	10	40	YES I
450	OXIC CONTINENTAL ENVIRONMENT	15	0	15	YES I
604	WEATHERING PROCESSES ARE ACTIV	15	0	15	YES I
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES I
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YES I
620	WEATHERING PRODUCTS EXIST	15	0	15	YES I
Total		285	160	445	
Percent		0	0		



SHR-19-1-NO

###	Lateritic-Saprolite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	St
1222	Lateritic-Saprolite Au	150	0	150	
247	TERTIARY	100	0	100	
828	As	45	45	90	
844	Fe	45	45	90	
985	ELECTRUM	45	30	75	
465	HIGH WEATHERING/EROSION RATIO	30	0	30	
607	SAPROLITIZATION	30	0	30	
608	LATERITIZATION	30	0	30	
616	OXIDIZING LEACHING	30	0	30	
621	GOSSAN	30	0	30	
754	BOXWORK	30	0	30	
848	Ga	30	15	45	
868	Sc	30	15	45	
870	Sb	30	15	45	
916	ARSENOPYRITE	30	10	40	
946	CHALCOCITE	30	10	40	
970	COOPRITE	30	10	40	
1030	MALACHITE	30	10	40	
1044	NATIVES COPPER	30	10	40	
258	STABLE CONDITION	15	0	15	
259	CRATONIC	15	0	15	
305	INTRAPLATE	15	0	15	
306	CONTINENTAL	15	0	15	
609	ARGILLITIZATION	15	0	15	
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	
615	LEACHING PROCESSES	15	0	15	
617	REDUCING LEACHING	15	0	15	
643	Au ENRICHMENT IN SOIL	15	0	15	
655	Mn-OXIDES STAINS	15	0	15	
660	IRON STAINS	15	0	15	
661	SUPERGENE ENRICHMENT MINERALS	15	0	15	
664	GOETHITE	15	0	15	
665	LIMONITE	15	0	15	
676	CHALCOCITE	15	0	15	
678	MALACHAITE	15	0	15	
756	NODULAR	15	0	15	
798	FUNNEL SHAPE	15	0	15	
869	Sn	15	0	15	
	Total	1090	215	1305	
	Percent	0	0		

SHR-19-2-YES

####	Placer Au-PGE	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	St
255	QUATERNARY	100	0	100	YE
135	SAND	75	75	150	YE
145	CONGLOMERATE	75	5	80	YE
830	Au	60	75	135	YE
1045	NATIVES GOLD	60	75	135	YE
466	LOW WEATHERING/EROSION RATIO	30	0	30	YE
630	MAGNETITE IN RESIDUAL SOIL	30	0	30	YE
638	NATIVE GOLD IN PLACERS	30	0	30	YE
736	COARSE GRAINE CLASTIC	30	0	30	YE
1015	ILMENITE	30	30	60	YE
1029	MAGNETITE	30	75	105	YE
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YE
450	OXIC CONTINENTAL ENVIRONMENT	15	0	15	YE
453	FLUVIAL FAN ENVIRONMENT	15	0	15	YE
456	ALLUVIAL FAN ENVIRONMENT	15	0	15	YE
457	HIGH ENERGY ALLUVIAL FAN ENVIR	15	0	15	YE
735	MEDIUM GRAINE CLASTIC	15	0	15	YE
737	VERY COARSE GRAINE CLASTIC	15	0	15	YE
Total		655	335	990	
Percent		0	0		

SHR-19-2-NO

###	Placer Au-PGE	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	St.
1159	Porphyry-Cu	150	0	150	
1161	Skarn-Cu	150	0	150	
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	
1215	Low-Sulfide Au-Quartz	150	0	150	
1223	Placer Au-PGE	150	0	150	
247	TERTIARY	100	0	100	
136	SANDSTONE	60	5	65	
635	FLOUR GOLD IN PLACERS	30	0	30	
744	DESIMINATED	30	0	30	
812	BEDDED	30	0	30	
828	As	30	30	60	
829	Ag	30	75	105	
837	Cu	30	10	40	
844	Fe	30	30	60	
847	Hg	30	10	40	
870	Sb	30	10	40	
871	S	30	10	40	
5	INTERMEDIATE PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50	
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50	
259	CRATONIC	15	0	15	
291	HIGH ANGLE NORMAL FAULT	15	0	15	
306	CONTINENTAL	15	0	15	
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	
454	HIGH ENERGY FLUVIAL FAN ENVIRO	15	0	15	
467	STREAM PLACERS ENVIRONMENT	15	0	15	
637	NATIVE PGE IN PLACERS	15	0	15	
756	NODULAR	15	0	15	
793	SPARSELY DESIMINATED	15	0	15	
795	FINE GRAINED DESIMINATED	15	0	15	
809	CONCORDANT LAYERED	15	0	15	
811	INTERLAYERED	15	0	15	
	Total	1440	230	1670	
	Percent	0	0		

SHR-19-3-YES

###	Placer PGE-Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
255	QUATERNARY	100	0	100	YES
135	SAND	75	75	150	YES
145	CONGLOMERATE	75	5	80	YES
830	Au	60	30	90	YES
1045	NATIVES GOLD	60	75	135	YES
630	MAGNETITE IN RESIDUAL SOIL	30	0	30	YES
736	COARSE GRAINE CLASTIC	30	0	30	YES
1015	ILMENITE	30	30	60	YES
1029	MAGNETITE	30	75	105	YES
279	COMPRESSSIONAL REGIME	15	0	15	YES
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YES
317	CONTINENTAL PLATE MARGINE	15	0	15	YES
449	CONTINENTAL SEDIMENTARY ENVIRO	15	0	15	YES
453	FLUVIAL FAN ENVIRONMENT	15	0	15	YES
455	LOW ENERGY FLUVIAL FAN ENVIRON	15	0	15	YES
456	ALLUVIAL FAN ENVIRONMENT	15	0	15	YES
466	LOW WEATHERING/EROSION RATIO	15	0	15	YES
638	NATIVE GOLD IN PLACERS	15	0	15	YES
735	MEDIUM GRAINE CLASTIC	15	0	15	YES
737	VERY COARSE GRAINE CLASTIC	15	0	15	YES
	Total	655	290	945	
	Percent	0	0		

SHR-19-3-NO

###	Placer PGE-Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
1148	Alaskan-PGE	150	0	150	
1224	Placer PGE-Au	150	0	150	
132	SILTSTONE	100	100	200	
247	TERTIARY	100	0	100	
859	PGE	60	75	135	
1061	PGE MINERALS	60	75	135	
3	MAFIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	
628	CHROMITE IN RESIDUAL SOIL	30	0	30	
635	FLOUR GOLD IN PLACERS	30	0	30	
637	NATIVE PGE IN PLACERS	30	0	30	
744	DESIMINATED	30	0	30	
828	As	30	30	60	
829	Ag	30	30	60	
835	Cr	30	75	105	
837	Cu	30	10	40	
844	Fe	30	30	60	
847	Hg	30	10	40	
870	Sb	30	5	35	
871	S	30	5	35	
956	CHROMITE	30	30	60	
17	LOW GRADE METAMORPHIC SEQUENCE	15	15	30	
281	ACCRETED MARGINE	15	0	15	
291	HIGH ANGLE NORMAL FAULT	15	0	15	
306	CONTINENTAL	15	0	15	
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	
434	LOW GRADE METAMORPHISM	15	0	15	
445	NEAR SHORE SEDIMENTARY ENVIRON	15	0	15	
458	LOW ENERGY ALLUVIAL FAN ENVIRO	15	0	15	
462	LOW GRADIENT STREAM SYSTEM	15	0	15	
464	DESERT EOLIAN ENVIRONMENT	15	0	15	
467	STREAM PLACERS ENVIRONMENT	15	0	15	
756	NODULAR	15	0	15	
793	SPARSELY DESIMINATED	15	0	15	
795	FINE GRAINED DESIMINATED	15	0	15	
809	CONCORDANT LAYERED	15	0	15	
811	INTERLAYERED	15	0	15	
812	BEDDED	15	0	15	
Total		1315	540	1855	
Percent		0	0		

SHR-21-1-YES

###	Porphyry-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	St
484	EARLY MICROCLINIZATION	400	10	410	YES
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YES
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YES
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YES
1159	Porphyry-Cu	150	0	150	YES
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	YES
66	TONALITE	60	5	65	YES
837	Cu	60	75	135	YES
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YES
854	Mo	45	75	120	YES
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	YES
1038	MOLYBDENITE	45	30	75	YES
1045	NATIVES GOLD	45	30	75	YES
830	Au	30	10	40	YES
886	Zn	30	30	60	YES
1029	MAGNETITE	30	10	40	YES
1072	PYRITE	30	75	105	YES
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
283	UPLIFT	15	0	15	YES
301	SHALLOW SEATED	15	0	15	YES
316	PLATE MARGINE	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YES
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15	YES
355	MORE EVOLVED SHALLOW SEATED IN	15	0	15	YES
408	EPIZONAL MAGMATISM	15	0	15	YES
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES
421	SHALLOW INTRUSIVE RELATED GEOT	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
528	ALBITE	15	0	15	YES
529	K-FELDSPAR	15	0	15	YES
536	ARGILLITE	15	0	15	YES
545	CALCITE	15	0	15	YES
560	EPIDOT	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YES
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
744	DESIMINATED	15	0	15	YES
791	STOCKWORK	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
	Total	2745	580	3325	
	Percent	0	0		

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

####	Porphyry-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1162	Skarn-Pb-Zn	150	0	150	I
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	I
1175	Polymetallic Veins	150	0	150	I
247	TERTIARY	100	0	100	F
487	EARLY ALBITIZATION	100	10	110	F
64	MONZOGANITE	60	5	65	F
67	SYENITE	60	5	65	F
928	BORNITE	45	5	50	I
243	MESOZOIC	40	0	40	F
828	As	30	10	40	I
829	Ag	30	30	60	I
833	B	30	10	40	I
834	Bi	30	5	35	I
853	Mn	30	30	60	K
863	Pb	30	30	60	I
866	Rb	30	10	40	I
869	Sn	30	10	40	I
870	Sb	30	10	40	I
872	Se	30	10	40	I
877	Te	30	30	60	I
268	RIFT SYSTEM	15	0	15	F
290	NORMAL FAULT	15	0	15	F
326	OCEANIC PLATE MARGINE	15	0	15	F
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	F
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	F
391	X=MESOSONAL COMPLEX Y=SURROUND	15	0	15	I
419	VOLCANIC RELATED GEOTHERMAL AC	15	0	15	I
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	I
530	MICROCLINE	15	0	15	I
541	BIOTITE	15	0	15	L
553	KAOLINITE	15	0	15	L
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	L
555	SMECTITE	15	0	15	L
580	PLAGIOCLASE	15	0	15	L
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	L
629	RUTILE IN RESIDUAL SOIL	15	0	15	I
651	LIMONITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	L
652	HEMATITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	L
653	ARGILLITE IN BLEACHED COUNTRY	15	0	15	L
665	LIMONITE	15	0	15	I
676	CHALCOCITE	15	0	15	L
677	AZURITE	15	0	15	L
678	MALACHAITE	15	0	15	L
716	SERIATE	15	0	15	L
796	MASSIVE	15	0	15	L
845	F	15	5	20	L
849	K	15	5	20	L
	Total	1590	220	1810	
	Percent	0	0		

SHR-21-2-YES

###	Porphyry-skarn-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Sta
483	POTASIC FELDSPAR FORMATION	400	10	410	YES
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YES
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	45	120	YES
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YES
837	Cu	45	75	120	YES
854	Mo	45	75	120	YES
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	YES
1029	MAGNETITE	45	10	55	YES
1113	TENNANTITE	45	10	55	YES
830	Au	30	30	60	YES
886	Zn	30	10	40	YES
1072	PYRITE	30	30	60	YES
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
283	UPLIFT	15	0	15	YES
301	SHALLOW SEATED	15	0	15	YES
316	PLATE MARGINE	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YES
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15	YES
355	MORE EVOLVED SHALLOW SEATED IN	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
525	ACTINOLITE	15	0	15	YES
529	K-FELDSPAR	15	0	15	YES
547	CHLORITE	15	0	15	YES
588	SERICITE	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YES
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
	Total	1600	430	2030	
	Percent	0	0		



SHR-21-2-NO

####	Porphyry-skarn-Cu	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
1160	Porphyry-skarn-Cu	150	0	150	
1161	Skarn-Cu	150	0	150	
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	
247	TERTIARY	100	0	100	
147	CARBONATE ROCKS	75	75	150	
243	MESOZOIC	40	0	40	
828	As	30	10	40	
829	Ag	30	75	105	
834	Bi	30	5	35	
863	Pb	30	10	40	
869	Sn	30	10	40	
870	Sb	30	10	40	
882	W	30	5	35	
1086	SCHEALITE	30	5	35	
290	NORMAL FAULT	15	0	15	
326	OCEANIC PLATE MARGINE	15	0	15	
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	
390	X=EPIZONAL GRANITE ROCK Y=CARB	15	0	15	
411	MESOSONAL MAGMATISM	15	0	15	
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	
530	MICROCLINE	15	0	15	
541	BIOTITE	15	0	15	
558	DIOPSIDE	15	0	15	
571	MICA	15	0	15	
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	
622	Fe-RICH GOSSAN	15	0	15	
677	AZURITE	15	0	15	
678	MALACHAITE	15	0	15	
712	APLITIC	15	0	15	
872	Se	15	10	25	
	Total	1145	215	1360	
	Percent	0	0		

SHR-21-3-YES

####	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	Sta
483	POTASIC FELDSPAR FORMATION	400	10	410	YES
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YES
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YES
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YES
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	YES
1038	MOLYBDENITE	60	75	135	YES
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YES
66	TONALITE	45	5	50	YES
830	Au	30	5	35	YES
837	Cu	30	30	60	YES
854	Mo	30	75	105	YES
886	Zn	30	5	35	YES
947	CHALCOPYRITE	30	75	105	YES
1072	PYRITE	30	75	105	YES
1115	TETRAHEDRITE	30	30	60	YES
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YES
295	FAULTS INTERSECTIONS	15	0	15	YES
298	FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
528	ALBITE	15	0	15	YES
529	K-FELDSPAR	15	0	15	YES
536	ARGILLITE	15	0	15	YES
545	CALCITE	15	0	15	YES
560	EPIDOT	15	0	15	YES
588	SERICITE	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YES
615	LEACHING PROCESSES	15	0	15	YES
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
744	DESIMINATED	15	0	15	YES
791	STOCKWORK	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
	Total	2385	540	2925	
	Percent	0	0		

SHR-21-3-NO

####	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	Stat
516	SILICIFICATION PROCESSES	400	10	410	
1161	Skarn-Cu	150	0	150	
1171	Porphyry-Cu-Mo	150	0	150	
1172	Porphyry-Mo, Low-F	150	0	150	
1173	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	150	0	150	
243	MESOZOIC	100	0	100	
247	TERTIARY	100	0	100	
87	FELSIC VOLCANIC BODY	75	10	85	
64	MONZOGRANITE	45	5	50	
65	GRANODIORITE	45	5	50	
72	QUARTZ MONZONITE	45	5	50	
829	Ag	30	5	35	
863	Pb	30	5	35	
865	Re	30	5	35	
882	W	30	30	60	
1086	SCHEALITE	30	30	60	
290	NORMAL FAULT	15	0	15	
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	
530	MICROCLINE	15	0	15	
541	BIOTITE	15	0	15	
553	KAOLINITE	15	0	15	
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	
555	SMECTITE	15	0	15	
645	FERRO-MOLYBDENITE ENRICHMENT I	15	0	15	
712	APLITIC	15	0	15	
845	F	15	5	20	
849	K	15	5	20	
Total		1725	120	1845	
Percent		0	0		

SHR-23-1-YES

####	Low-Sulfide Au-Quartz	Pos.Score	Neg.Score	Interval s	St
516	SILICIFICATION PROCESSES	400	10	410	YE
544	CARBONATES	200	20	220	YE
1045	NATIVES GOLD	75	75	150	YE
830	Au	60	75	135	YE
1072	PYRITE	60	75	135	YE
947	CHALCOPYRITE	45	10	55	YE
996	GALENA	45	10	55	YE
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YE
279	COMPRESSIONAL REGIME	15	0	15	YE
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YE
298	FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YE
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YE
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YE
434	LOW GRADE METAMORPHISM	15	0	15	YE
584	QUARTZ	15	0	15	YE
588	SERICITE	15	0	15	YE
826	VEIN LETS	15	0	15	YE
	Total	1035	275	1310	
	Percent	0	0		

###	Low-Sulfide Au-Quartz	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	St
1196	Kuroko Massive sulfide	150	0	150	
1215	Low-Sulfide Au-Quartz	150	0	150	
1216	Homestake Au	150	0	150	
1223	Placer Au-PGE	150	0	150	
487	EARLY ALBITIZATION	100	10	110	
207	METASEDIMENTARY ROCKS	75	10	85	
227	GREEN STONE	75	75	150	
137	GRAYWACKE	60	10	70	
217	MAFIC METAVOLCANIC	60	10	70	
828	As	60	75	135	
829	Ag	60	75	135	
17	LOW GRADE METAMORPHIC SEQUENCE	50	50	100	
863	Pb	45	30	75	
916	ARSENOPYRITE	45	10	55	
164	CHERT	30	5	35	
886	Zn	30	10	40	
1077	PYRRHOTITE	30	0	30	
281	ACCRETED MARGINE	15	0	15	
290	NORMAL FAULT	15	0	15	
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	
528	ALBITE	15	0	15	
559	DOLOMITE	15	0	15	
594	TALC	15	0	15	
611	MECHANICAL ENRICHMENT	15	0	15	
612	RESIDUAL MECHANICAL ENRICHMENT	15	0	15	
634	QUARTZ CHIPS IN RESIDUAL SOIL	15	0	15	
643	Au ENRICHMENT IN SOIL	15	0	15	
744	DESIMINATED	15	0	15	
821	REGULAR VIEN	15	0	15	
822	IRREGULAR VIEN	15	0	15	
877	Te	15	5	20	
	Total	1530	375	1905	
	Percent	0	0		

SHR-23-2-YES

####	Hot Spring Au-Ag	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	State
516	SILICIFICATION PROCESSES	400	10	410	YES I
830	Au	45	75	120	YES I
1045	NATIVES GOLD	45	75	120	YES I
947	CHALCOPYRITE	30	10	40	YES L
1072	PYRITE	30	75	105	YES L
1097	SPHALERITE	30	30	60	YES L
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50	YES R
8	FELSIC VOLCANIC SEQUENCE	25	25	50	YES R
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES R
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES R
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES R
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES R
421	SHALLOW INTRUSIVE RELATED GEOT	15	0	15	YES L
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES L
429	NEAR SURFACE FRACTURES	15	0	15	YES L
544	CARBONATES	15	0	15	YES L
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES L
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES L
624	LIMONITE GOSSAN	15	0	15	YES L
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES L
717	PORPHYRY	15	0	15	YES L
	Total	855	325	1180	
	Percent	0	0		

SHR-23-2-NO

###	Hot Spring Au-Ag	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	Stat
1181	Hot Spring Au-Ag	150	0	150	
1185	Epithermal Quartzze-Alunite Au	150	0	150	
1191	Hot spring Hg	150	0	150	
1223	Placer Au-PGE	150	0	150	
247	TERTIARY	100	0	100	
255	QUATERNARY	100	0	100	
88	RHYOLITE	75	75	150	
828	As	45	75	120	
829	Ag	45	75	120	
870	Sb	45	30	75	
1079	REALGAR	45	30	75	
1103	STIBNITE	45	10	55	
847	Hg	30	30	60	
875	Ta	30	30	60	
916	ARSENOPYRITE	30	10	40	
992	FLUORITE	30	10	40	
267	EXTENTIONAL REGIME	15	0	15	
268	RIFT SYSTEM	15	0	15	
270	MARGINAL CONTINENTAL RIFT SYST	15	0	15	
296	TRANSFORM FAULT	15	0	15	
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	
345	RIFT RELATED MAGMATISM	15	0	15	
394	CENTRAL SUBAERIAL RHYOLITIC	15	0	15	
395	CENTRAL SUBAREAL RHYOLITIC FLO	15	0	15	
419	VOLCANIC RELATED GEOTHERMAL AC	15	0	15	
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	
526	ADULARIA	15	0	15	
530	MICROCLINE	15	0	15	
541	BIOTITE	15	0	15	
575	LEPIDOLITE	15	0	15	
580	PLAGIOCLASE	15	0	15	
583	PYROPHILITIC	15	0	15	
608	LATERITIZATION	15	0	15	
623	HEMATITE GOSSAN	15	0	15	
648	JAROSITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
649	ALUNITE IN BLEACHED COUNTRY RO	15	0	15	
650	GOETHITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
651	LIMONITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
652	HEMATITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	
664	GOETHITE	15	0	15	
665	LIMONITE	15	0	15	
683	ALUNITE	15	0	15	
750	BRECCIA FILLINGS	15	0	15	
762	BRECCIA	15	0	15	
791	STOCKWORK	15	0	15	
821	REGULAR VIEN	15	0	15	
	Total	1670	375	2045	
	Percent	0	0		

SHR-23-3-YES

####	Silica Carbonate Hg	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
516	SILICIFICATION PROCESSES	400	10	410	YES L
837	Cu	30	10	40	YES L
928	BORNITE	30	10	40	YES L
947	CHALCOPYRITE	30	30	60	YES L
996	GALENA	30	30	60	YES L
1072	PYRITE	30	75	105	YES L
1097	SPHALERITE	30	30	60	YES L
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES F
279	COMPRESSIONAL REGIME	15	0	15	YES F
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YES F
298	FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YES F
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YES F
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES I
434	LOW GRADE METAMORPHISM	15	0	15	YES I
584	QUARTZ	15	0	15	YES I
792	STRINGER	15	0	15	YES I
826	VEIN LETS	15	0	15	YES I
Total		730	195	925	
Percent		0	0		



####	Silica Carbonate Hg	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1193	Silica Carbonate Hg	150	0	150	I
1194	Simple Sb	150	0	150	I
247	TERTIARY	100	0	100	F
1046	NATIVES MERCURY	75	75	150	L
206	SERPENTINITE	60	60	120	R
847	Hg	60	75	135	L
959	CINNABAR	60	75	135	L
132	SILTSTONE	45	10	55	R
137	GRAYWACKE	45	10	55	R
870	Sb	45	30	75	L
1103	STIBNITE	45	30	75	L
293	TRUST FAULT	30	0	30	R
294	SUBDUCTION RELATED TRUST FAULT	30	0	30	R
833	B	30	10	40	L
886	Zn	30	10	40	L
3	MAFIC PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50	R
10	SEDIMENTARY SEQUENCE	25	25	50	R
337	OCEANIC-CONTINENTAL OBDUCTION	15	0	15	L
427	TRUST FAULT STRUCTURE	15	0	15	L
431	DEFORMED STRUCTURE	15	0	15	L
437	REGIONAL METAMORPHISM	15	0	15	L
559	DOLOMITE	15	0	15	L
821	REGULAR VIEN	15	0	15	L
	Total	1095	435	1530	
	Percent	0	0		

SHR-24-1-YES

####	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	Sta
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YES
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YES
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YES
516	SILICIFICATION PROCESSES	400	10	410	YES
247	TERTIARY	100	0	100	YES
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	YES
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YES
64	MONZOGRANITE	45	5	50	YES
65	GRANODIORITE	45	5	50	YES
66	TONALITE	45	5	50	YES
72	QUARTZ MONZONITE	45	5	50	YES
829	Ag	30	5	35	YES
830	Au	30	5	35	YES
837	Cu	30	30	60	YES
863	Pb	30	5	35	YES
886	Zn	30	5	35	YES
947	CHALCOPYRITE	30	75	105	YES
1072	PYRITE	30	75	105	YES
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES
289	FAULT SYSTEM	15	0	15	YES
290	NORMAL FAULT	15	0	15	YES
295	FAULTS INTERSECTIONS	15	0	15	YES
298	FRACTURE SYSTEM	15	0	15	YES
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES
341	ARC RELATED	15	0	15	YES
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	YES
536	ARGILLITE	15	0	15	YES
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	YES
560	EPIDOT	15	0	15	YES
588	SERICITE	15	0	15	YES
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YES
615	LEACHING PROCESSES	15	0	15	YES
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES
717	PORPHYRY	15	0	15	YES
744	DESIMINATED	15	0	15	YES
791	STOCKWORK	15	0	15	YES
826	VEIN LETS	15	0	15	YES
	Total	2560	385	2945	
	Percent	0	0		

## SHR-24-1-NO

###	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	State
1161	Skarn-Cu	150	0	150	L
1171	Porphyry-Cu-Mo	150	0	150	L
1172	Porphyry-Mo, Low-F	150	0	150	L
1173	Volcanic-Hosted Cu-As-Sb	150	0	150	L
243	MESOZOIC	100	0	100	R
87	FELSIC VOLCANIC BODY	75	10	85	R
1038	MOLYBDENITE	60	75	135	L
854	Mo	30	75	105	L
865	Re	30	5	35	L
882	W	30	30	60	L
1086	SCHEALITE	30	30	60	L
1115	TETRAHDERITE	30	30	60	L
528	ALBITE	15	0	15	L
529	K-FELDSPAR	15	0	15	L
530	MICROCLINE	15	0	15	L
541	BIOTITE	15	0	15	L
545	CALCITE	15	0	15	L
553	KAOLINITE	15	0	15	L
555	SMECTITE	15	0	15	L
645	FERRO-MOLYBDENITE ENRICHMENT I	15	0	15	L
712	APLITIC	15	0	15	L
845	F	15	5	20	L
849	K	15	5	20	L
Total		1150	265	1415	
Percent		0	0		

## SHR-24-1-ND

###	Porphyry-Mo, Low-F	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	State
483	POTASIC FELDSPAR FORMATION	400	10	410	nd L
Total		400	10	410	
Percent		0	0		

SHR-24-2-YES

####	Cyprus Massive Sulfide	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	State
488	FELDSPER DESTRUCTION PROCESSES	400	10	410	YES L
514	CHLORITIZATION	100	10	110	YES L
516	SILICIFICATION PROCESSES	100	10	110	YES L
837	Cu	45	75	120	YES L
886	Zn	45	75	120	YES L
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	YES L
1097	SPHALERITE	45	30	75	YES L
829	Ag	30	30	60	YES L
830	Au	30	30	60	YES L
1072	PYRITE	30	75	105	YES L
101	FLAWS	15	0	15	YES R
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES R
341	ARC RELATED	15	0	15	YES R
344	OROGENIC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
407	SHALLOW SEATED MAGMATISM	15	0	15	YES L
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES L
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES L
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	YES L
560	EPIDOT	15	0	15	YES L
569	LIMONITE	15	0	15	YES L
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES L
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES L
717	PORPHYRY	15	0	15	YES L
762	BRECCIA	15	0	15	YES L
789	STRING	15	0	15	YES L
791	STOCKWORK	15	0	15	YES L
	Total	1125	420	1545	
	Percent	0	0		

####	Cyprus Massive Sulfide	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
1177	Cyprus Massive Sulfide	150	0	150	L
871	S	75	75	150	L
20	ULTRAMAFIC BODY	60	10	70	R
77	BASALT	60	5	65	R
228	OPHIOLITE	60	15	75	R
2	OPHIOLITE SEQUENCE	50	50	100	R
47	DIABASE	30	5	35	R
164	CHERT	30	5	35	R
207	METASEDIMENTARY ROCKS	30	5	35	R
836	Co	30	45	75	L
844	Fe	30	75	105	L
853	Mn	30	30	60	L
1032	MARCASITE	30	5	35	L
1077	PYRRHOTITE	30	10	40	L
267	EXTENTIONAL REGIME	15	0	15	R
272	OCEANIC RIFT SYSTEM	15	0	15	R
277	STEEP NORMAL FAULT	15	0	15	R
278	GRABEN STRUCTURE	15	0	15	R
291	HIGH ANGLE NORMAL FAULT	15	0	15	R
353	BACK ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	R
369	SUBMARINE MAGMATISM	15	0	15	R
425	WHOLE GRABEN STRUCTURE	15	0	15	L
541	BIOTITE	15	0	15	L
542	BUDDINGTONITE	15	0	15	L
544	CARBONATES	15	0	15	L
583	PYROPHILITIC	15	0	15	L
608	LATERITIZATION	15	0	15	L
612	RESIDUAL MECHANICAL ENRICHMENT	15	0	15	L
624	LIMONITE GOSSAN	15	0	15	L
638	NATIVE GOLD IN PLACERS	15	0	15	L
643	Au ENRICHMENT IN SOIL	15	0	15	L
665	LIMONITE	15	0	15	L
714	DIABASIC	15	0	15	L
745	MASSIVE	15	0	15	L
796	MASSIVE	15	0	15	L
	Total	1010	335	1345	
	Percent	0	0		

SHR-24-3-YES

####	Porphyry-Cu	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	State
490	POROPLITIC ALTERATION	400	10	410	YES L
492	PHYLIC ALTERATION	400	10	410	YES L
495	ARGILLIC ALTERATION	400	10	410	YES L
247	TERTIARY	100	0	100	YES R
54	PLUTONIC FELSIC BODY	75	75	150	YES R
64	MONZOGRAHITE	60	5	65	YES R
66	TONALITE	60	5	65	YES R
837	Cu	60	75	135	YES L
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	50	50	100	YES R
928	BORNITE	45	5	50	YES L
947	CHALCOPYRITE	45	75	120	YES L
829	Ag	30	30	60	YES L
830	Au	30	10	40	YES L
834	Bi	30	5	35	YES L
863	Pb	30	30	60	YES L
886	Zn	30	30	60	YES L
1029	MAGNETITE	30	10	40	YES L
1072	PYRITE	30	75	105	YES L
266	UNSTABLE CONDITION	15	0	15	YES R
283	UPLIFT	15	0	15	YES R
290	NORMAL FAULT	15	0	15	YES R
301	SHALLOW SEATED	15	0	15	YES R
316	PLATE MARGINE	15	0	15	YES R
318	ACTIVE CONTINENTAL MARGINE	15	0	15	YES R
333	CONVERGENT PLATE BOUNDARY	15	0	15	YES R
336	OCEANIC-CONTINENTAL SUBDUCTION	15	0	15	YES R
341	ARC RELATED	15	0	15	YES R
348	SUBDUCTION RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
350	ARC RELATED MAGMATISM	15	0	15	YES R
354	CONTINENTAL CRUST PLUTONIC MAG	15	0	15	YES R
355	MORE EVOLVED SHALLOW SEATED IN	15	0	15	YES R
408	EPIZONAL MAGMATISM	15	0	15	YES L
418	GEOHERMAL ACTIVITY	15	0	15	YES L
421	SHALLOW INTRUSIVE RELATED GEOT	15	0	15	YES L
423	FAULTED STRUCTURE	15	0	15	YES L
424	NORMAL FAULT STRUCTURE	15	0	15	YES L
536	ARGILLITE	15	0	15	YES L
554	MONTMORILLONITE	15	0	15	YES L
560	EPIDOT	15	0	15	YES L
605	SURFACE AND NEAR SURFACE OXIDA	15	0	15	YES L
614	CHEMICAL SECONDARY ENRICHMENT	15	0	15	YES L
616	OXIDIZING LEACHING	15	0	15	YES L
654	Cu-CARBONITE STAINS	15	0	15	YES L
715	INEQUIGRANULAR TEXTURES	15	0	15	YES L
717	PORPHYRY	15	0	15	YES L
744	DESIMINATED	15	0	15	YES L
791	STOCKWORK	15	0	15	YES L
826	VEIN LETS	15	0	15	YES L
	Total	2355	510	2865	
	Percent	0	0		

SHR-24-3-NO

####	Porphyry-Cu	Pos. Score	Neg. Score	Interval S	State
484	EARLY MICROCLINIZATION	400	10	410	L
1159	Porphyry-Cu	150	0	150	L
1162	Skarn-Pb-Zn	150	0	150	L
1165	Polymetallic-Replacement	150	0	150	L
1175	Polymetallic Veins	150	0	150	L
487	EARLY ALBITIZATION	100	10	110	L
67	SYENITE	60	5	65	R
854	Mo	45	75	120	L
1038	MOLYBDENITE	45	30	75	L
1045	NATIVES GOLD	45	30	75	L
243	MESOZOIC	40	0	40	R
828	As	30	10	40	L
833	B	30	10	40	L
853	Mn	30	30	60	L
866	Rb	30	10	40	L
869	Sn	30	10	40	L
870	Sb	30	10	40	L
872	Se	30	10	40	L
877	Te	30	30	60	L
268	RIFT SYSTEM	15	0	15	R
326	OCEANIC PLATE MARGINE	15	0	15	R
327	OCEANIC PLATE MARGINE-ARC	15	0	15	R
334	OCEANIC-OCEANIC SUBDUCTION	15	0	15	R
391	X=MESOSONAL COMPLEX Y=SURROUND	15	0	15	L
419	VOLCANIC RELATED GEOTHERMAL AC	15	0	15	L
528	ALBITE	15	0	15	L
529	K-FELDSPAR	15	0	15	L
530	MICROCLINE	15	0	15	L
541	BIOTITE	15	0	15	L
545	CALCITE	15	0	15	L
553	KAOLINITE	15	0	15	L
555	SMECTITE	15	0	15	L
580	PLAGIOCLASE	15	0	15	L
610	SECONDARY ENRICHMENT PROCESSES	15	0	15	L
629	RUTILE IN RESIDUAL SOIL	15	0	15	L
651	LIMONITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	L
652	HEMATITE IN BLEACHED COUNTRY R	15	0	15	L
653	ARGILLITE IN BLEACHED COUNTRY	15	0	15	L
665	LIMONITE	15	0	15	L
676	CHALCOCITE	15	0	15	L
677	AZURITE	15	0	15	L
678	MALACHAITE	15	0	15	L
716	SERIATE	15	0	15	L
796	MASSIVE	15	0	15	L
845	F	15	5	20	L
849	K	15	5	20	L
	Total	1980	290	2270	
	Percent	0	0		

## فصل ششم

### سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS



"بسمه تعالی"

وزارت معادن و فلزات  
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی  
پروژه ارومیه - دختر

بررسی‌های GIS در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰: شهر بابک

توسط:

طاهره صدیقی

مریم هاشمی

دینا علایی امید

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	- مقدمه .....
۳	● شرح وظایف گروه GIS .....
۴	۱- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات .....
۶	۲- سازماندهی اطلاعات و داده‌ها .....
۱۰	۳- تلفیق اطلاعات ژئوفیزیک هوایی و دورسنجی .....
۱۰	۴- تلفیق داده‌ها .....
۱۱	۵- اخذ داده‌های سنگ‌شناسی و ارائه مناطق امیدبخش .....
۱۱	۶- انتگرال‌گیری کلیه نتایج و .....

## فهرست نقشه‌ها

- ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه شهر بابک
- ۲- نقشه توپوگرافی
- ۳- نقشه زمین‌شناسی
- ۴- نقشه توزیع سنگ‌های نیمه عمیق و هاله‌های دگرگونی مجاورتی
- ۵- نقشه توزیع سنگهای رسوبی
- ۶- نقشه توزیع مناطق دگرسانی هیدروترمال و رسوبات تراورتنی
- ۷- نقشه توزیع سنگهای آذرآواری و نیمه عمیق
- ۸- نقشه زمین‌شناسی ساختمانی

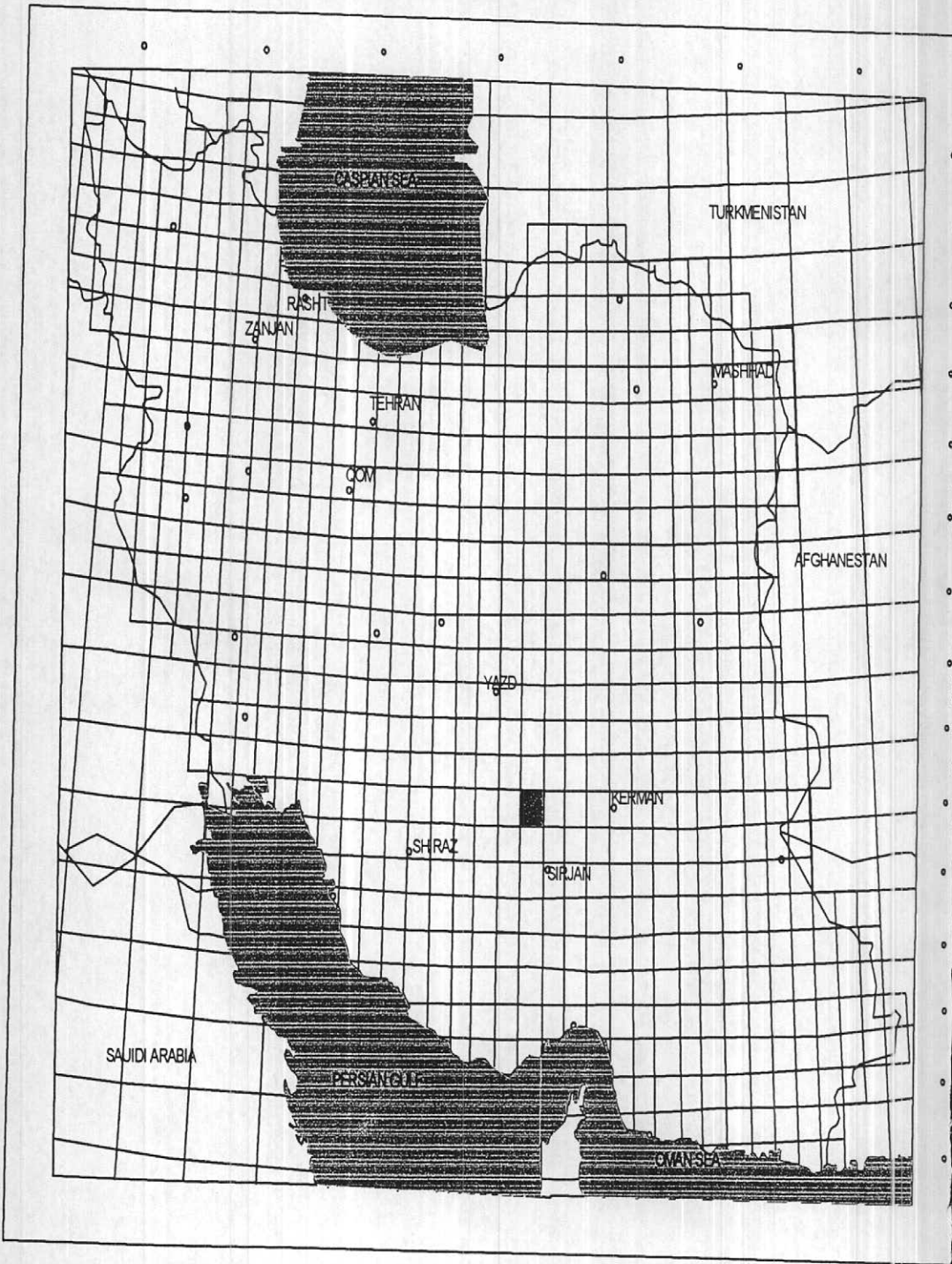
ناحیه شهر بابک در استان کرمان در محدوده‌ای با مختصات جغرافیایی 55, 00 تا 55, 30 درجه طول شرقی و 30, 00 تا 30, 30 درجه عرض شمالی قرار دارد. این ناحیه از نظر زمین‌شناسی در جنوب ایران مرکزی و به طور عمده در نوار نکتونو - ولکانیک ارومیه - دختر واقع است. «تصویر شماره ۱» ناحیه شهر بابک از نظر متالوژی بخشی از ناحیه مس کرمان و با به طور کلی ترکمرند مس سراسری ایران مرکزی است. ساختمانهای زمین‌شناسی این منطقه دارای روند کلی شمال غرب - جنوب شرق بوده و شامل نواحی کوهستانی نارکوه، کوه مزاحم و باقلعه در شمال شرق و دشت شهر بابک در جنوب غرب است.

اولین قدم جهت شروع کار، تهیه نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی است. نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ بوده که به وسیله سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تهیه شده‌اند «سری K 737» از آنجا که اساس کار تهیه نقشه با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ است لذا برای پوشش دادن ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک، اطلاعات چهارنقشه توپوگرافی با نامهای حامدین، شهر بابک، مالک آباد و کنگ به صورت رقمی و با مختصات جغرافیایی UTM مورد استفاده قرار گرفته است.

اطلاعات توپوگرافی و زمین‌شناسی موجود منطقه با استفاده از یکی از روشهای رقمی کردن، در محیط Autocad و در قالب لایه‌های جداگانه رقمی گشته و سپس وارد سیستم گردید.

در مرحله دوم اطلاعات به نرم‌افزار Arc Cad انتقال یافت این نرم‌افزار که در محیط Autocad اجراء می‌شود

GEOGRAPHIC LOCATION OF SHAHR-E-BABAK



■ STUDIED AREA

یک برنامه واسط جهت انتقال لایه‌های اطلاعاتی از Autocad به نرم‌افزار Arc View یا Arc/info می‌باشد.

اطلاعات موجود در این برنامه ویرایش شده و به شکل مورد قبول از نظر سیستم و نرم‌افزار درمی‌آیند. بعد از

تهیه نقشه پایه، اقدام به وارد کردن سایر اطلاعات گردید.

در مرحله بعد کلیه اطلاعات به صورت موضوعی با جداول اطلاعاتی مربوط به محیط‌های Arc View و

Arc/info منتقل گردیدند. در این محیط‌ها می‌توان لایه‌های اطلاعاتی مختلف را به طور همزمان و یا جداگانه

نمایش داد. همچنین با انتخاب یک نقطه می‌توان کلیه اطلاعات مربوط به آن را بدست آورد. در این مرحله با

نمایش لایه‌های اطلاعاتی سعی می‌شود اطلاعات مختلف را با یکدیگر تلفیق کرده و با پرسش‌های مشروط

پاسخ‌هایی را دریافت کرد که نتایج آن به صورت نقشه یا نمودار ارائه می‌شود.

هدف نهایی از به کارگیری GIS اخذ تصحیحات بهتر و آگاهانه‌تر بر اساس داده‌های مکانی است و دستیابی

به چنین هدفی طی روندهای سامان دهی داده‌ها، نمایش داده‌ها، پرسش، تلفیق، تجزیه، تحلیل و پیش‌بینی

صورت می‌گیرد. ساماندهی داده‌ها در GIS معمولاً بر اساس موقعیت مکانی داده‌ها صورت می‌گیرد و کارآیی

آن بر روی مراحل دیگر تأثیر می‌گذارد و از این جهت دارای اهمیت اساسی است.

نمایش داده‌ها می‌تواند به صورت مشاهده صفحه نمایش و یا چاپ توسط دستگاههای خروجی باشد.

نمایش داده‌ها به تنهایی قادر به پاسخگویی تمام ویژگی داده‌ها نیست و در این زمینه پرسش‌های مکانی نقش

مکمل را ایفا می‌کنند.

برای مثال نمایش همزمان نقاط معدنی مثل اندیس ها و نقشه ژئوشیمیایی یک ناحیه ممکن است نشاندهنده وجود یک ارتباط مکانی در بعضی از مناطق و عدم این ارتباط در سایر مناطق باشد.

پرسش های مکانی در این زمینه به کاربر اجازه می دهد که شرایط خاص هر اندیس را با پیدا کردن نام و سایر جزئیات آن به همراه نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی مجاور به دست آورد.

ترکیب داده هایی از منابع مختلف معمولاً منجر به درک و تفسیر پدیده هایی می شود که در تک تک داده ها به طور جداگانه قابل تشخیص نبوده است.

تجزیه و تحلیل داده ها فرآیندی است که منجر به استنباط مفاهیم خاصی از داده ها می شود، این عمل در GIS می تواند به روش های مختلفی مانند مشاهده و یا عملیاتی چون اندازه گیری، محاسبات آماری، انطباق دادن مدل های خاص بر روی مقادیر داده ای و یا روش های دیگر صورت بگیرد.

هدف از مطالعات GIS در بسیاری از موارد بدست آوردن قابلیت پیش بینی می باشد به عنوان مثال با تلفیق تعدادی از لایه های اطلاعاتی که نشاندهنده کانی زایی طلا می باشند محل های امیدبخش به صورت یک نقشه جدید نمایش داده می شود که از آن می توان به عنوان پایه ای برای اخذ تصمیمات اکتشافی استفاده کرد.

### شرح وظایف گروه GIS

۱- جمع آوری داده ها و اطلاعات از گروه های مختلف در پروژه شامل گروه های ژئوفیزیک، دورسنجی،

زمین‌شناسی ساختمانی، سنگ‌شناسی و ژئوشیمی

۲- سازماندهی اطلاعات و داده‌های گروه مختلف بر حسب نیاز

۳- تلفیق اطلاعات ژئوفیزیک هوایی و دورسنجی برای ارائه مناطق امیدبخش به گروه زمین‌شناسی

ساختمانی

۴- تلفیق داده‌ها پس از بررسی‌های ساختمانی و ارائه مناطق تحت پوشش برای بررسی‌های سنگ‌شناسی

لازم

۵- اخذ داده‌های سنگ‌شناسی و ارائه مناطق امیدبخش برای برداشت ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک زمینی

۶- انتگرال‌گیری کلیه نتایج و مدل‌سازی و ارائه نقشه‌های موضوعی برای مناطقی با پتانسیل کانسارهای

تیپ معین از قبیل پرفیری‌ها، رگه‌ای‌ها، جانشینی‌ها و اسکارنها

۱- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از گروه‌های مختلف کاری در پروژه:

اولین مرحله جمع‌آوری داده‌های مناسب از منابع مختلف در یک بانک اطلاعاتی است و ایجاد بانک

اطلاعاتی از نظر زمانی بیشترین زمان را بخود اختصاص می‌دهد.

نقشه‌هایی که برای نشان دادن عوارض سطحی مورد استفاده قرار گرفته‌اند شامل نقشه‌های توپوگرافی

۱:۵۰,۰۰۰ می‌باشند. که خطوط منحنی میزان اصلی «خطوط پررنگ» با فواصل ۵۰۰ متر و خطوط منحنی



میزان فرعی «خطوط کمرنگ» با فواصل ۱۰۰ متر قرار دارند. کلیه خطوط دارای اطلاعات ارتفاعی (Z) هستند

که از آنها در تهیه نقشه سه بعدی (DTM) منطقه استفاده شده است. این نقشه هم‌چنین شامل نقاط ارتفاعی،

محل و اسم آبادیها، آبراهه‌ها و جاده‌های «اصلی و فرعی» می‌باشد. «نقشه شماره ۲»

برای واردکردن اطلاعات زمین‌شناسی در سیستم اطلاعات جغرافیایی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰

ورقه شهرابک که توسط زمین‌شناسان یوگسلاوی سابق تهیه شده است، استفاده گردید. کلیه عوارض

زمین‌شناختی مانند سازندهای زمین‌شناسی، امتداد و جهت شیب لایه‌ها، گسله‌های اصلی و فرعی مشخص

می‌باشند هر یک از این عوارض به صورت لایه‌های اطلاعاتی مجزا در سیستم ذخیره شده‌اند. «نقشه شماره ۳»

اطلاعات ژئوفیزیکی مورد استفاده توسط بخش ژئوفیزیک هوایی تهیه شده است و شامل گسلهای بزرگ

منطقه، توده‌های نفوذی نیمه عمیق و مناطق امیدبخش از دیدگاه ژئوفیزیک هوایی، نقشه Upward, signal و

مشفق اول مغناطیسی می‌باشد.

اطلاعات دورسنجی ناحیه شامل تصویر ماهواره‌ای پردازش شده منطقه شهرابک، خطوراه‌هایی که به

واسطه پردازش تصویر ماهواره‌ای منطقه مشخص شده‌اند و مناطق آلتراسیون می‌باشد.

اطلاعات سنگ‌شناسی شامل نقشه‌های دگرسانی، استوک و گسترش دگرگونی مجاورتی و توزیع سنگهای

آذرین خروجی درونی و نیمه عمیق می‌باشد. «نقشه‌های ۴ و ۵ و ۶ و ۷»

اطلاعات زمین‌شناسی ساختمانی شامل عناصر ساختاری مانند چین‌ها، گسلهای منطقه و دایکها می‌باشد.

## ۲- سازماندهی اطلاعات و داده‌های گروه‌های مختلف بر حسب نیاز

ساماندهی داده‌ها می‌تواند به روشهای مختلف صورت گیرد ولی تا زمانی که طرح ساماندهی متناسب با هدف خاصی نباشد نمی‌تواند اطلاعات مفیدی بدست دهد، ساماندهی داده‌ها بر روی مراحل دیگر تأثیر می‌گذارد و از این جهت دارای اهمیت اساسی است. ساماندهی داده‌ها در GIS معمولاً بر اساس موقعیت مکانی داده‌ها صورت می‌گیرد.

اهمیت ساماندهی در هنگام رویارویی با حجم عظیمی از داده‌ها کاملاً آشکار می‌شود. داده‌ها را می‌توان به روشهای مختلف ساماندهی کرد ولی تا زمانی که طرح ساماندهی متناسب با هدف خاصی نباشد نمی‌توان اطلاعات مفیدی را از آنها استخراج کرد.

این ناحیه مورد مطالعات زمین‌شناسی و اکتشافی نسبتاً گسترده‌ای قرار گرفته است که شامل مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و دورسنجی است که در سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS مورد بررسی قرار می‌گیرند.

کلیه اطلاعات مربوط به این ورقه به صورت لایه‌های جداگانه در سیستم GIS مرتب شده‌اند عبارتند از:

- اطلاعات زمین‌شناسی که این اطلاعات از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شهر بابک بدست آمده‌اند:

۱- نقشه زمین‌شناسی «مرز واحدهای سنگی»

۲- شیب و امتداد لایه‌ها

۳- گسل‌های اصلی، فرعی و احتمالی

۴- دایک‌های منطقه

۵- اندیس‌ها و معادن فعال و غیرفعال

۶- نقشه‌هایی که بر اساس سن مورد طبقه‌بندی مجدد قرار گرفته‌اند.

۷- تاق‌دیس‌ها و ناودیس‌های منطقه

۸- اسم و محل آبادیها

نقشه‌هایی که برای نشان دادن عوارض سطحی منطقه مورد استفاده قرار گرفته‌اند، نقشه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ این

چهارگوش می‌باشند.

۹- خطوط منحنی میزان اصلی و فرعی

۱۰- شبکه آبراهه‌ای اصلی و فرعی

۱۱- نقاط ارتفاعی

۱۲- جاده‌های اصلی و فرعی

- مطالعات ژئوفیزیک هوایی شامل رادیومتری، مغناطیس‌سنجی و هدایت الکتریکی است و به صورت

لایه‌های زیر می‌باشند :

۱۳- گسل‌های بزرگ ناحیه

۱۴- توده‌های نفوذی نیمه عمیق Shallow Seated

۱۵- مناطق امیدبخش از دیدگاه ژئوفیزیک هوایی

داده‌های حاصل از مغناطیس هوایی عبارتند از :

۱۶- نقشه Signal منطقه

۱۷- نقشه Upward

۱۸- نقشه مشتق اول مغناطیسی

- مطالعات دورسنجی مربوط به ناحیه عبارتند از :

۱۹- تصویر ماهواره‌ای پردازش شده

۲۰- مناطق آلتراسیون که از نسبت باند  $\frac{5}{7}$  بدست آمده است.

۲۱- نقشه خطواره‌ها و شکستگی‌هایی که به واسطه پردازش تصویر حاصل شده‌اند.

- داده‌های سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه به صورت زیر می‌باشند :

۲۲- نقشه توزیع سنگهای نیمه عمیق و هاله‌های دگرگونی مجاورتی «نقشه شماره ۴»

۲۳- نقشه توزیع سنگهای درونی، نیمه درونی «نقشه شماره ۵»

۲۴- مناطق دگرسانی هیدروترمال و رسوبات تراورتنی «نقشه شماره ۶»

۲۵- توزیع سنگهای آذرآواری و نیمه عمیق «نقشه شماره ۷»

۲۶- نقشه زمین‌شناسی ساختمانی «نقشه شماره ۸»

به غیر از داده‌های فوق نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی برای ۱۴ عنصر، Bi, Ni, As, Sb, Sn, Hg, V, Co, Cr, Cu, Zn, Pb, B, Ba نیز وارد سیستم شده است. اطلاعات بدست آمده از بخش اکتشافات چکشی شامل تعدادی نقاط معدنی است که به همراه اطلاعات مربوط به هر یک از نقاط معدنی وارد سیستم گردید.

پراکنندگی منابع معدنی منطقه شامل معادن فعال، معادن متروکه، کارهای قدیمی، اندیس‌ها و نشانه‌های معدنی به صورت یک لایه اطلاعاتی در سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد شده‌اند و برای هر یک از نقاط، اطلاعاتی نظیر موقعیت جغرافیایی، نام، نوع ماده معدنی، آلتراسیون و در بعضی موارد نوع سنگ درونگیر، تیپ کانی‌زایی، وسعت کانی‌زایی، کانه‌های موجود و... با نقاط معدنی همراه شده است به طوری که با انتخاب کردن یک نقطه می‌توان به اطلاعات مربوط به آن نقطه دست یافت.

در واقع یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، با انتخاب یک نقطه می‌توان سایر اطلاعات مرتبط با آن را بدست آورد. در GIS روش دیگری از پرسش و پاسخ نیز وجود دارد و آن زمانی است که هدف پیدا کردن مناطقی باشد که در آنها شرایط خاصی صدق می‌کند مثل نقاطی که مقدار نقره آنها بالاتر از یک مقدار خاص است و یا پیدا کردن مناطقی که در آنها لیتولوژی‌های خاصی در مجاورت همدیگر می‌باشند.

در بعضی موارد می توان با طبقه بندی های جدید مناطقی را که دارای ویژگی های چند متغیره یکسانی هستند

در یک دسته قرار داد.

۳- تلفیق اطلاعات ژئوفیزیک هوایی و دورسنجی برای ارائه مناطق امیدبخش به گروه زمین شناسی

### ساختمانی

داده حاصل از مطالعات ژئوفیزیک هوایی شامل گسلهای بزرگ ناحیه و گسلهای حاصل از پردازش تصویر ماهواره همراه با گسلهای اصلی و فرعی نقشه زمین شناسی توسط زمین شناسان یوگسلاو تهیه شده است، به صورت لایه واحدی درآمده اند و در یک شبکه سلولی مناسب به ابعاد  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  قرار گرفته و پس از تلفیق نقشه توزیع چگالی گسلها در هر کیلومتر مربع بدست می آید.

۴- تلفیق داده ها پس از بررسی های ساختمانی و ارائه مناطق تحت پوشش برای بررسی های سنگ شناسی

### لازم

این بند از شرح خدمات، این دلیل که بررسی های سنگ شناسی و زمین شناسی ساختمانی همزمان صورت گرفته است و داده های مربوط به این بررسی ها نیز توأم به بخش GIS داده شده است، انجام نشد.

۵- اخذ داده‌های سنگ‌شناسی و ارائه مناطق امیدبخش برای برداشت ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک زمینی

داده‌های سنگ‌شناسی مربوط به هر ورقه در سیستم ذخیره شده‌اند ولی به این دلیل که برداشت ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک زمینی برای چندین ورقه همزمان انجام می‌شود، به هنگام برداشت بر حسب نیاز گروه‌های مختلف اطلاعات در اختیار آنان قرار خواهد گرفت.

#### ۶- انتگرال‌گیری کلیه نتایج و مدل‌سازی و ارائه نقشه‌های موضوعی :

این مورد بسته به داشتن اطلاعات نهایی از هر یک از گروه‌های کاری است که این اطلاعات مورد پردازش مجدد قرار گرفته و به صورت فاکتورها و نقشه‌های نشانگر آماده تلفیق می‌شوند. مرحله نهایی شامل تلفیق این نقشه‌های نشانگر می‌باشد که با وزن دادن و رویهم انداختن لایه‌های نشانگر صورت می‌گیرد و روش به کار گرفته شده، انتخاب لایه‌های اطلاعاتی و نحوه وزن‌دادن منجر به تهیه نقشه‌های پتانسیل متفاوتی می‌گردد.

با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و رویهم قرار دادن آنها در بعضی موارد انطباق خوبی بین لایه‌های اطلاعاتی مشاهده می‌شود که می‌تواند به عنوان الگوهایی در مدل‌سازی و بدست آوردن نقشه پتانسیل معدنی مورد استفاده قرار گیرد.

در این ناحیه ابزارها و معیارهایی برای ارزیابی کانی‌زایی مس، سرب و روی در منطقه در نظر گرفته شده‌اند

عبارتند از :

- عوامل ماگمایی: مطالعه کانسارها و اندیس‌های شناخته شده در منطقه نشان می‌دهد که کانی‌زایی

پورفیری در متن یا اطراف توده‌های نفوذی نیمه عمیق با ترکیب دیوریتی، کوارتز دیوریتی است و کانی‌زایی

تیپ رگه‌ای مس، سرب و روی به طور عمده درون مجموعه آتشفشانی پالئوژن تشکیل شده است و در داخل

توده‌های نفوذی بسیار کمتر است.

- عوامل ساختاری: نقش کنترل کننده عوامل ساختاری مثل گسله‌ها در کانسارهای رگه‌ای در منطقه کاملاً

مشخص است ولی در کانسارهای پورفیری کنترل ساختاری به صورت زونهای خرد شده و دگرسان ظاهر

می‌شوند. مطالعات زمین‌شناسان یوگسلاوی در منطقه کرمان نشان داده است که ساختارهای تیپ گسلی همراه

با کانی‌زایی مس و سرب و روی در سنگهای آتشفشانی بیشتر از سنگهای نفوذی است. ساختارهای مس‌دار

عمدتاً دارای روند E-W تا NE-SW هستند کانی‌زایی‌های مس، سرب و روی دارای جهت N-S می‌باشند.

در کانی‌زایی تیپ پورفیری معمولاً ۲ یا بیش از ۲ سیستم گسلی و شکستگی وجود دارد، گسل‌های طولی

دارای اهمیت خاصی هستند به طوری که رخنمون تمام توده‌های نفوذی در این جهت قرار گرفته است. در

نمودار فراوانی روند زونهای آلتزه با گسلهای عمیق مرتبط با کانی‌زایی پورفیری، بیشترین فراوانی دارای روند

E-W است. زمین‌شناسان یوگسلاو، ۱۹۷۳،

- دگرسانی: دگرسانی هیپوژن همراه با کانسارهای پورفیری باعث تغییرات مشهودی در ترکیب شیمیایی و

هم چنین ویژگیهای فیزیکی سنگها می‌شود به طوری که می‌تواند به عنوان معیار مؤثری در شناسایی مناطق



کانه دار در نواحی مجاور به کار رود.

- معیارهای ژئوفیزیکی: روش های ژئوفیزیکی ابزار مؤثری برای تشخیص و محدود کردن ساختمانهای

عمده ای که دربرگیرنده نهشته های معدنی هستند، می باشد. به دلیل وجود کانی زایی و یا دگرسانی هیدروترمال

مرتبط با آن، تغییرات مشهودی در ویژگیهای فیزیکی سنگها به وجود می آید که به وسیله روش های مختلف

ژئوفیزیکی قابل ثبت هستند.

- معیارهای ژئوشیمیایی: شناسایی تمرکزهایی از عناصر با غلظتی بالاتر از مقدار زمینه آنها، هدف اصلی

است در مورد کانسارهای مس پورفیری Cu, Mo, عناصر معرف و عناصری چون Mn, Zn, Rb, Au جزء

عناصر ردیاب هستند. در کانسارهای پلی متال نیز عناصری چون Cu, Zn, Pb, Ag, Au جزء عناصر معرف

می باشد.

هر یک از این معیارها با توجه به نوع کانی زایی و مدل اکتشافی منطقه مورد پردازش های خاصی نظیر

طبقه بندی مجدد، ایجاد بافرو... قرار می گیرند و بعد از تعیین ارزش برای هر یک از آنها، برای بدست آوردن

نقشه نهایی مورد تلقیق قرار می گیرند محل های امیدبخش به صورت یک نقشه جدید نمایش داده خواهد شد

که از آن می توان به عنوان پایه ای برای اخذ تصمیمات اکتشافی نیمه تفصیلی استفاده کرد. / پ ۷۰