

## چکیده

محدوده اکتشافی مردانقم در فاصله هوایی حدود ۱۰۵ کیلومتری شمال-شمال خاور شهر تبریز و حدود ۴۵ کیلومتری شمال خاور بخش خاروانا، در انتهای شمالی زون مس و طلا دار ارسباران در حاشیه باتولیت قره داغ واقع شده است. در تقسیم بندی زونهای زمین ساختی - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)، منطقه مورد مطالعه در زون البرز- آذربایجان واقع می شود. واحدهای لیتولوژیکی تشکیل دهنده این محدوده اکتشافی رابه ترتیب سنی واحد ماسه سنگی-آهکی کرتاسه ( $K^{sl}$  واحد)، واحد آهکی کرتاسه ( $K^l$  واحد)، واحد ماسه سنگی-توفی کرتاسه ( $K^{st}$  واحد)، واحد آتشفشانی کرتاسه ( $K^v$  واحد) و توده نفوذی اردو باد شامل:

- ۱- توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت (gd)
- ۲- توده نفوذی با ترکیب دیوریت و کوارتز دیوریت (di)
- ۳- حاشیه میکرو گابرویی توده (gb)

تشکیل می دهند.

مهمترین آنومالی معدنی در غرب روستای مردانقم و بر روی آلتراسیون های وسیع این منطقه قرار دارد و شامل یک رگه معدنی حاوی مس، طلا و نقره می باشد. نتایج آنالیز شیمیایی رگه مس دار بیانگر مقادیر بالای مس (تا بیش از ۲۰٪ برای رگه میرالیزه) و میزان بالای طلا (تا ۱۶۹۰ ppb) در حاشیه اکسید آهن دار رگه می باشد. آلتراسیون های بسیار مشخص و وسیعی در این منطقه مشاهده می شود که عبارت از: آلتراسیون سریسیتی - کائولینیتی، آلتراسیون پروپلیتیک و آلتراسیون آلونیتی می باشد که مهمترین آنها در غرب روستای مردانقم و شمال غرب روستای احمدآباد مشاهده می شود. گسترش آلتراسیون سریسیتی بصورت یک نوار از روستای مردانقم تا شرق

روستای احمد آباد مشاهده می شود. این آلتراسیون در امتداد گسل های تراستی محدود و عمود بر استرس کلی منطقه می باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده یک محدوده جهت ادامه عملیات اکتشافی در مرحله نیمه تفصیلی پیشنهاد شده است.

### ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان خاوری، در فاصله هوایی حدود ۱۰۵ کیلومتری شمال-شمال خاور شهر تبریز و حدود ۴۵ کیلومتری شمال خاوری شهر خاروانا و در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی ورزقان واقع شده است.

محدوده اکتشافی مردانقم از لحاظ تقسیمات کشوری در استان آذربایجان خاوری، شهرستان کلیبر و بخش خداآفرین واقع شده است. روستاهای مردانقم، احمد آباد، اولی و کوانق در داخل منطقه مورد مطالعه واقع شده‌اند که روستای مردانقم با حدود ۸۰ خانوار بزرگترین روستا بوده و روستای احمد آباد با ۴۵ خانوار در جایگاه بعدی قرار دارد. در شکل (۱-۱) نماهایی از روستاهای واقع در محدوده اکتشافی مشاهده می شود.

مسیر دستیابی به این منطقه، از سه طریق امکان پذیر است (تمام مسیرها آسفالت میباشد):

جاده تبریز- ورزقان- خاروانا - قولان - جاده مرزی حاشیه ارس به سمت خداآفرین (۲۶۰ کیلومتر)

تبریز- جلفا- سیه رود - قولان- جاده مرزی حاشیه ارس به سمت خداآفرین (۲۷۰ کیلومتر)

تبریز- اهر- کلیبر- خداآفرین - جاده مرزی حاشیه ارس به سمت سیه رود (۳۱۰ کیلومتر)

شکل (۱-۲) موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی و راههای دسترسی به آن را نشان می دهد.



ب



الف



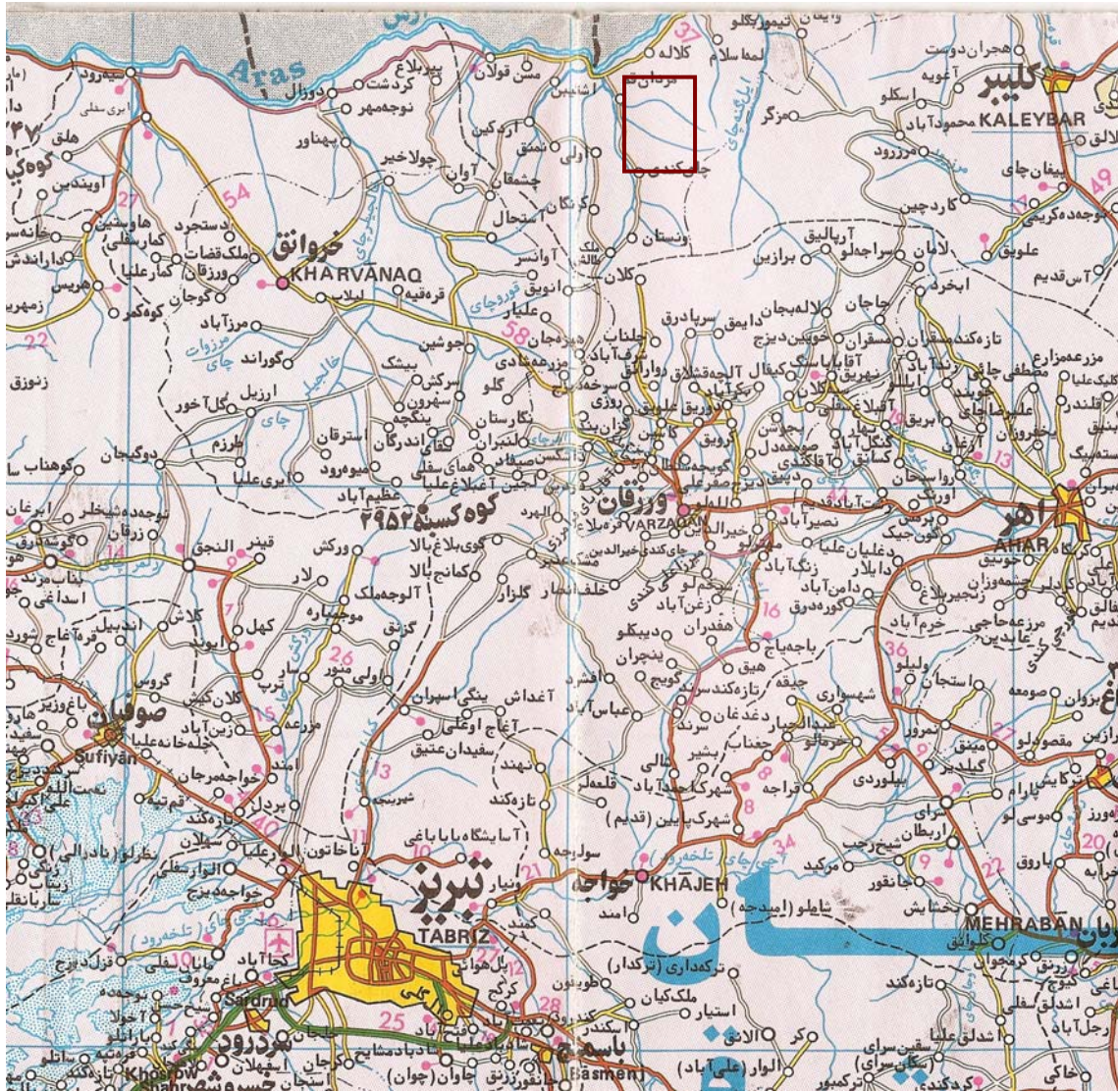
د



ج

**شکل شماره (۱-۱) :** نمایی از روستاهای الف (کوانق، ب) روستای مردانقم، ج) روستای اولی و د) روستای احمد آباد، بجز عکس روستای احمد آباد که دید به جنوب شرق است هرسه عکس دیگر دید به شمال می باشد.





شکل شماره (۱-۲): موقعیت جغرافیایی (□) منطقه مطالعاتی و راههای دسترسی به آن

## ۱-۲- آب و هوا

منطقه مورد مطالعه از لحاظ شرایط اقلیمی، کوهستانی بوده و دربرگیرنده کوههای سر به فلک کشیده قره داغ می باشد. این منطقه از جمله مناطق سرسبز و دارای کوههای مرتفع و برفگیر با زمستانهای سرد و تابستانهای معتدل تا گرم می باشد. وجود پوشش جنگلی بسیار زیبا در دامنه های شمالی کوهستانها باعث هوای ملایم و مطبوع می گردد. البته جریان هوا و وزش بادهای نیز موجب تغییرات آب و هوایی این منطقه گردیده است. در شکل (۱-۳) نمایی از جنگل های شمال محدوده اکتشافی مشاهده میشود.



**شکل شماره (۱-۳):** نمایی از جنگل های ارسباران در شمال محدوده اکتشافی

(جهت نگاه به سمت شمال)

منطقه قره داغ به خاطر کوههای سرسبز و جنگلهای زیبا و مراتع غنی، از زیبایی و جلوه خاصی برخوردار بوده و در مجموع این منطقه کانون زیبایی و شکوه و عظمت طبیعت، قدمت تاریخی و تنوع گیاهی و جانوری است. این منطقه با برخورداری از اشکال متنوعی از صخره‌ها، جنگلهای، مراتع، رودخانه‌ها، کشتزارها و ...، طیف وسیعی از زیستگاهها را در بر می‌گیرد که هر یک محل زیست انواع خاصی از گونه‌های حیات وحش هستند. این منطقه از مهمترین و مناسب‌ترین زیستگاههای پستانداران بزرگی نظیر کل و بز، گراز، خرس قهوه‌ای، گرگ، سیاه‌گوش، روباه، خرگوش و پلنگ بشمار می‌رود.

مرتفع‌ترین نقطه محدوده اکتشافی با ارتفاع حدود ۱۶۰۰ متر در حاشیه جنوب منطقه، در حد شرق روستای اولی و پست‌ترین نقطه با ارتفاع حدود ۳۸۰ متر در حاشیه شمالی محدوده و در داخل رودخانه مردانقم واقع شده است.

### ۱-۳- پیشینه پژوهشی

در این ناحیه مطالعات علمی انجام شده قبلی چندان زیاد نمی‌باشد. لیکن وجود فعالیتهای قدیمی معدنی بصورت آثار یک تونل قدیمی، نشان از شناخته شدن این منطقه از حیث وجود کانی‌سازی در زمانهای دور می‌باشد.

مهمترین پژوهشهای انجام شده در این ناحیه به قرار زیر می‌باشد:

سازمان زمین شناسی در قالب تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی اهر، این منطقه را نیز مورد مطالعه و بررسی قرار داده است.

مهرپرتو و همکاران (۱۳۷۱) در قالب تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی ورزقان، این منطقه را نیز مورد مطالعه قرار داده‌اند.



امینی فضل (۱۳۷۳) در چهارچوب رساله دکتری خویش با عنوان " مطالعه پترولوژی، مینرالوژی و ژئوشیمی ( مناطق دارای اندیسهای فلزی ) توده نفوذی قره داغ ( گرانیت اردوباد ) واقع در شمال غربی ایران ( قولان، دوزال، آستامال ) " به مطالعه منطقه مطالعاتی پرداخته است.

همچنین گزارش اکتشاف چکشی ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ اورزقان تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی نیز به مطالعه منطقه مورد نظر پرداخته است.

علوی و همکارانش (۱۳۷۴) در چارچوب مطالعات ژئوشیمیایی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ اورزقان، منطقه مطالعاتی را مورد بررسی قرار داده‌اند.

#### ۴-۱- اهداف و روشهای مطالعه

اهداف کلی مورد نظر در انجام مطالعات حاضر به قرار زیر می باشد:

شناسایی زون های معدنی به منظور آنالیز Au و عناصر دیگری همچون Cu، Ag، Mo، As، Pb، Zn، Sb، Bi، W و Sn جهت بررسی و اطلاع از میزان فراوانی عناصر مذکور در زونهای کانی سازی.

تهیه نقشه زمینشناسی محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰: اوبه وسعت ۴۰ km<sup>2</sup>. بررسی و پردازش داده های ماهواره ای برای تعیین زون های مینرالیزه و دگرسان شده. نمونه برداری از رخنمون های مختلف سنگی جهت مطالعات سنگ شناسی و کانه نگاری.

شناسایی و تفکیک زونهای دگرسانی مختلف و همچنین مناطق برشی شده.

تعبیر و تفسیر نتایج آزمایشگاهی و تدوین گزارش نهایی.

مراحل مختلف انجام مطالعات در منطقه مطالعاتی بر اساس شرح خدمات و اهداف

ترسیم شده مذکور را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

گردآوری منابع و اطلاعات در ارتباط با محدوده مورد مطالعه از طریق گزارشها، نقشه ها و عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره ای منطقه.

بررسی و پردازش داده های ماهواره ای برای تعیین زون های مینرالیزه و دگرسان شده.

کنترل میدانی شامل پیمایشهای صحرایی به منظور شناسایی کلی محدوده و زونهای کانی سازی و دگرسانی.

مطالعات زمین شناسی منطقه و تهیه نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در وسعتی حدود ۴۰ کیلومتر مربع بر اساس نقشه توپوگرافی رقومی شده و تصاویر ماهواره ای.

نمونه برداری پراکنده از زونهای کانی سازی و زونهای دگرسانی جهت آنالیز به عناصر مورد نظر (۱۱۹ نمونه) و مطالعات کانه نگاری (۲۵ نمونه).

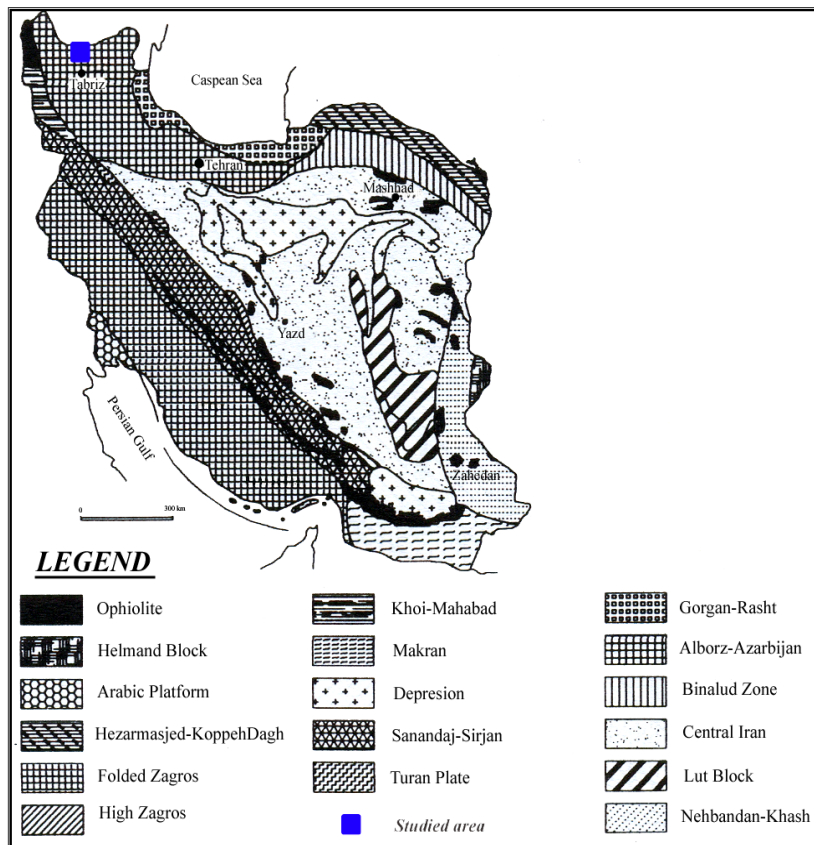
نمونه برداری پراکنده از واحدهای سنگی دگرسان نشده، زونهای کانی سازی و نیز دایکهای موجود برای مطالعات سنگ شناسی (۳۱ نمونه).

تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی نمونه های لیتوژئوشیمیایی و مقاطع نازک و صیقلی و تهیه و تدوین گزارش نهایی و ارائه راهکارهایی برای اکتشافات آینده.

## فصل دوم: زمین شناسی

### ۲-۱- مقدمه

در تقسیم بندی زونهای زمین ساختی - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)، منطقه مور مطالعه در زون البرز- آذربایجان واقع می شود (شکل ۲-۱). زون البرز- آذربایجان از زونهای پویا از لحاظ ماگماتیسم بویژه در طی دوران سنوزوئیک بوده است. در این دوران، ماگماتیسم شدت داشته که اوج آن در ائوسن (سنگ های آتشفشانی) و اولیگوسن (توده های نفوذی) بوده و باتولیت قره داغ یکی از مهم ترین توده های نفوذی مربوط به اولیگوسن - میوسن است.



شکل شماره (۲-۱): زونهای زمین ساختی و رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)،

موقعیت منطقه مطالعاتی با مربع آبی رنگ مشخص شده است.

مهندسين مشاور پتروکان آذربایجان

## ۲-۲- زمین شناسی آذربایجان\*

منطقه آذربایجان از نظر زمین شناسی متنوع بوده و همچنین از نظر تکتونیک و فعالیت های ولکانیکی نیز جزو زونهای فعال پوسته ایران می باشد. این منطقه از پوسته ایران حوادث زیادی را پشت سر گذاشته که آثار آن از پرکامبرین (زمین های دگرگونی زنجان، میانه، ماکو، خوی، شمال ارومیه) تا به امروز (ولکانیسم سبلان و سهند) قابل مشاهده است.

به نوشته افتخار نژاد (۱۹۷۵) حرکات پرکامبرین پایانی، بالا زدگی مهمی در آذربایجان بوجود آورده و به طور محلی سبب دگر شیبی های زاویه دار در چند نقطه شده است (تکاب - قره داغ). شواهد عمده برای اثبات این نظر نبود رسوبی واضح بین مجموعه های پرکامبرین (سازند بایندر و کهر) و فعالیت آتشفشانی و درونی وابسته می باشد (مثلاً گرانت دوران در زنجان).

طی پالئوزوئیک، وقوع حرکات قائم در کامبرین، سبب ایجاد تغییر ناگهانی در لیتولوژی یا یک نبود در رسوب گذاری (مایین سازند میلا و لالون) شده است. به نوشته نبوی (۱۳۵۵)، سنگهای سیلورین و دونین زیرین با نبود چینه شناسی همراه است. به عقیده افتخار نژاد در سنگهای پالئوزوئیک میانی نشانه هایی حاکی از فرسایش در سرتاسر آذربایجان دیده می شود که نمایانگر بالا آمدگی حاصل از حرکات خشکی زایی به سن کالدونین است. به عقیده وی هیچ فاز کوهزایی طی پالئوزوئیک زیرین، دونین، سرزمین آذربایجان را تحت تاثیر قرار نداده است، ولی انصاری (۱۹۶۵)، قدیمی ترین سنگ های جنوبی میانه را از نوع رسوبی دگرگون شده، دولومیت و کوارتزیت به سن احتمالی دونین پیشین ذکر می کند و در ماکو نیز،

\* بخش عمده این مطالب از کتاب زمین شناسی ایران نوشته دکتر درویش زاده (۱۳۷۰) نقل شده است.



بنا به نوشته بربریان و حمدی (۱۹۷۷) حرکات کالدونین موجب دگرگونی ضعیف سنگهای اردوین این ناحیه شده است.

به نوشته افتخار نژاد (۱۹۷۵)، پدیده تکتونیکی مهمی در اوایل دونین که با شکستگی توام بوده (گسل تبریز) که باعث تقسیم بسیار مشخص رخساره ها در آذربایجان شده است، شکستگی مزبور از گودال زنجان - ابهر شروع و با امتداد شمال غربی تا رشته کوه های شمال تبریز (میشو و مورو) و از آنجا در امتداد شمال غربی تا آذربایجان و قفقاز ادامه می یابد. این پدیده تکتونیکی مهم، آذربایجان را به دو بلوک تقسیم می کند، بلوک واقع در شمال شرق تا دونین آغازی در حال فرونشست بوده ولی بلوک جنوب غربی تا کربونifer پایانی به صورت بالا آمده باقی مانده است به عقیده وی، این خط می تواند با امتداد شمالی - جنوبی به سمت جنوب غرب ایران ادامه یابد و با عبور از رشته کوه زاگرس به خط قطر - کازرون برسد. احتمالاً این همان گسل ترانسفورم در کور و دیگران (۱۹۸۶) است که دو زون تراستی شمال قفقاز کوچک و تراست زاگرس را به هم وصل می کند. نبود رسوبات کربنifer فوقانی و فعالیت های سنگهای آذرین درونی (آلکالی گرانیت تا سینیت) که رسوبات پیشرونده پرمین با ناپیوستگی آذرین پی بر روی آنها قرار می گیرند عملکرد اروژونیک فاز هرسنین را در این زون نشان داده و این علائم بعنوان بسته شدن پالئوتتیس در نظر گرفته می شوند. در منطقه زون مجموعه آهکی پرموتریاس به حالت دگرشیبی زاویه دار بر روی رسوبات دونین (جیرود) قرار دارند.

به عقیده افتخار نژاد (۱۹۷۵) حرکات تریاس بالایی موجب شکافته شدن پلات فرم به دو بخش گردیده که گسل زرینه رود نشان دهنده این خط جدا کننده است بخش غربی و جنوب غربی این خط به یک گودی با فرونشینی دائم تبدیل گردیده و رسوبات ضخیم شیلی همراه با مواد آتشفشانی زیر دریایی از تریاس فوقانی تا کرتاسه مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان

پایانی در آن انباشته شده است و در اثر حرکات کوهزایی اواخر کرتاسه چین خورده اند. بر اساس لیتولوژی، سنگهای مزبور باید در محیط دریایی عمیق تشکیل شده باشد. سریهای رسوبی - آتشفشانی مذکور بر اثر حرکات کوهزایی اواخر کرتاسه تا اوایل ترسیر چین خورده است. چند بالا آمدگی مربوط به اوایل کرتاسه را نیز با اندکی ابهام می توان تشخیص داد (افتخار نژاد، ۱۹۷۵). حاشیه شرقی این زون، بتدریج فرونشست و به یک محیط دریایی عمیق تبدیل و رسوبات پلاژیک همراه با مواد آتشفشانی زیر دریایی طی کرتاسه پایانی تا ائوسن زیرین در آن انباشته شد. این بخش به سمت جنوب نسبتاً باریک شده است و در جنوب غرب کردستان به روراندگی اصلی زاگرس ملحق می شود اما به طرف غرب خوی پهن تر شده و تا شرق ترکیه ادامه می یابد. این بخش بوسیله کوهزایی آلپی آغازی (قبل از لوتسین)، شدیداً تحت تاثیر قرار می گیرد و آهک پلاژیک، رادیولاریت، افیولیت و رسوبات تخریبی از نوع فلیش به صورت مخلوط درهمی در می آید (زون کالردملاژ یا آمیزه رنگین). کالردملاژ مزبور، در حد رخساره شیست سبز دگرگون شده (دره قطور در مرز ترکیه) و در جنوب غربی خوی در اطراف روستای قشلاق، گلوکوفان شیست هم دیده شده است (افتخار نژاد، ۱۹۷۵).

فرآیندهای تکتونیکی در سمت دیگر خط جدا کننده (شرق گسل زرینه رود) بسیار متفاوت است به نحوی که پس از حرکات تریاس بالایی به یک محیط قاره ای (رسین - لیا س که شاهد آن شیل ها و ماسه سنگهای دارای زغال، مانند جنوب میانه است) و گهگاه دریایی (عمدتاً در ژوراسیک بالایی) در شرق شمال شرق منطقه حاکم شده است. توالی قاره ای، سنگ های پرمو تریاس یا قدیم تر را با دگرشیبی کم زاویه و گاهی با عدسی های لاتریتی می پوشاند و یک نبود رسوبی طی کرتاسه آغازی و قبل از آپسین، با یک دگرشیبی زاویه ای در قاعده سکانس آهکی کرتاسه دیده می شود

مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان

که با فاز تکتونیکی آلیپی آغازی مطابقت دارد. حرکات کوهزایی آلیپی اصلی در این ناحیه با چین خوردگی شدید و گسل خوردگی در کرتاسه پایانی یا ترسیر آغازی شروع می شود اولین آثار آتشفشانی قابل توجه مربوط به کرتاسه بالایی است (دیدون و ژمن ۱۹۷۶) ولی فعالیت آتشفشانی مهم و عمدتاً زیر دریایی طی ائوسن به ظهور رسیده است (افتخار نژاد ۱۹۷۵) این فعالیت در طارم (شمال زنجان) از همه جا شدید تر بوده به طوری که ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر گدازه های آندزیتی - داسیتی و سنگهای پیروکلاستیک و توفها به جا مانده است. (هیرایاما و دیگران ۱۹۶۶).

در آغاز اولیگوسن، بر اثر حرکات کوهزایی پیرنه همانند بسیاری از نقاط البرز مرکزی و ایران مرکزی، توده های نفوذی متعدد، مانند سینیت بزگوش (لطفی ۱۳۵۴)، کلبر و اهر (بابا خانی ۱۳۶۰) به داخل سنگهای آتشفشانی ائوسن نفوذ کرده و موجب چین خوردگی بیشتر در رسوبات شمال آذربایجان و کم و بیش در غرب و جنوب غربی آذربایجان شده است. رسوبات این مناطق بیشتر از نوع تخریبی و کم عمق دریایی و تقریباً بدون فعالیت آتشفشانی بوده است و به این ترتیب در مقایسه با گسترش وسیع ولکانیکها در زون شرق - شمال شرق تفاوت آشکار از خود نشان می دهند.

با نگاهی به نقشه زمین شناسی آذربایجان ملاحظه می کنیم که قسمت اعظم آن بوسیله رسوبات ترسیر و سنگهای آتشفشانی پوشیده شده است.

پس از بالا زدگی ناشی از چین خوردگی اولیگوسن آغازی که آثار آن کم و بیش در سرتاسر ایران دیده می شود رسوبات دریایی قم در بخش های مرکزی و منتهی الیه شمال شرقی (جلفا) و غربی (ماکو) آذربایجان ته نشین شده است که ضخامت تشکیلات قرمز فوقانی در جنوب میانه بنا به نوشته انصاری (۱۹۶۵) ۲۷۰۰ متر است که بخش زیرین آن شامل نمک، گچ و انیدریت است و حالت بین لایه در آن رس و مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان

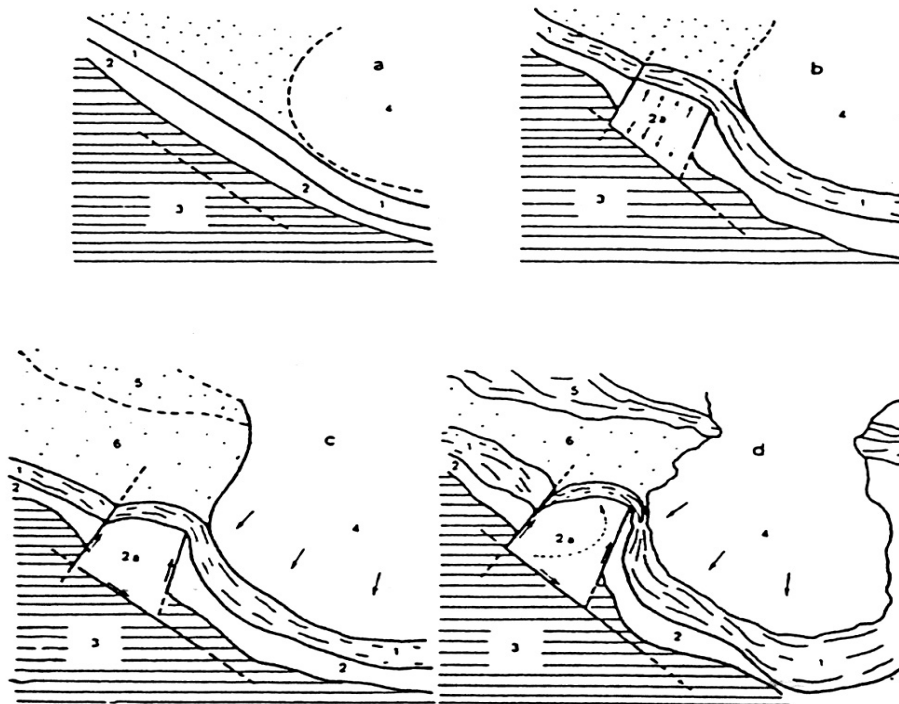
سیلت هم دیده می شود و بخش فوقانی اساساً شامل سیلتستون، رس و ماسه سنگ است. رسوبات پلیوسن هم به طور دگرشیب بر روی رسوبات قرمز فوقانی ته نشین شده و شامل کنگلومرا با سیمان سست در قاعده، که به تدریج به رس، سیلت و خاکستری های آتشفشانی ختم می شود.

خاکسترهای آتشفشانی از نظر منشا ممکن است هم ناشی از فوران های انفجاری آتشفشانی کواترنر بویژه سهند فراهم شده باشد و هم از فرسایش ارتفاعات آتشفشانی در دره ها ته نشین شده باشد. در حالت اخیر، بخشی از آنها در نتیجه لاهار بوجود آمده اند. در مورد فعالیت های آتشفشانی نیمه خاموش آذربایجان، باید از سبلان که ویژگی های آتشفشانی حاشیه قاره ای دارد (درویش زاده، ۱۳۵۴) و سهند را نام برد.

افتخار نژاد (۱۹۷۵) عقیده دارد که حرکات تکتونیکی در پلیوسن، اهمیت زیادی داشته و گواه آن فعالیت آتشفشانی عظیم این منطقه طی پلیو - کواترنر و فعالیت گسل های بیشماری است که رسوبات عهد حاضر و نهشته های آبرفتی را قطعه قطعه کرده است. گسل های اصلی (گسل شمال تبریز و گسل سلماس) در آذربایجان از فعالترین مناطق زلزله خیز به شمار می آید.

بعد از فاز گرانیته شدن که فلات آذری را در الیگوسن تحت تاثیر قرار داد و آن را سخت و مستحکم کرد سرزمین آذربایجان مانند یک مینی کراتون عمل نموده و در حدود ۲۰ میلیون سال قبل (اکی تانین)، در حد بین کوههای طالش و قفقاز کوچک، گسل های ترانسفورم، زون جوش خورده قفقاز را به زون رورانده زاگرس متصل می ساخت (زونن شاین و دیگران ۱۹۸۶) به این ترتیب حرکات تکتونیکی شدیدی که جهت فشردگی آن تقریباً شمال - جنوبی بوده است مینی کراتون مزبور را به سمت شمال متوجه ساخت و قفقاز کوچک را از آب خارج کرد که شاهد آن رسوبات قاره ای و کنگلومرای همین زمان در قفقاز و ارمنستان جنوبی است. حرکات مزبور مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان

خود در نتیجه فشار دماغه عربستان بر سرزمینهای جنوبی اوراسیا پدید آمده است. به عقیده دیدون و ژمن (۱۹۷۶)، حرکات مزبور از نوع کشویی و جهت آن از ائوسن تعیین شده بود و مطابق طرح همین محققان در سمت مشرق، حرکت کشویی راست گرد اردبیل - میانه و در مغرب، حرکت کشویی چپ گرد که حد و مرز یک میکروپلیت بوده است شکل می گیرد. این حرکات موجب خمش در منتهی الیه سلسله جبال البرز می شود و به این طریق سلسله جبال البرز در آذربایجان به صورت گاز انبری در می آید که از یک طرف به وسیله مینی کراتون آذربایجان در سمت جنوب و بوسیله پوسته سخت کف دریای خزر که قوس البرز بر روی آن تکیه می کند احاطه می شود (دیدون و ژمن ۱۹۷۶)، بطور کلی در ایجاد این خمش عوامل دیگری از جمله خمش منطقه طالش از یک طرف و ساختمان داخلی فلات آذری از طرف دیگر موثر بوده است و به نظر همین محققان ساختمان داخلی آذربایجان با سه هورست در جهت شرقی و غربی مشخص می شود در عین حال حرکت کشویی راست گرد گسل سلطانیه - تبریز، باعث ایجاد حرکت دورانی این مینی کراتون در هنگام رانده شدن آن در جهت شمال می شود و احتمالاً همین دوران باعث تغییر جهت ساختمان تمام منطقه شرقی فلات آذربایجان شده است. به عقیده زنون شاین و لوپیشون (۱۹۸۶)، حرکت رو به شمال دماغه عربستان در پلیوسن میانی (۲/۵ میلیون سال قبل)، موجب حرکت و فعالیت گسل های ترانسفورم طالش و قفقاز شد و در نتیجه بین دریای سیاه و حوضه جنوبی دریای خزر فاصله ای بوجود آمد با قبول این نظریه به این نتیجه می رسیم که فلات آذری در حال حاضر در جهت شمال - شمال شرق به حرکت خود ادامه می دهد و احتمالاً ولکانیسم پلیو کواترنر سبلان، سهند و زمین لرزه های این منطقه معلول همین جابجایی ها است و خود چشمه های آب گرم و استثنایی مناطق اردبیل، هروآباد و بستان آباد نیز شاهد این مدعا به شمار می آید.



**شکل شماره (۲-۲) :** طرح فرضی از مراحل تکامل فلات آذربایجان در ارتباط با

ساختارهای زمین شناسی مجاور (دیدون و ژمن ۱۹۷۶)

### ۲-۳- زمین شناسی عمومی زون ارسباران

با توجه به نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اورزقان و سیه رود، واحدهای لیتولوژیکی

تشکیل دهنده زون ارسباران را می توان بصورت زیر خلاصه کرد:

#### ۲-۳-۱- سنگهای قبل از کرتاسه

کهن ترین واحد سنگی منطقه ارسباران، مجموعه سنگهای دگرگونه ای هستند که منحصرأ در بخش شمالی زون ارسباران رخنمون دارند. بخش عمده این سنگها در کشور همسایه شمالی (جمهوری ارمنستان) مشاهده می شوند. سنگهای دگرگونه مذکور شامل لایه های متناوب میکا شیست، متاتوف، متا آندزیت، کالک شیست و آمفیبولیت می باشد. این سنگها، تحت

تأثیر نفوذ توده های گرانیتوئیدی اردوباد متحمل دگرگونی مجدد گشته اند. با اینحال، بافت اولیه در اغلب آنها هنوز قابل تشخیص است. رخساره دگرگونی در همبری بلا فصل توده های نفوذی از نوع آمفیولیت بوده و دارای کانیهای مانند آمفیبول (هورنبلند) و پلاژیوکلاز از نوع آندزین - اولیگوکلاز به همراه اپیدوت و کانیهای اوپاک می باشد. بافت اولیه این سنگها از نماتوبلاستیک تا گرانوبلاستیک متغیر است. با دور شدن از توده نفوذی، رخساره آمفیولیت به رخساره شیست سبز تبدیل می گردد. رخساره شیست سبز از آمفیبولهای سری ترمولیت - اکتینولیت، اپیدوت و پلاژیوکلاز با ترکیب اولیگوکلاز - آلپیت تشکیل شده است.

در نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ منتشر شده توسط سازمان زمین شناسی جمهوری آذربایجان، سن این سنگهای دگرگونه، دونین در نظر گرفته شده است. شباهت رخساره ای نزدیکی میان این مجموعه دگرگونه با مجموعه رخساره های دگرگونی موجود در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ لاهرود (الله یارلو) و ورقه های ۱:۱۰۰۰۰۰ کلیر و ورزقان وجود دارد. لازم بذکر است که مجموعه های دگرگونی فوق الذکر، بترتیب به زمانهای قبل از کرتاسه آغازین و قبل از ژوراسیک نسبت داده شده اند. با توجه به مدل زمین شناسی ارائه شده توسط زونن شاین و همکاران (۱۹۸۶)، چنین به نظر می رسد که این سنگها به تریاس بالایی تعلق دارند.

### ۲-۳-۲- سنگهای کرتاسه

واحدهای سنگی متعلق به کرتاسه، دربرگیرنده واحدهای رسوبی و آتشفشانی می باشد. واحد رسوبی کرتاسه بیشتر شامل سنگ آهک میکرایتی، سیلتستون، شیل و مادستون است. وجود سنگواره هایی مانند *Globotruncana Sp.* و *Heterohelicid* و *Globotruncana stuartiformis*، بیانگر سن کرتاسه بالایی (سانتونین - ماستریشین) برای این واحدها می باشد. بعلاوه وجود شرایط ویژه در حوضه رسوبی این ناحیه، رخساره فلیش بصورت بین انگشتی به دیگر رخساره های رسوبی تبدیل می گردد، بطوریکه در حاشیه جنوبی رودخانه ارس (کوه کمتال)، می توان تبدیل جانبی رخساره های آتشفشانی، آهکی، مارنی و شیلی را مشاهده کرد. واحد فلیش بصورت جانبی به سنگهای آهکی تبدیل می گردد.



در بخش جنوبی و شرقی توده های نفوذی اردوباد (بخصوص در محدوده اکتشافی)، این واحد آهکی توسط سنگهای آتشفشانی کرتاسه بالایی دربر گرفته شده است. سنگهای آتشفشانی مذکور از نوع زیر دریایی بوده و دارای ترکیب حدواسط می باشند. این سنگها دارای بافت پورفیریتیک و حفره دار بوده و فنو کریستهای آنها پلاژیوکلاز ( اولیگوکلاز - آندزین ) می باشد. فنو کریستهای مافیک غالباً به کلریت و کلسیت تبدیل شده اند. زمینه این سنگها متشکل از کانیهای پلاژیوکلاز سریسیتی شده، آلکالی فلدسپار و کوارتز می باشد. این واحد ولکانیکی که از شرق تا جنوب روستای اولی و از جنوب تا قسمت های مرکزی محدوده مورد مطالعه امتداد یافته است، متحمل دگرسانی سریسیتی، آرژیلی، آلونیتی، سیلیسی و پروپلیتی شده و کانی سازی سولفیدی در آنها صورت گرفته است ( Fe و Cu ).

### ۲-۳-۳- سنگهای پالئوسن - ائوسن

رخساره های ماسه سنگی قرمز رنگ و کنگلومرایی بخش قاعده ای پالئوسن در نقاط مختلف زون ارسبارن رخنمون دارند. وجود سنگواره های *Planorbulina crela* و *Mississipina sp. Eleila alba* در این سنگها، آنها را به پالئوسن منتسب می کند. واحدهای رسوبی اخیر توسط سنگهای آتشفشانی زیر دریایی و توفهای اسیدی و سنگهای آتشفشانی برشی با ترکیب آندزیت پوشیده می گردد. این سنگها دارای بافت میکروسکوپی پورفیریتیک، پورفیریتیک با زمینه اینترسرتال و گاه پورفیر و کلاستیک هستند. فنو کریستهای پلاژیوکلاز عموماً از نوع آندزین و اولیگوکلاز بوده که به سریسیت و در مواردی به اپیدوت و کلریت دگرسان شده اند. گدازه های لاتیت آندزیتی با بافت مگاپورفیری از سنگ های آتشفشانی شاخص ائوسن هستند.

### ۲-۳-۴- سنگهای اولیگوسن

فعالیت های ماگمایی بعد از ائوسن نقش عمده ای در زون ارسباران ایفا نموده است. بازتاب این فعالیت ماگمایی به شکل سنگهای نفوذی و گاه آتشفشانی است. سنگهای نفوذی مذکور مهمترین واحد سنگی محدوده اکتشافی می باشند. این توده های نفوذی دارای وسعتی بیشتر از مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان

۴۰۰ کیلومتر مربع هستند. بخش عمده این توده های نفوذی با وسعتی حدود ۹۰۰ کیلومتر مربع در دو کشور همسایه شمالی ( جمهوری آذربایجان و ارمنستان ) گسترش دارند که به توده نفوذی اردوباد- مغری معروف است. این توده های نفوذی در حاشیه شمالی با رخساره های دگرگونی پالئوزوئیک ( دونین )؟ و در خاور و باختر و جنوب با رخساره های رسوبی و آتشفشانی کرتاسه و گاه ائوسن همبری داشته و بداخل آنها نفوذ کرده اند. تحت تأثیر توده های نفوذی، واحدهای سنگی مذکور متحمل دگرگونی همبری و دگرسانی گشته و نوار اسکارنی گسترده ای در داخل واحدهای آهکی کرتاسه تشکیل گشته است.

از نظر سنگ شناسی، ترکیب توده های نفوذی شامل دیوریت، مونزونیت، کوارتز دیوریت، کوارتز مونزونیت، گرانودیوریت و گرانیت می باشد. در داخل توده های دیوریتی، بخشهای گابرویی نیز دیده می شود. بافت گابروها هیپایدیومورفیک گرانولار بوده و ترکیب کانی شناسی آنها شامل پلاژیوکلاز ( بیوتیت- لابرادوریت)، کلینوپیروکسن ( غالباً به آمفیبول اورالیتی و همچنین کلریت تبدیل شده اند ) و کانیهای اوپاک می باشد. توده های دیوریتی دارای بافت هیپایدیومورفیک گرانولار بوده و ترکیب کانی شناسی آنها شامل پلاژیوکلاز ( آندزین- اولیگوکلاز)، آمفیبول، بیوتیت، کمی کوارتز و کانیهای اوپاک می باشد. در برخی موارد آلکالی فلدسپار و آپاتیت نیز در آنها مشاهده می شود. آمفیبولها به بیوتیت و کلریت دگرسان گشته اند.

بر پایه نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه رود، توده های گرانیتی بخش وسیعی از سیستم نفوذی را بخود اختصاص داده اند. لیکن ترکیب آنها عمدتاً از نوع گرانودیوریت و کوارتز مونزونودیوریت می باشد. بافت این سنگها گرانولار است. ترکیب کانی شناسی این سنگها شامل پلاژیوکلاز از نوع اولیگوکلاز- آلپیت، فلدسپات آلکالن، کوارتز، آمفیبول و بیوتیت است. فلدسپاتهای آلکالن و پلاژیوکلازها به درجات مختلفی متحمل دگرسانی به سرسیت، کانیهای رسی و کلسیت گشته اند. در درون این توده های گرانودیوریتی می توان بخشهایی را با افزایش نسبتاً قابل توجه بیوتیت بصورت بیوتیت گرانیت تفکیک نمود. همچنین استوکه های

مونزوگرانیته کوچکی با بافت میکروگرانولار در برخی نقاط در داخل گرانودیوریتها قابل شناسایی هستند.

بخشی از توده نفوذی که در باختر روستای نوجه مهر و کوه کمتال واقع گشته است دارای ترکیب مونزونیتی بوده و تحت عنوان مونزونیت کمتال معروف است. ترکیب سنگ شناسی این توده شامل مونزونیت، کوارتز مونزونیت، مونزودیوریت و کوارتز مونزودیوریت است. ترکیب کانی شناسی آنها متشکل از پلاژیوکلاز (لابرادور-آندزین)، هورنبلند، فلدسپات آلکالن، کلینوپیروکسن و بیوتیت می باشد. کانیهای کوارتز، اسفن و اوپاک نیز در مقادیر اندک دیده می شوند. برخی از هورنبلندها به بیوتیت و کلریت دگرسان گشته اند. پلاژیوکلازها و فلدسپاتهای آلکالن نیز متحمل دگرسانی به سریسیت و کانیهای رسی شده اند. در داخل این بخش، عدسیهای کوچک گابرویی نیز وجود دارد. همچنین استوک کوچکی با ترکیب مونزوگرانیته بد داخل بخش مونزونیتی نفوذ کرده است.

علاوه بر توده نفوذی اردوباد و استوک های منشعب از آن، توده های نفوذی کوچک دیگری در زون ارسباران مشاهده می شوند که از مهمترین آنها می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- توده نفوذی سونگون با ترکیب کلی کوارتز مونزونیت که با توجه به عملیات های اکتشافی ۲۰ساله در حال حاضر بعنوان معدن مس پورفیری در زون ارسباران شناسایی شده است. این توده در واحدهای آهکی کرتاسه نفوذ و اسکارن های جالب توجهی را ایجاد نموده است. دایک های فراوانی آن را قطع نموده و انواع آلتراسیون ها در این توده قابل تشخیص است.
- توده گرانیته مزرعه که در آهک های کرتاسه نفوذ کرده و اسکارن های جالب توجهی با کانه سازی مس در آنها تولید کرده است.
- توده گرانیته خانباز و نقدوز که در واحدهای کرتاسه و ائوسن نفوذ کرده و آلتراسیون های گسترده در حاشیه توده (بخصوص روستای زایلیک) و آنومالی هایی از طلا و مس را ایجاد نموده است.

### ۲-۳-۵- سنگهای نئوژن

نهشته های مارنی و کنگلومرای نئوژن، در بخشهای از زون ارسباران رخنمون دارند. مارنهای مزبور برنگ قرمز، سبز و خاکستری بوده و دارای میان لایه های ماسه سنگی و شیل می باشد. بطور محلی، بخشهایی از این رخساره بصورت مارنهای الوان همراه با رگچه ها و لایه های گچ در بخش های شرق تا جنوب شرق روستای احمد آباد مشاهده می شود.

### ۲-۳-۶- واحدهای کواترنر

کواترنر در زون ارسباران با فعالیت های آتشفشانی (بخصوص آندزیت، تراکی آندزیت، تراکی بازالت و بازالت) و گندهای آتشفشانی اسیدی (بوژه در غرب زون ارسباران) مشاهده می شود. این سنگ های آتشفشانی در اکثر نقاط این زون بخصوص جنوب و جنوب غرب کلیبر (اطراف روستای مرز رود)، غرب اهر، شمال ورزقان (اطراف معدن سونگون) و... برونزد دارند. واحدهای رسوبی جوان بصورت نهشته های دشتهای آبرفتی جوان ( $Q^{t2}$ )، نهشته های دشتهای آبرفتی قدیمی ( $Q^{t1}$ ) و آبرفتهای رودخانه ای ( $Q^{al}$ ) می باشد.

### ۲-۳-۷- سنگهای دگرگونه

رخساره های دگرگونی زون ارسباران از دو نوع همبری و ناحیه ای می باشد. مجاورت توده های نفوذی با رخساره کربناته کرتاسه بالایی موجب تشکیل اسکارن و کانی سازی Cu و Fe در حاشیه باختری تا جنوب و جنوب خاور توده نفوذی اردوباد - مغری شده است. عرض زون اسکارنی کمتر از ۳۰۰ متر می باشد. از کانیهای شاخص اسکارنها می توان گارنت، پیروکسن و اپیدوت را نام برد. علاوه بر این همچنانکه قبلاً نیز اشاره شد، سنگهای دگرگونه ای با روند شمال باختری - جنوب خاوری در شمال زون ارسباران واقع شده اند که دگرگونی آنها در حد فیلیت تا شیست سبز می باشد. نفوذ توده های گرانیتوئیدی به داخل این مجموعه دگرگونه، موجب دگرگونی مجاورتی مجدد این سنگها و تبدیل آنها به آمفیبولیت شده است.

## ۲-۴- زمین شناسی محدوده اکتشافی

به منظور بررسی چگونگی ارتباط آثار و رخدادهای کانی سازی با پدیده های زمین شناسی (سنگ شناسی، تکتونیک و دگرسانی)، نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی با مقیاس تقریبی ۱:۲۵۰۰۰ و در وسعت حدود ۴۰ کیلومتر مربع تهیه گردید (پیوست). در این مرحله از عکسهای هوایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای استفاده شده است. با توجه به نقشه، واحدهای لیتولوژیکی تشکیل دهنده این منطقه از قدیم به جدید، واحدهای رسوبی و آتشفشانی کرتاسه و توده نفوذی اردوباد می باشند که می توان بصورت زیر آنها را توصیف نمود:

### ۲-۴-۱- واحد ماسه سنگی- آهکی کرتاسه (K<sup>sl</sup>)

کهن ترین واحد سنگی منطقه اکتشافی را مجموعه ای رسوبی تشکیل می دهند که منحصراً در شمال خاور محدوده رخنمون دارند. از نظر سنگ شناسی این واحد دارای رخساره های ماسه ای، آهک و مارن با میان لایه های آهکی نازک لایه به رنگ خاکستری تا سبز هستند که در خارج از محدوده اکتشافی سنگ های آتشفشانی ژوراسیک را می پوشاند. در محدوده اکتشافی این واحد توسط آهک های کرتاسه (K<sup>L</sup>) پوشیده می شود. این واحد با روند شمال غرب - جنوب شرق و با شیب ۴۸ الی ۵۵ درجه از شمال تا شرق روستای کوانق امتداد یافته است. در شکل (۲-۳) نمای عمومی این واحد در حاشیه رودخانه ارس مشاهده می شود.

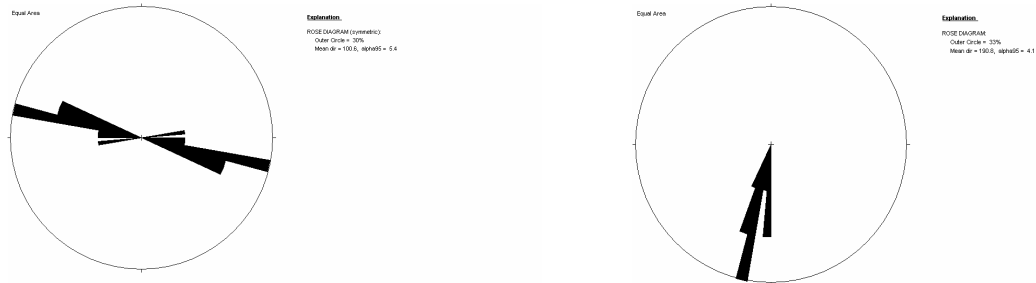


شکل شماره (۲-۳): نمای عمومی این واحد در حاشیه رودخانه ارس

#### ۲-۴-۲- واحد آهکی کرتاسه ( $K^1$ )

این مجموعه رسوبی در شمال و شمال خاور محدوده رخنمون داشته و از نظر سنگ شناسی شامل سنگ آهک ضخیم تا متوسط لایه سفید رنگ می باشد. آهک های کرتاسه در محدوده اکتشافی بر روی واحد ماسه-آهکی کرتاسه قرار گرفته و خود توسط یک راندگی بر روی واحدهای جوان تر از خود (واحد  $K^{st}$  و واحد  $K^v$ ) قرار گرفته است. این آهک ها در نزدیکی با توده نفوذی اردوباد ری کریستالیزه شده و در بسیاری نقاط محدوده اکتشافی، فاقد فسیل هستند. در نمونه های تهیه شده از این واحد (نمونه شماره ۹-۲ و MG-P-17) فسیل شاخص کرتاسه یافت نشد و فقط در نمونه MG-P-17 آثار فسیل گاستروپود مشاهده می شود. در نمونه های دیگر این واحد، فسیل اوریتولین با سن اشکوب آپسین-آلبین یافت شده است (گزارش نقشه ۱۰۰۰۰۰: اورزقان). این آهک در سطح زمین دارای نمای فرسایشی قابل توجه به صورت انحلالی می باشد. در شکل (۲-۴) رز دیاگرام امتداد عمومی و همچنین جهت

شیب این واحد با توجه به برداشت های تکتونیکی بعمل آمده مشاهده می شود. در شکل (۲-۵) نمای عمومی این واحد مشاهده می شود.



**شکل شماره (۲-۴):** رزدیاگرام امتداد عمومی (رز دیاگرام چپ) و همچنین جهت شیب (رز دیاگرام راست) واحد آهکی  $K^1$



**شکل شماره (۲-۵):** نمایی از آهک های کرتاسه و انحلال در آنها (تصویر چپ)



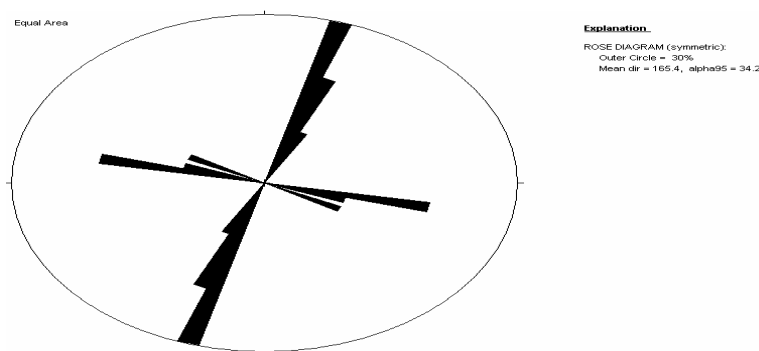
## ۲-۴-۳- واحد ماسه سنگی-توفی کرتاسه ( واحد $K^{st}$ )

این مجموعه آذر آواری در مرکز محدوده رخنمون داشته و از نظر سنگ شناسی شامل ماسه سنگ و ماسه سنگ های توفی شدیداً دگرسان شده می باشد. این واحد بصورت نواری رخنمون دارد که در مرز شمالی خود با یک گسل رانده توسط آهک های کرتاسه پوشیده می شود و در مرز جنوبی خود توسط واحد آتشفشانی کرتاسه مسطور می شود. تحت تاثیر مجاورت توده نفوذی منطقه، این واحد دگرگونی و دگرسانی جالب توجهی را متحمل شده است. تحت تاثیر دگرگونی ناحیه ای نمونه هایی از ماسه سنگ و توف به اسلیت تبدیل شده اند (نمونه های ۱-۲ و ۳۰-۲) مهمترین کانی های تشکیل دهنده این سنگ ها کوارتز (اغلب درشت تراز سایر کانی ها)، سریسیت، بیوتیت، موسکویت، کانی های نیمه شفاف، کلسیت، کانی های رسی و کلریت (ناچیز) می باشد. تحت تاثیر نفوذ توده گرانیتوئیدی اردوباد دگرسانی هایی در این واحد بوجود آمده است (نمونه ۲-۱۱) این نمونه شامل مجموعه درهمی از سریسیت، کلسیت، اپیدوت، کانی های رسی، زئولیت و کانی های تیره می باشد. در شکل (۲-۶) نمایی از این واحد سنگی مشاهده میشود.

مختصات لایه بندی این واحد شبیه به آهک های کرتاسه و بطور عمومی دارای مختصات N085E/30S می باشد. شکستگی های فراوانی در این واحد وجود دارد ولی دو دسته درز در آنها دارای اهمیت بیشتری هستند که در شکل (۲-۷) به آن اشاره شده است. این دو دسته درز یکی درزهای کششی در راستای استرس فشارشی منطقه که با توجه به شکل رز دیاگرام در جهت شمال شرق - جنوب غرب واقع شده است و دیگری درزهای فشارشی عمود بر استرس عمومی منطقه که در امتداد غرب به شرق واقع شده اند، می باشند.



شکل شماره (۲-۶): نمایی از واحد سنگی  $K^{st}$  در شرق روستای احمدآباد- دید به جنوب



شکل شماره (۲-۷): رزدياگرام امتداد شکستگی های موجود در واحد سنگی  $K^{st}$

## ۲-۴-۴- واحد آتشفشانی کرتاسه ( $K^V$ واحد)

این مجموعه آتشفشانی زیر دریایی بخش عظیمی از مرکز، غرب و جنوب محدوده اکتشافی را پوشانده و از نظر سنگ شناسی شامل گدازه های بازالتی، تراکی بازالتی، آندزی بازالتی، آندزیتی سالم و دگرسان شده همراه با لایه هایی از آهک در میان این سنگ های آتشفشانی می باشد که بیانگر تشکیل در محیط زیردریا است. با توجه به گستردگی این واحد در محدوده اکتشافی و آلتراسیون های متعدد در آن بیشتر نمونه های اخذ شده مربوط به این واحد می باشد. تحت تاثیر نفوذ توده گرانودیوریتی اردوباد به این واحد، دگرگونی و دگرسانی های بسیار قابل توجه در آنها ایجاد شده است که نمونه های بارز آن در باختر روستای احمدآباد و جنوب باختر تا شمال باختر روستای مردانقم مشاهده می شود که در بحث آلتراسیون به آن اشاره می شود در اشکال (۲-۸) الی (۲-۱۰) تصاویری از برونزد این واحد مشاهده می شود.

همانگونه که اشاره شد گدازه های زیر دریایی کرتاسه با لایه هایی از آهک و ماسه سنگ همراهی می شوند. در شرق روستای مردانقم با توجه به گسترش میان لایه های ماسه سنگ در مجاورت این گدازه ها، واحد  $K^{VS}$  از واحد  $K^V$  تفکیک شده است در غرب روستای مردانقم همراهی لایه های آهکی با این گدازه ها ما را بر آن داشته تا واحد  $K^{VI}$  را از واحد  $K^V$  تفکیک کنیم روند عمومی هر دو واحد شمال غرب جنوب شرق است. دگرسانی در آهک ها و ماسه سنگ ها نیز مشاهده می شود.



**شکل شماره (۸-۲):** نمایی از گدازه های کرتاسه در شمال غرب روستای احمدآباد ، دید به شمال شرق



**شکل شماره (۹-۲):** نمایی از گدازه های کرتاسه و لایه های آهکی درون آنها





**شکل شماره (۲-۱۰):** نمایی از گدازه های کرتاسه

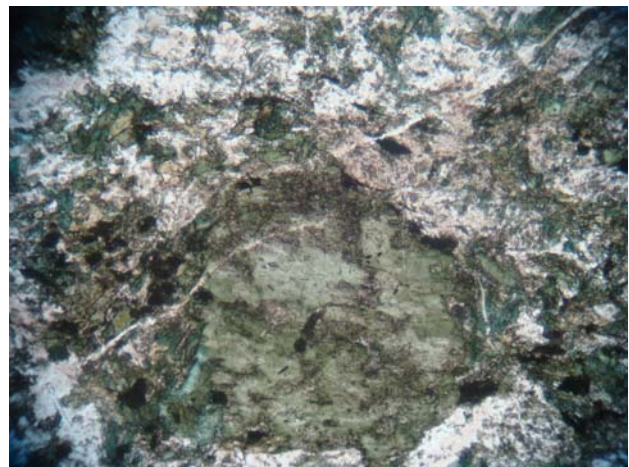
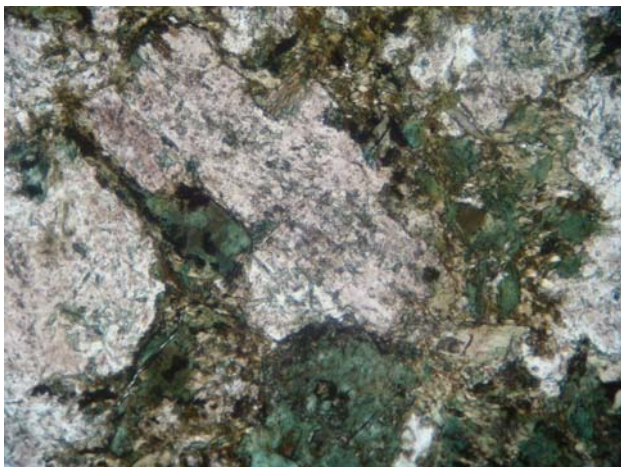
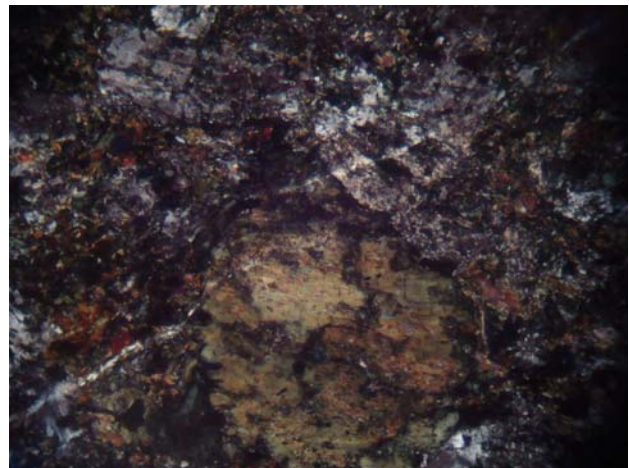
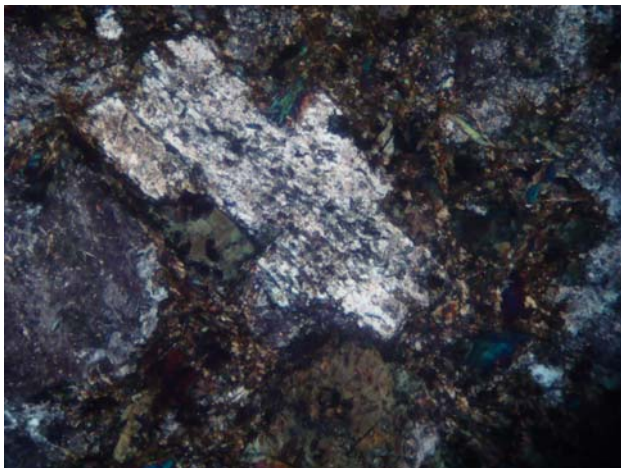
در مطالعات مقاطع نازک (مقاطع 1,5,6,7,8,10,13,18,19 MG-P-1 و ۲-۱۲) مهمترین کانی تشکیل دهنده این سنگ ها را پلاژیوکلاز تشکیل می دهد که بین ۵۰ تا ۷۵ صد سنگ را شامل می شود. دریک نمونه مربوط به آهک های درون این گدازه ها (نمونه MG-P-20) کلسیت های ری کریستالیزه تشکیل دهنده اصلی سنگ می باشند (پیوست گزارش-نتایج آنالیزها). در ذیل توصیف دو مقطع نازک این واحد ها آمده است:

#### توصیف میکروسکوپی مقطع MG-P-1

نمونه سنگ آذرین ریز بلور و بشدت آلتره بوده و دارای بافت پورفیری با درشت بلورهایی از پلاژیوکلاز و پیروکسن می باشد. دگرسانی شدید و کانی های ثانویه ناشی از آلتراسیون پلاژیوکلازها و پیروکسن ها بیشتر کلسیت، کلریت و سرسیت می باشد.

کانی های تشکیل دهنده سنگ به ترتیب فراوانی شامل پلاژیوکلازها بصورت میکروولیت و درشت بلور (تا ۷۰ درصد)، پیروکسن (۱۰-۱۵ درصد)، هورنبلند (۵-۸ درصد) و کانی های اوپاک (۴-۶ درصد) سنگ می باشد.

پلاژیوکلازها شکل دار تا نیمه شکل دار و بصورت درشت بلورهای تک و میکروولیت (در زمینه سنگ) مشاهده می شود اما بر اثر دگرسانی در بیشتر نقاط فقط قالب آنها باقی مانده است. پیروکسن ها نیز بصورت درشت بلورهای تک و میکروولیت (در زمینه سنگ) مشاهده می شود و مانند پلاژیوکلازها به کلریت، کلسیت و هورنبلند تبدیل شده اند.  
نام سنگ: آندزی بازالت بشدت دگرسان شده

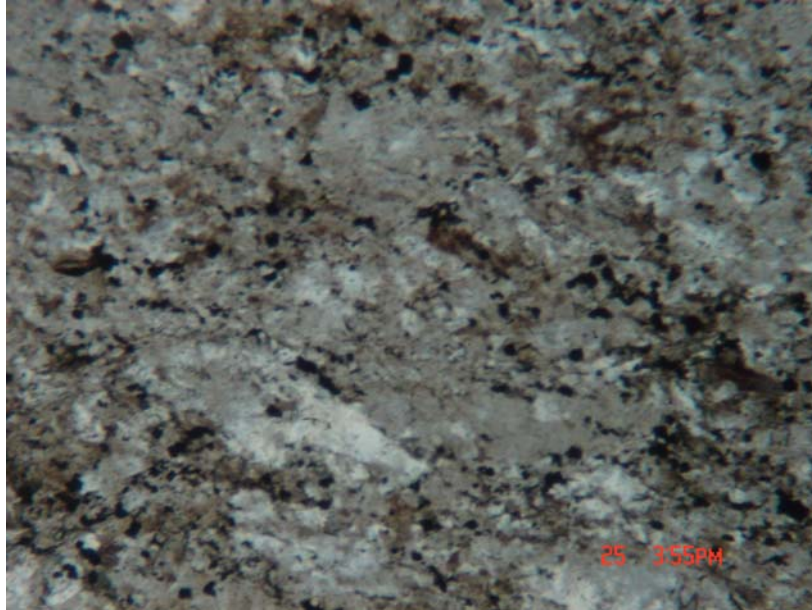


**شکل شماره (۲-۱۱):** تصاویر میکروسکوپی از پلاژیوکلازها و پیروکسن های آلتره در گدازه های آندزیتی کرتاسه (X10) اشکال بالا در نور پلاریزه و اشکال پایین در نور طبیعی



### توصیف میکروسکوپی مقطع MG-P-20

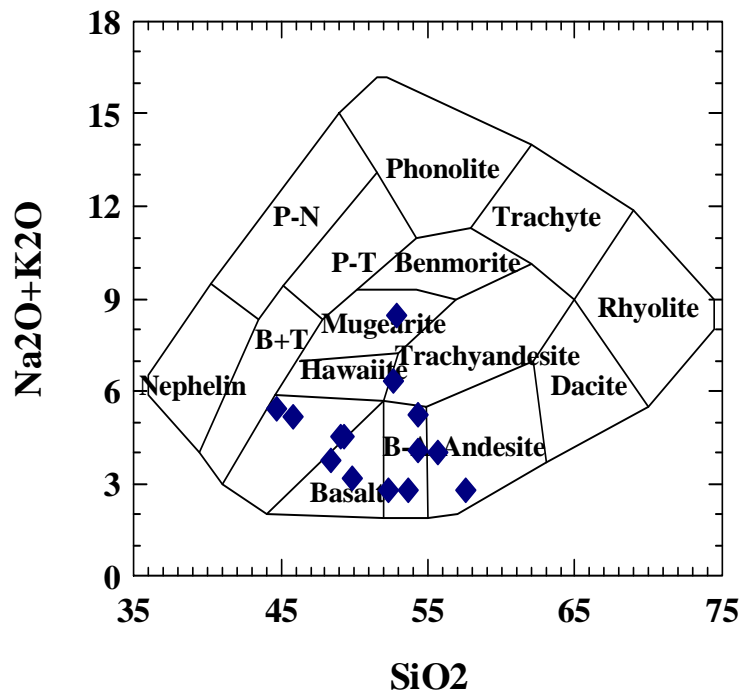
نمونه مربوط به یک سنگ آهکی ری کریستالیزه و دارای رگچه های اکسید آهن می باشد که دارای یک جهت یافتگی مشخص است.  
 نام سنگ: سنگ آهک جهت یافته (مرمر)



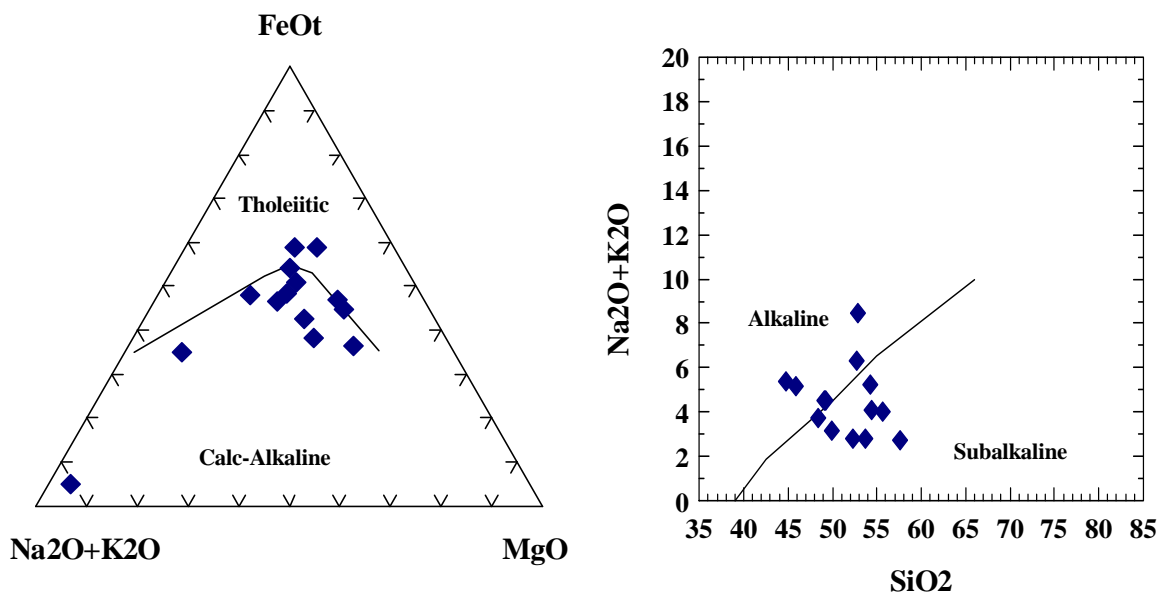
**شکل شماره (۲-۱۲):** تصویر میکروسکوپی از آهک های میان لایه ای کرتاسه -  
 (X10) نور پلاریزه

جهت مطالعات ژئوشیمیایی این واحد ۱۴ نمونه از نقاط مختلف تهیه و مورد آنالیز XRF قرار گرفت که نتایج آن در پیوست گزارش موجود است. براساس تقسیم بندی کاکس و همکاران (۱۹۷۹) این سنگ ها در محدوده بازالت، آندزی بازالت، تراکی آندزیت و آندزیت قرار می گیرند. از طرفی بر اساس نمودارهای اروین و باراگار (۱۹۷۱) این نمونه ها در محدوده کالک آلکان و آلکان قرار می گیرند (اشکال ۲-۱۳ الی ۲-۱۴).





شکل شماره (۲-۱۳): موقعیت نمونه های آتشفشانی کرتاسه در نمودار طبقه بندی سنگ های آتشفشانی کاکس و همکاران (۱۹۷۹)



شکل شماره (۲-۱۴): موقعیت نمونه های آتشفشانی کرتاسه در نمودار سری های آتشفشانی اروین و باراگار (۱۹۷۱)

## ۲-۴-۵- توده نفوذی اردوباد

این مجموعه شامل یک باتولیت بزرگ می باشد که بخش کوچکی از آن در باختر و جنوب باختر محدوده اکتشافی قرار دارد و از نظر سنگ شناسی شامل سه بخش در محدوده اکتشافی است که عبارتند از:

۱- توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت (gd)

۲- توده نفوذی با ترکیب دیوریت و کوارتز دیوریت (di)

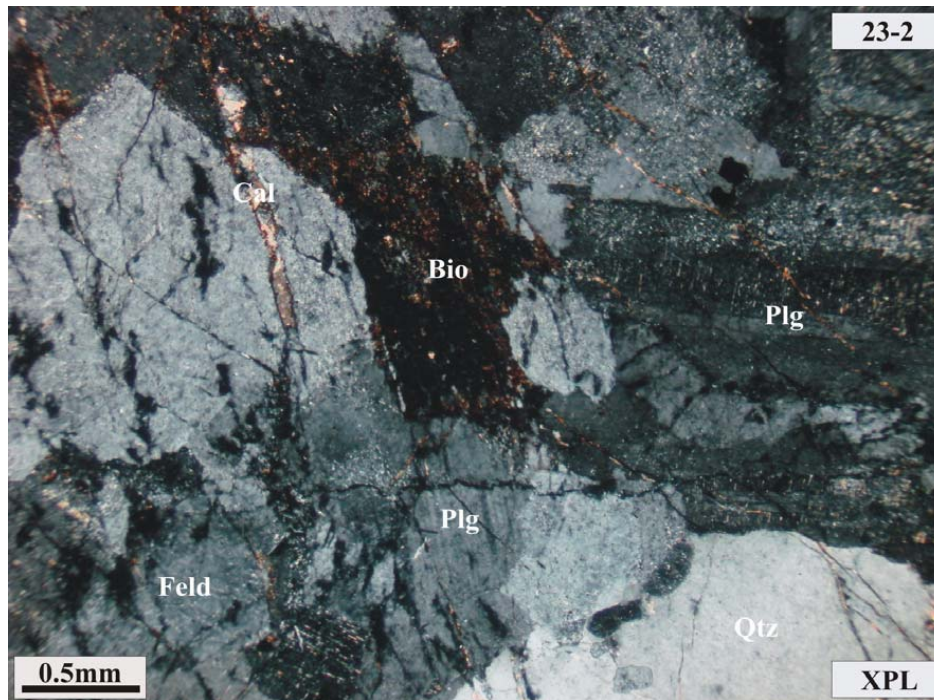
۳- حاشیه میکرو گابرویی توده (gb)

### ۱- واحد gd

این فاز از توده بخش کوچکی را شمال روستای اولی شامل می شود و از نظر سنگ دارای ترکیب گرانودیوریت می باشد این سنگها دارای بافت گرانولار بوده و کانیهای اصلی متشکله آنها شامل پلاژیو کلاز، آلکالی فلدسپار، کوارتز، آمفیبول و بیوتیت می باشد. کانیهای اوپاک، اسفن، پیروکسن، آپاتیت و زیرکن نیز بعنوان کانیهای فرعی حضور دارند (مقاطع نازک MG-P-2,12,16 و ۲-۲۳).

پلاژیو کلاز فراوان ترین کانی اصلی بوده و ترکیب آنها در حد آندزین - اولیگو کلاز است. حاوی ماکل پلی سنتتیک، کارلسباد و توأم این دو بوده، تعدادی از آنها منطقه بندی دارند. در بخشهای مختلف، بدرجات متغیری سریستی شده اند. در برخی نقاط، دگرسانی به اپیدوت نیز دیده می شود. آلکالی فلدسپار فراوانی کمتری از پلاژیو کلاز دارد. از نوع ارتوز بوده و بصورت بلورهای نیمه شکلدار تا بی شکل مشاهده می شوند. کوارتز بصورت بلورهای بی شکل در فضای بین دیگر کانیها حضور دارد. هورنبلند فراوانترین کانی مافیک در اکثر نمونه ها بوده و فقط در برخی قسمتها،

محتوای بیوتیت بیشتر از هورنبلند است. در داخل برخی از آنها، بقایای پیروکسن در حال فروپاشی قابل مشاهده است. تعدادی از هورنبلندها حاوی ادخالهایی از دیگر کانیها نظیر پلاژیوکلاز، پیروکسن و اوپاک می باشند که بیانگر ترتیب تبلور کانیهای مهمان و میزبان است. آمفیبولهای ثانویه عبارت از هورنبلندهای برگشتی، اکتینولیت حاصل از دگرسانی پسرورنده هورنبلند و اورالیت حاصل از پیروکسن هستند. بیوتیت در برخی نقاط از فراوانی بالایی برخوردار بوده و بدرجات متفاوتی متحمل کلریتی شدن و اپیدوتی شدن شده است. در برخی نقاط، رخیهای بلورهای بیوتیت انحنا پیدا کرده اند. در برخی نمونه ها، بیوتیت های کوچک شکلدار در مقادیر زیاد حضور دارد که ثانویه بوده و حاصل عملکرد سیالات گرمابی در امتداد شکستگیها است. کانیهای اوپاک هم بصورت اولیه ماگمایی و هم حاصل از فروپاشی کانیهای مافیک دیده می شود. کانیهای اوپاک اولیه همراهی نزدیکی با اسفن دارند. اپیدوت عموماً از دگرسانی بیوتیتها حاصل شده است. از دگرسانی پلاژیوکلازها و آمفیبول نیز مقادیر محدودی اپیدوت در برخی نقاط تشکیل شده است. این توده دارای آنکلاوهایی با ترکیب مافیک تر از توده (در حد دیوریت) می باشند. در شکل (۲-۱۵) یک نمای میکروسکوپی این واحد مشاهده می شود.

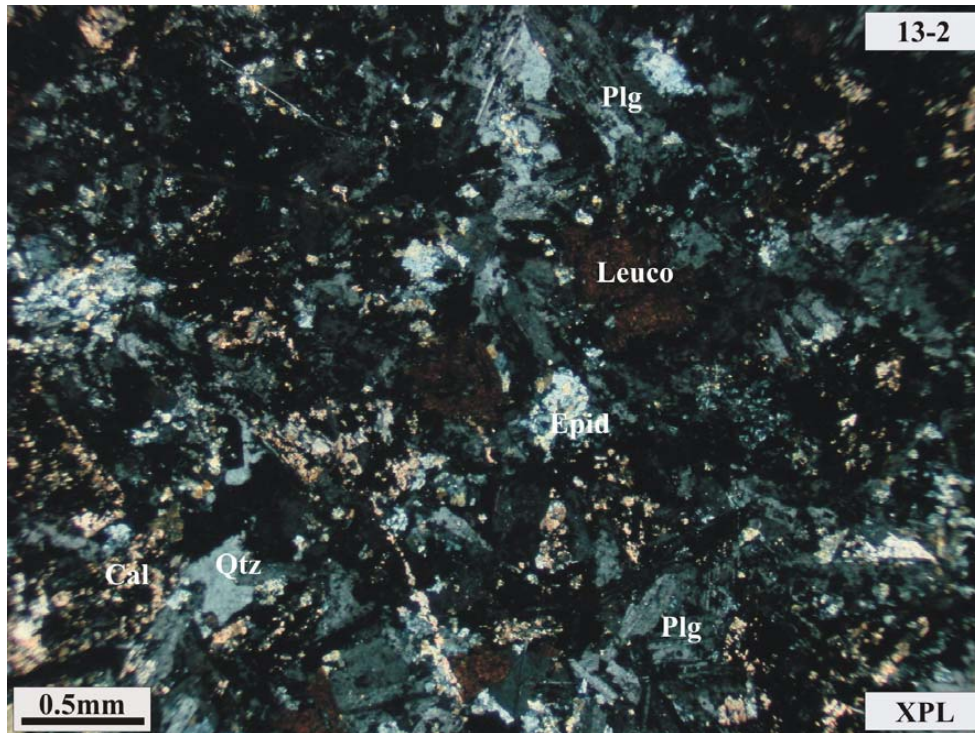


**شکل شماره (۲-۱۵): تصویر میکروسکوپی گرانودیوریت های محدوده اکتشافی**

## ۲- واحد d

این واحد به صورت نواری در حاشیه شرقی توده گرانودیوریتی با ترکیب دیوریت تا میکروکوآرتز دیوریت در مرکز و شمال روستای اولی و همچنین جنوب روستای احمدآباد مشاهده می شود. این سنگها دارای بافت هتروگرانولار بوده و کانیهای اصلی آنها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن، کوآرتز، بیوتیت و آلکالی فلدسپار می باشد که به شدت دگرسان شده اند. کانیهای اوپاک، اسفن و آپاتیت نیز کانیهای فرعی هستند.

پلاژیوکلاز فراوانترین کانی اصلی بوده و ترکیب آنها در آندزین-اولیگوکلاز است. بدرجات متفاوتی سریسیتی و اپیدوتی شده اند. آمفیبولها شامل هورنبلندهای سبز اولیه و ترمولیت-اکتینولیت و اورالیت ثانویه حاصل از دگرسانی پیروکسنها می باشند. در شکل (۲-۱۶) یک نمای میکروسکوپی این واحد مشاهده می شود.



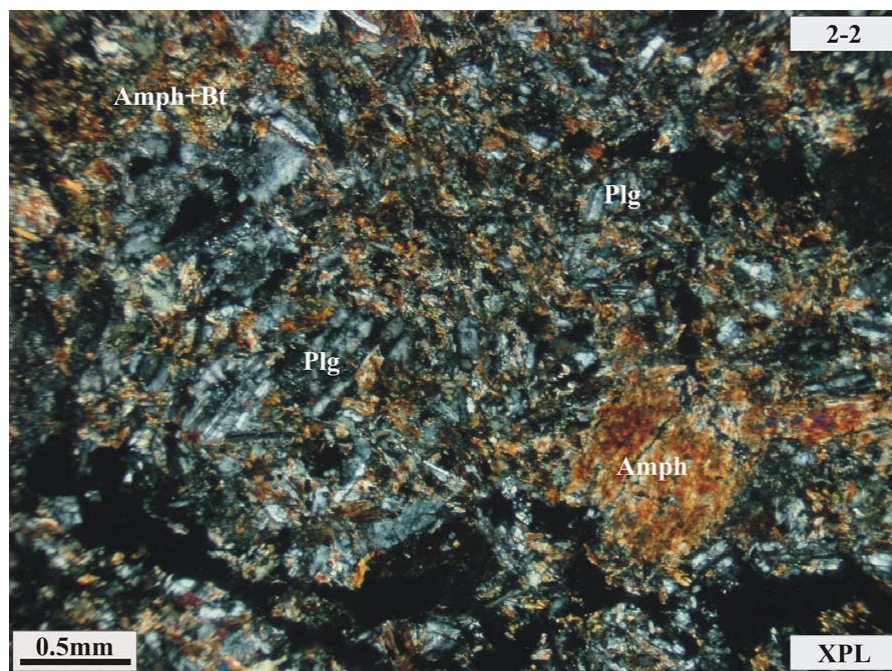
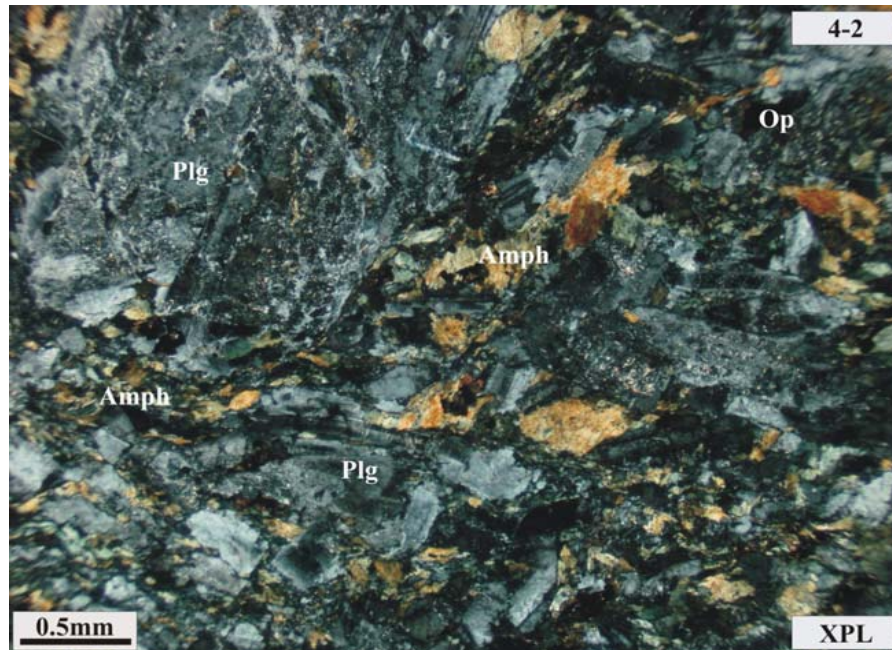
شکل شماره (۲-۱۶): تصویر میکروسکوپی دیوریت های محدوده اکتشافی

## واحد gb

این واحدمیکرو گابرویی بصورت نواری در حد فاصل بین توده دیوریتی و گدازه های کرتاسه قرار دارد و در اصل محل کنتاکت توده و سنگ میزبان می باشد لذا در این بخش دگرسانی و دگرگونی قابل توجهی مشاهده می شود بطوری که تقریباً تمام مقاطع مطالعه شده این واحد (مقاطع MG-P-3,14,15، ۲-۲، ۲-۲، ۴-۲ و ۷-۲) دارای پسوند متا و یا پیشوند آلتره هستند. این بخش از توده با توجه به قرار گیری در بخش حاشیه ای توده ریز دانه است. گسترش این واحد در مسیر روستاهای اولی - احمدآباد کاملاً قابل شناسایی است.

در مطالعه مقاطع نازک پلاژیوکلاز با بلورهای ریز تا درشت با ماکل آلیتی، آلیتی - کارلزاباد و همچنین بافت منطقه ای تشکیل دهنده اصلی بخش فلسیک سنگ می باشد. پلاژیوکلازها دارای شدت آلتراسیون متفاوت بوده و از بلورهای سالم تا کاملاً "سریستی شده مشاهده می شوند. مهمترین کانی های مافیک سنگ، آمفیبول و پیروکسن می باشند. در شکل (۲-۱۷) دو نمای میکروسکوپی این واحد مشاهده می شود.



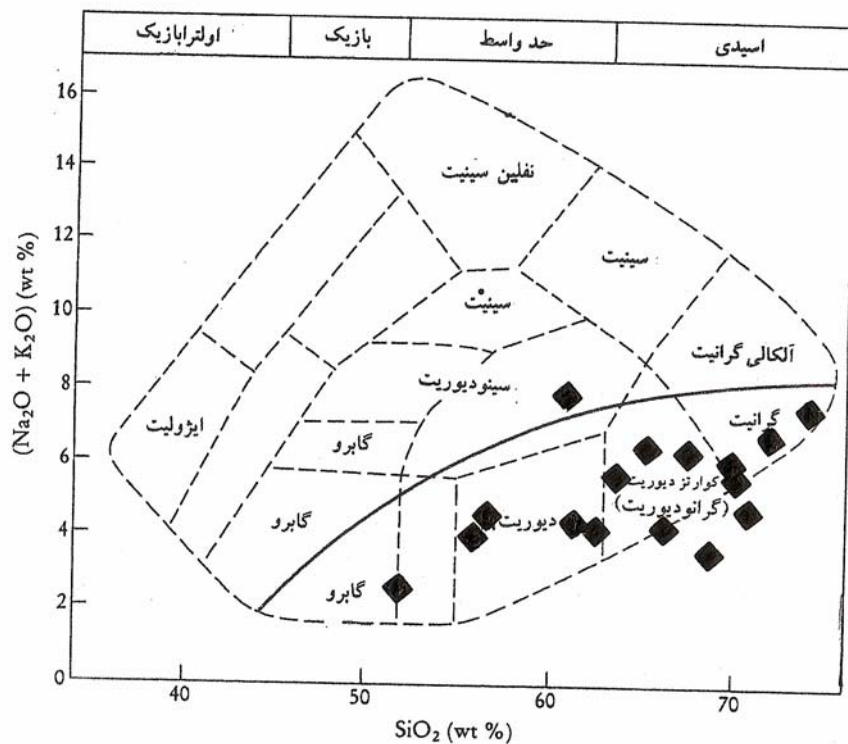


شکل شماره (۲-۱۷): تصویر میکروسکوپی دیوریت گابروهای

محدوده اکتشافی

### – ترکیب شیمیایی توده اردوباد در محدوده اکتشافی

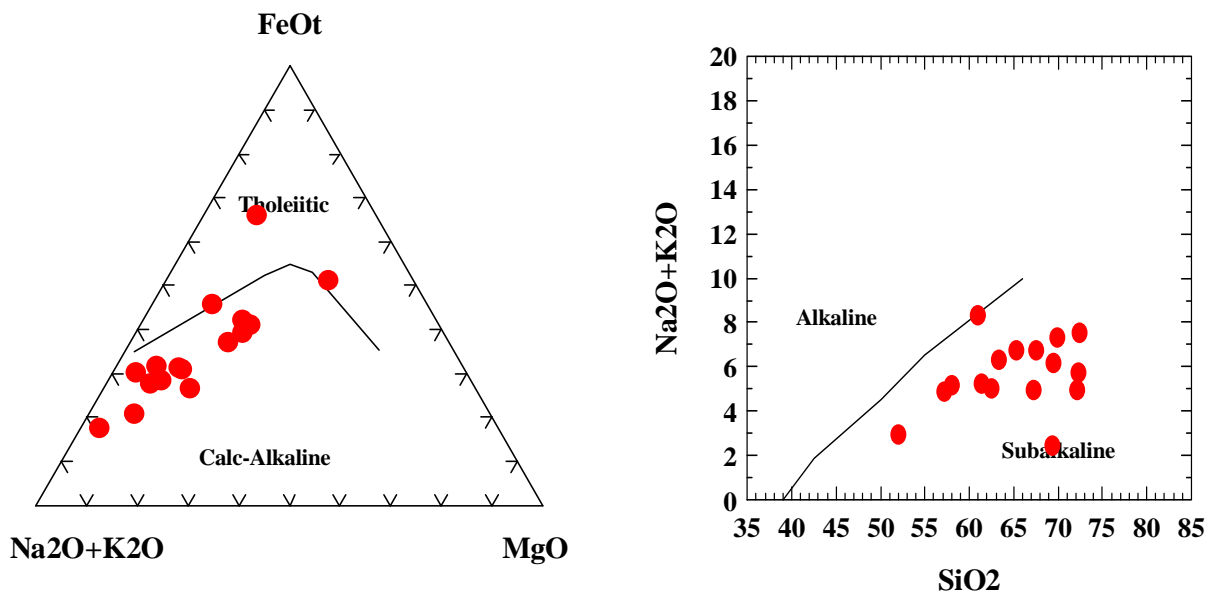
جهت مطالعات ژئوشیمیایی توده گرانیتوئیدی اردوباد ۱۶ نمونه از نقاط مختلف تهیه و مورد آنالیز XRF قرار گرفت که نتایج آن در پیوست گزارش موجود است. براساس تقسیم بندی کاکس و همکاران (۱۹۷۹) که توسط ویلسون (۱۹۸۹) برای سنگ های نفوذی تعمیم داده شده است سنگ های توده در محدوده گرانیت ، گرانودیوریت ، دیوریت و یک نمونه در محدوده گابرو قرار می گیرند. از طرفی بر اساس نمودارهای اروین و باراکار (۱۹۷۱) این نمونه ها در محدوده کالک آلکالن و ساب آلکالن قرار می گیرند (اشکال ۲-۱۸ الی ۲-۱۹).



شکل شماره (۲-۱۸): موقعیت نمونه های توده اردوباد در نمودار طبقه بندی

سنگ های نفوذی ویلسون (۱۹۸۹)





**شکل شماره (۲-۱۹):** موقعیت نمونه های توده اردوباد در نمودار سری های آذرین

اروین و باراگار (۱۹۷۱)

در اشکال (۲-۲۰) الی (۲-۲۲) نماهایی از توده گرانیتوئیدی اردوباد مشاهده می شود



**شکل شماره (۲-۲۰):** نمایی از روستای احمدآباد و گسترش توده در جنوب روستا.

روستا بر روی واحد دگرسان شده آتشفشانی کرتاسه قرار دارد- دید به غرب

مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان



**شکل شماره (۲-۲۱):** نمایی از توده آلتیه در شمال روستای اولی

دید به شمال غرب



**شکل شماره (۲-۲۲):** نمایی از آنکلاوهای موجود در توده

## ۲-۴- زمین ساخت و تکتونیک کلی منطقه

محدوده اکتشافی از دیدگاه زمین ساختی بخشی از فلات آذربایجان است که خود در پیوند با کوهزاد آلپ- هیمالیا است. کوهزایی پویا در این گستره به گونه کوتاه شدگی و ستبر شدگی پوسته به سبب فرایندهای نفوذ ماگما، خروج گدازه و انباشته شدن ورقه های پوسته بر روی هم در اثر گسلش راندگی انجام شده و امروزه نیز به گونه ای فزاینده و پویا ادامه دارد.

در محدوده اکتشافی مهمترین گسل ها دارای امتداد شمال غرب- جنوب شرق تا شرقی- غربی بوده و از نوع راندگی می باشند. این سیستم گسلش باعث شده تا واحدهای قدیمی کرتاسه بر روی واحدهای جوان تر از خود (شکل ۲-۲۳) خزیده و استرس کلی منطقه را که دارای راستایی شمال شرق - جنوب غرب می باشد را تعدیل نماید. سیستم درزهای منطقه نیز همانگونه که در شکل (۲-۷) ملاحظه شد در جهت این راستا می باشد.

علاوه بر این گسل ها، تعدادی گسل با روند عمومی شمال- جنوب و شمال شرق- جنوب غرب وجود دارند که در واحدهای مختلف مشاهده می شوند. نمونه ای از این گسل ها، گسل جنوب مردانقم است که به نظر دارای حرکتی امتداد لغز می باشد. در شکل (۲-۲۴) نمایی نزدیک از این شکستگی مشاهده می شود.





**شکل شماره (۲-۲۱):** رانش آهک های کرتاسه بر روی واحد آتشفشانی کرتاسه  
در شمال شرق روستای احمدآباد. دید به شمال



**شکل شماره (۲-۲۲):** نمایی نزدیک از گسلش در جنوب روستای مردانقم.  
دید به شمال

## بخش سوم : مطالعات دور سنجی

### مقدمه

سنجش از دور عبارتست از مطالعه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پدیده های زمینی و جوی از طریق ویژگیهای امواج الکترومغناطیسی بازتابی یا منتشر شده از آنها ، بدون تماس مستقیم با پدیده های مذکور. به بیانی ساده تر سنجش از دور را می توان تکنولوژی کسب اطلاعات و تصویربرداری از زمین با استفاده از تجهیزات هوانوردی مثل هواپیما، بالن و یا تجهیزات فضایی مثل ماهواره نامید. در سنجش از دور انتقال اطلاعات توسط تشعشعات الکترومغناطیسی (EMR) که منبع اصلی آن خورشید است صورت می گیرد.

تاریخچه سنجش از دور با عکسهای هوایی آغاز شد و امروزه با پرتاب ماهواره ها و استفاده از جاروبگرهای چندطیفی دریچه جدیدی برای پردازش تصاویر و نهایتاً تعبیر و تفسیر آنها به روی بشر گشوده شد.

از جمله مزیت های اطلاعات ماهواره ای ، تصویربرداری در نواحی مختلف طیف الکترومغناطیسی از مرئی تا مادون قرمز، داشتن دید وسیع جهت مطالعه پدیده های بزرگ مقیاس، تکرار زمانی و قدرت تفکیک زمینی متنوع و متناسب با اهداف مطالعاتی مورد نظر، تصویربرداری از نواحی صعب العبور و پوشش تکراری آنها از نواحی معین با فاصله زمانی مشخص می باشد.

کاربرد تصاویر ماهواره ای در فعالیت های زمین شناسی و معدن برای زمین شناسان حائز اهمیت است.

با استفاده از اطلاعات و تصاویر ماهواره ای می توان مرزهای بسیاری از سازندهای زمین شناسی را از یکدیگر تفکیک کرد، گسله ها را مورد مطالعه قرار داد و نقشه های

گوناگون زمین شناسی را تهیه نمود. از جمله نقشه های زمین شناسی که با استفاده از اطلاعات و تصاویر ماهواره ای می توان تهیه کرد نقشه گسله ها، شکستگی ها، نقشه سازندهای سنگی مختلف، نقشه آلتراسیونها و ... است.

استفاده از تصاویر ماهواره ای و تکنیک های دورسنجی، بعلاوه دید فرا منطقه ای (نسبت به عکسهای هوایی) اکتشاف مقدماتی یک محدوده وسیع را، با دقت و سرعت بالا و هزینه کم میسر میسازد و امکان تعیین همبستگی بین عوارض مختلف زمین شناسی ناحیه و همچنین نحوه ارتباط آنها را با عوامل کنترل کننده کانی زایی فراهم می سازد.

مطالعه تصاویر ماهواره ای یک منطقه قبل از شروع کار صحرایی بدلائل ذیل در اجرای عملیات اکتشافی بسیار مفید و ارزشمند است.

- توجه خاص به مناطقی که مطالعه جزئیات روی زمین در آنها با کنترل زمینی دارای اهمیت بیشتری است .

- مطالعه تصاویر ماهواره ای، سبب آشنائی فرد با جغرافیای ناحیه شده و میتواند در انتخاب محل و مسیرهای پیمایش و... کمک شایانی نماید.

- مطالعه و پردازش داده های ماهواره ای در تشخیص عوارضی نظیر نوع سنگ، کتاکتها، ساختارهای خطی و حلقوی، آلتراسیونها و غیره امکانات زیادی را در اختیار زمین شناس قرار می دهد تشخیص این عوارض میتواند بطور مستقیم یا غیرمستقیم در اکتشاف منطقه ای ذخایر معدنی مثمر تر واقع شود.

- ماهیت رقومی تصاویر ماهواره ای اعمال برخی روشهای ریاضی و تکنیکهای پردازش ویژه را امکان پذیر میسازد. با استفاده از تکنیک های پردازش تصاویر ماهواره ای (Image Processing) میتوان عوارض تصویر را واضح، ودقت و کارائی آنها افزایش داد.

دراکتشاف ذخایر معدنی از روشهای مختلف آشکار سازی برای تفکیک و تشخیص شواهد کنترل کننده کانی سازی ( تیپ سنگ شناسی ، ساختارهای زمین شناسی و آلتراسیون ) استفاده میگردد.

اولین ماهواره بدون سرنشین که به منظور مطالعات منابع طبیعی و زمین شناسی در سال ۱۹۷۲ توسط سازمان ناسا به فضا پرتاب شد، ماهواره Land sat بود که سنجنده جاروبگر چند طیفی (Multi spectral scanner) MSS بر روی آن نصب بود و در چهار باند الکترومغناطیسی در نواحی مرئی و مادون قرمز با قدرت تفکیک مکانی ۸۰ متر تصویر برداری می کرد و برای زمین شناسان و کارشناسان اکتشاف معدنی یک تحول و موفقیت قابل ملاحظه به حساب می آمد. ظهور سنجنده نقشه بردار موضوعی TM (Thematic Mapper) که از Land sat 4 شروع به کار نمود با دارا بودن هفت باند طیفی و تفکیک زمینی بهتر، امکان تعیین و تشخیص مستقیم کانی های رسی و کربناتها را امکانپذیر ساخت.

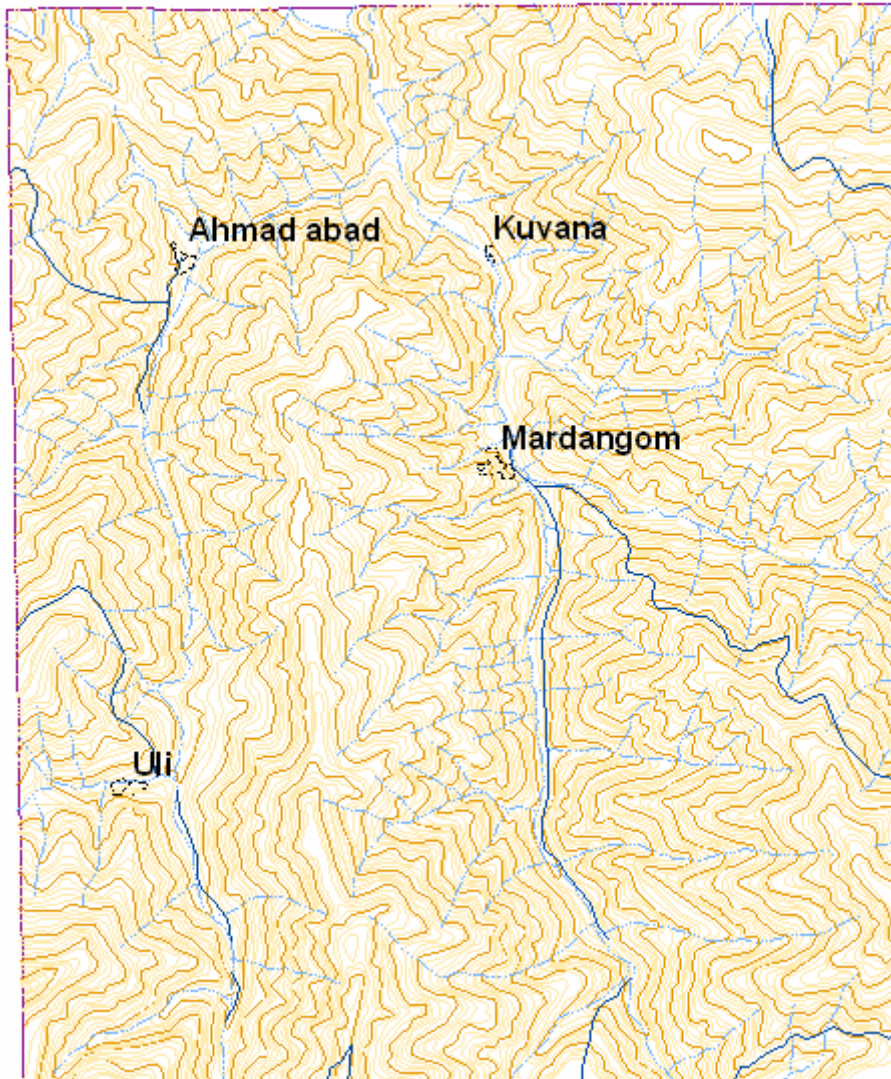
سنجنده Aster که بر روی ماهواره Terra نصب گردیده است دارای ۱۴ باند اطلاعاتی بوده که در سال ۱۹۹۹ توسط امریکا و ژاپن در مدار زمین قرار گرفت. تصاویر این سنجنده با دارا بودن قدرت تفکیک مکانی و طیفی نسبتاً مناسب، تأثیرات چشمگیری بر مطالعات زمین شناسی و اکتشافی گذاشته است، سنجنده مذکور با دارا بودن قدرت تفکیک طیفی نسبتاً مناسب در محدوده مادون قرمز انعکاسی که اکثر کانی ها در آن دارای نمودار جذب طیفی هستند امکان تفکیک انواع آلتراسیونها را فراهم کرده است، علاوه بر آن این سنجنده با دارا بودن پنج باند طیفی در محدوده مادون قرمز حرارتی تنها سنجنده Multi thermal به حساب می آید و از طریق آن امکان تفکیک واحدهای سنگی امکان پذیر می باشد.

مطالعات دور سنجی بصور کلی شامل مراحل زیر می باشد.

### ۳-۱- پیش پردازش داده ها

#### ۳-۱-۱- آماده سازی نقشه های توپوگرافی منطقه

بعلت فقدان نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰: بعداز رقومی شدن وبعد از انجام بزرگنمایی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تبدیل گردید.



شکل شماره (۳-۱): نقشه توپوگرافی رقومی محدوده



### ۳-۱-۲- آماده سازی تصاویر ماهواره ای

باندهای سنجنده استر با توجه به طول موج و کاربرد آنها به سه محدوده تقسیم می شوند.

محدوده VNIR شامل باندهای ۱ و ۲ و ۳ با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر

محدوده SWIR شامل باندهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر

محدوده TIR شامل باندهای ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ با قدرت تفکیک مکانی ۹۰ متر که به باندهای حرارتی معروف هستند.

برای منطقه مورد مطالعه تصویر ماهواره ای فریم ASTER1B\_260701\_385 سنجنده استر مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۳-۱-۳- تصحیحات

قبل از هرگونه عملیات پردازش، تعبیر و تفسیر و آشکارسازی به منظور قابل فهم تر شدن در طبقه بندی اطلاعات، تعبیر و تفسیر و آشکارسازی می بایست دونوع تصحیح بر روی تصاویر ماهواره ای اعمال گردد.

### ۳-۱-۴- تصحیحات رادیومتری (اتمفری)

انرژی الکترومغناطیسی در مسیر حرکت از منبع نور (خورشید) به سمت زمین و در بازگشت از پدیده های زمینی به سمت ماهواره و ثبت رقومی توسط سنجنده تحت تأثیر عواملی دچار تغییر می شوند و این عوامل موجب می شوند که انرژی ثبت شده از پدیده ها توسط سنجنده با مقدار واقعی آن تفاوت قابل ملاحظه ای داشته باشد. بطور کلی خطاهایی که در تصاویر ماهواره ای ایجاد می شوند به دو دسته بنام خطای

سنجنده و خطای اتمسفریک تقسیم می شوند. خطای سنجنده بدو دسته بشرح زیر می باشند :

الف) Miss line: این خطا زمانی در تصاویر دیده می شود که بنا به عللی یکی از آشکارسازهای سنجنده کار نکند و بنابراین برخی از سطرها و یا ستونهای تصاویر بدون اطلاعات می باشند و بنابراین برای رفع خطای مذکور از سطرها و یا ستونهای همسایه و یا حتی از سطرها و یا ستونهای معدل باندهای مجاور استفاده می شود.

### ب) Stripping

این نوع خطا بخاطر عملکرد ناهماهنگ آشکارسازها بوده و بصورت خطوطی در تصاویر دیده می شود.

از آنجائیکه در تصاویر مورد استفاده هیچ کدام از خطاهای مورد اشاره دیده نشد، بنابراین از روشهای حذف خطاهای مذکور نیز استفاده نگردید.

در مورد خطاهای اتمسفریک از آنجائیکه حذف کامل خطای رادیومتریکی و ایجاد یک تصویر دقیق (Reflectance) مستلزم در اختیار داشتن پارامترهای محیطی و جوی زیادی است و این اطلاعات در اختیار نبودند، لذا از روشهای تصحیح رادیومتریکی شبه Reflectance (Pseudo reflectance) استفاده شد و این روش بنام  $\log \text{Residual}$  می باشد. در این روش با کمک پارامترهای آماری مانند میانگین طیفی و هندسی تصویر خام به تصویر تصحیح شده تبدیل می شود. تصویر ماهواره ای منطقه بدین شکل تصحیح رادیومتریکی گردید.

### ۳-۱-۵- تصحیحات هندسی

در حین تصویر برداری عوامل متعددی مانند ناهمواریها، چرخش زمین، انحنای زمین، اثرپانورامیک و عدم ثبات ماهواره موجب می شوند تا موقعیت هندسی پدیده ها

دچار جابجایی شده و در موقعیت واقعیشان قرار نگیرند. تصحیح هندسی با دو روش دو بعدی و سه بعدی صورت می گیرد. در روش دو بعدی که معمولاً برای نواحی با توپوگرافی ملایم استفاده می شود فقط از مولفه های طول و عرض جغرافیایی یا مختصات  $X, Y$  در سیستمهای متریک استفاده می شود و پارامتر ارتفاع مورد استفاده قرار نمی گیرد، در حالیکه در تصحیح سه بعدی که معمولاً برای نواحی با توپوگرافی خشن استفاده می شود، از مولفه ارتفاع نیز استفاده شده و تا حدود زیادی اثر جابجائیهای ناشی از ارتفاع نیز برطرف می شود. برای منطقه ی مورد مطالعه نیز تصحیحات سه بعدی اعمال گردید.

### ۳-۱-۶- ارتقاء حد قدرت تفکیک زمینی (Fusion)

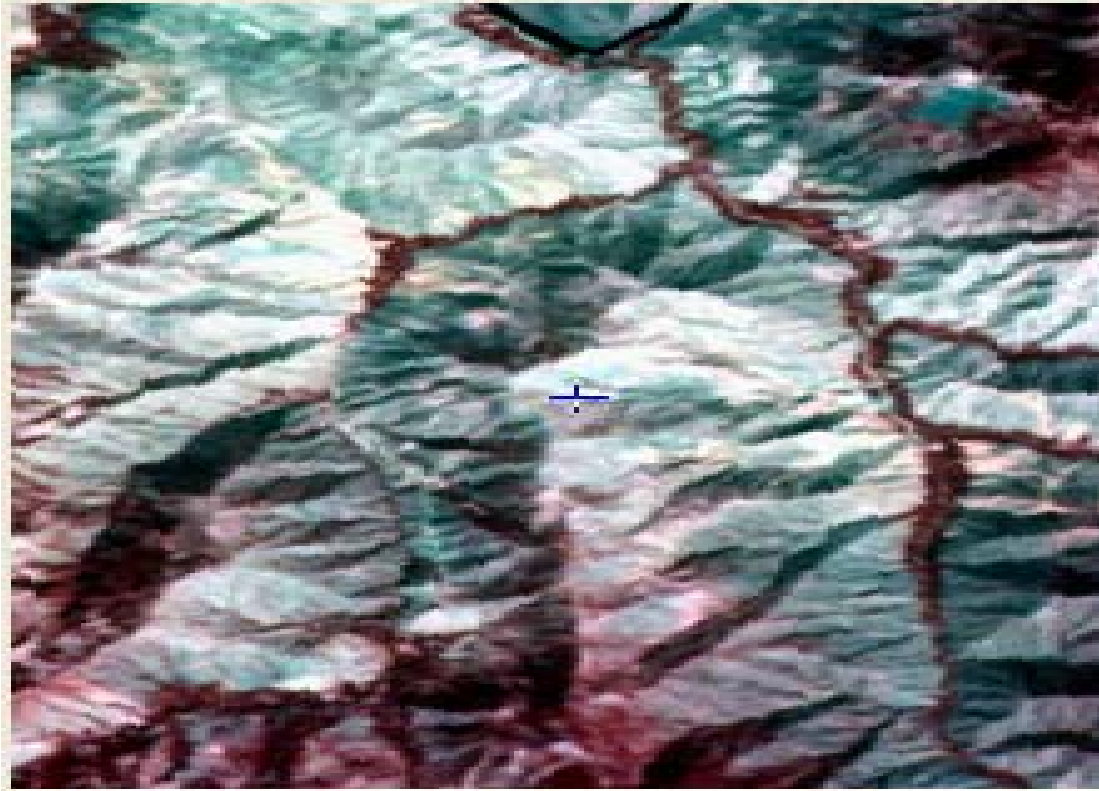
علاوه بر موارد ذکر شده برای تفسیر بهتر تصاویر ماهواره ای و ارتقاء دقت مکانی آنها، با استفاده از الگوریتم های مختلف، تصاویر با دقت مکانی مختلف با یکدیگر ترکیب می شوند. معمولاً در این فرایند تصویر پانکروماتیک با دقت مکانی بالا با تصاویر چند طیفی با دقت پائین تر با یکدیگر ترکیب می شوند، نتیجه این می شود که تصاویر چند طیفی از حیث دقت مکانی تقریباً شبیه تصویر با دقت مکانی بالا می شوند و از حیث طیفی نیز ویژگیهای طیفی خویش را حفظ می نمایند. در این پروژه باند پانکروماتیک سنجنده IRS با قدرت تفکیک ۵ متر با تصاویر مرئی و مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز حرارتی ترکیب (fused) شدند و در پایان ۱۴ باند با قدرت تفکیک مکانی ۵ متر حاصل گردید. روش مورد استفاده در ترکیب داده های مورد بحث روش تحلیل مولفه های اصلی بود با این توضیح که ابتدا باندهای چند طیفی با کمک تحلیل PCA به فضای جدیدی تبدیل شده و در مرحله بعد باند پانکروماتیک جایگزین مؤلفه اول شد سپس عملیات عکس PCA صورت گرفت و بدین صورت

عملیات Fusion انجام شد. نکته قابل توجه اینست که از آنجائیکه تصاویر panchromatic منطقه دارای نویز بودند و اگر با این وضعیت با تصاویر چند طیفی ترکیب می شدند، نویزهای موجود وارد تصاویر حاصله می شد، بنابراین قبل از فرایند ترکیب، بر روی تمامی تصویر panchromatic فیلتر پائین گذر از نوع میانه اعمال شد که به مقدار زیادی نویزهای موجود را حذف نمود.

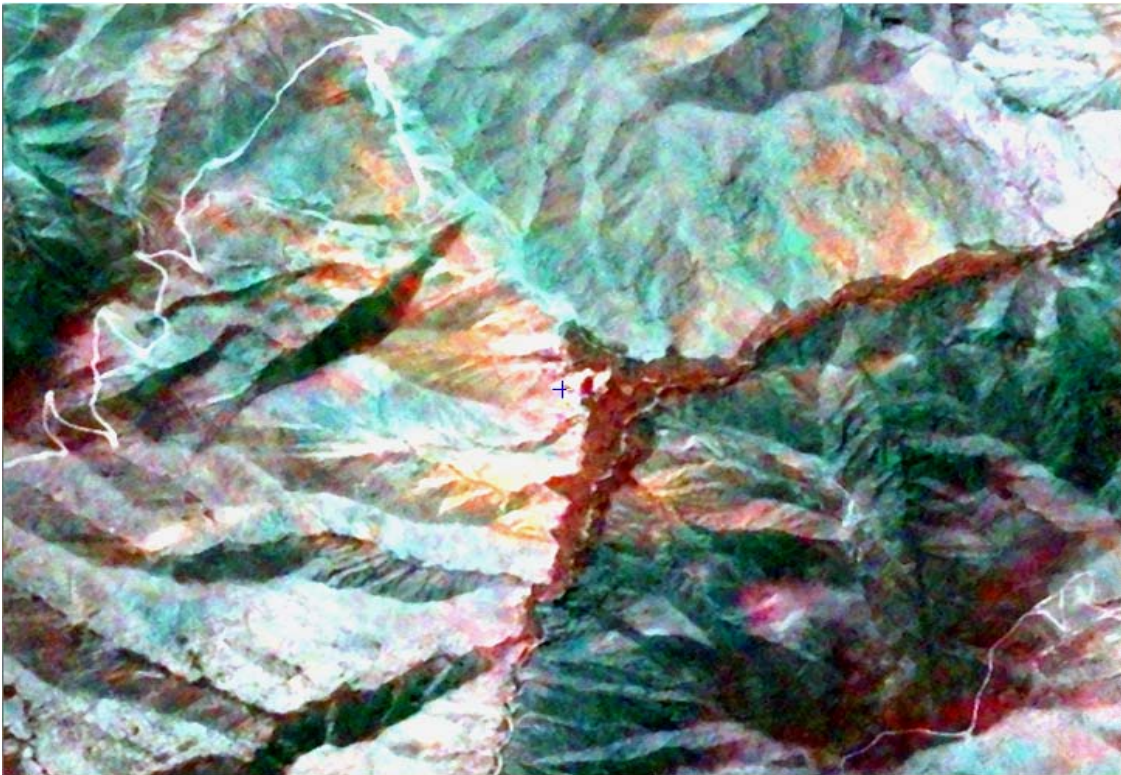


**شکل شماره (۲-۳):** بخشی از بانده پانکروماتیک IRS بعد از اعمال فیلتر

پایین گذر میانه



شکل شماره (۳-۳) : تصویر منطقه قبل از عمل fusion



شکل شماره (۴-۳) : بخشی از منطقه بعد از ارتقاء قدرت تفکیک مکانی (fusion)

### ۳-۲- پردازش داده ها

پردازش تصاویر ماهواره ای ، یکسری فرایندهایی است که برای دستیابی به تصاویری با کیفیت بهتر و قابل درک تر ، و برای منظورهای مختلف ، با مجموعه ای از باندهای طیفی صورت می گیرد. با توجه به شباهت های بافتی ، طیفی و هندسی پس از طی این فرایندها پدیده های مختلف سطح زمین را میتوان از هم تفکیک نمود.





Scale 1:35000

**شکل شماره (۳-۵):** تصویر ماهواره ای محدوده با ترکیب بانندی ۱ و ۳ و ۲

در کانالهای RGB با آشکارسازی Adaptive

درفرآیند پردازش تصاویر، عملیات گوناگونی روی داده ها انجام می گیرد که در زیر به برخی از آنها که در این پروژه انجام شده اشاره میگردد.

مهندسین مشاور پتروکان آذربایجان

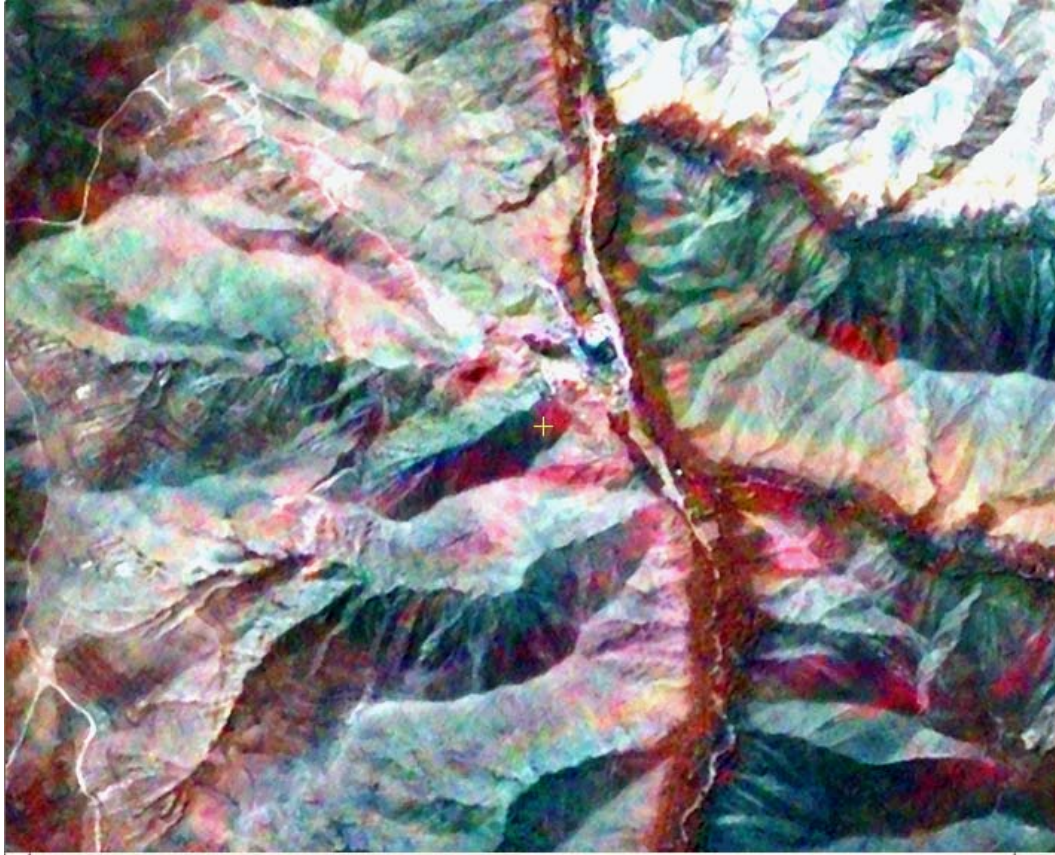
### ۳-۲-۱- افزایش تباین (کنتراست)

با توجه به تنوع عوارض و پدیده های سطحی زمین و نیز عواملی مانند زمان و نوع تصویر برداری ، زاویه تابش خورشید و توپوگرافی منطقه ، با داده های مختلف و متفاوتی سروکار داریم . هدف از اعمال این روش ، ایجاد تغییراتی در تصویر اولیه برای دستیابی به اطلاعات تصویری با کیفیت و وضوح بالاتر برای تشخیص بهتر پدیده هاست ؛ جهت رسیدن به این هدف بدلیل وجود بازتابش های مختلف پدیده ها در یک تصویر، روش یکنواخت و هماهنگی را نمی توان جهت آشکارسازی پیشنهاد نمود. لذا از روشهایی مانند کنتراست خطی ، ریشه دوم ، معادل سازی میتوان استفاده کرد. با افزایش تباین بر روی داده های باندهای مختلف، تصاویر واضح تری ساخته میشود که مرز بین تن های خاکستری در هر باند بخوبی نشان داده میشود. در این روش هیستوگرام درجات روشنایی باندهای مختلف به منظور تشخیص و تعیین روشهای کنتراست که بایستی بکار گرفته شود ، مورد مطالعه قرار می گیرد.

### ۳-۲-۲- ایجاد تصاویر رنگی

ایجاد تصاویر رنگی مختلف ، نمایش همزمان سه باند تصویری با بکارگیری فیلترهای قرمز ، سبز و آبی روشی برای پردازش تصویر و بارز کردن پدیده ها میباشد . با توجه به اینکه هر تصویر سیاه و سفید ۲۵۶ گام خاکستری را نمایش میدهد (۲۵۵-۰) و تصاویر رنگی با حدود ۶۰۰۰۰۰۰ رنگ میتوان تولید نمود؛ بنابراین در تفسیر داده های ماهواره ای ، تصاویر رنگی اهمیت ویژه ای دارند . از طرفی تصاویر رنگی می توانند ترکیبی از محدوده های طیفی مختلف باشند که راهنمای شناخت پدیده ها میباشد.



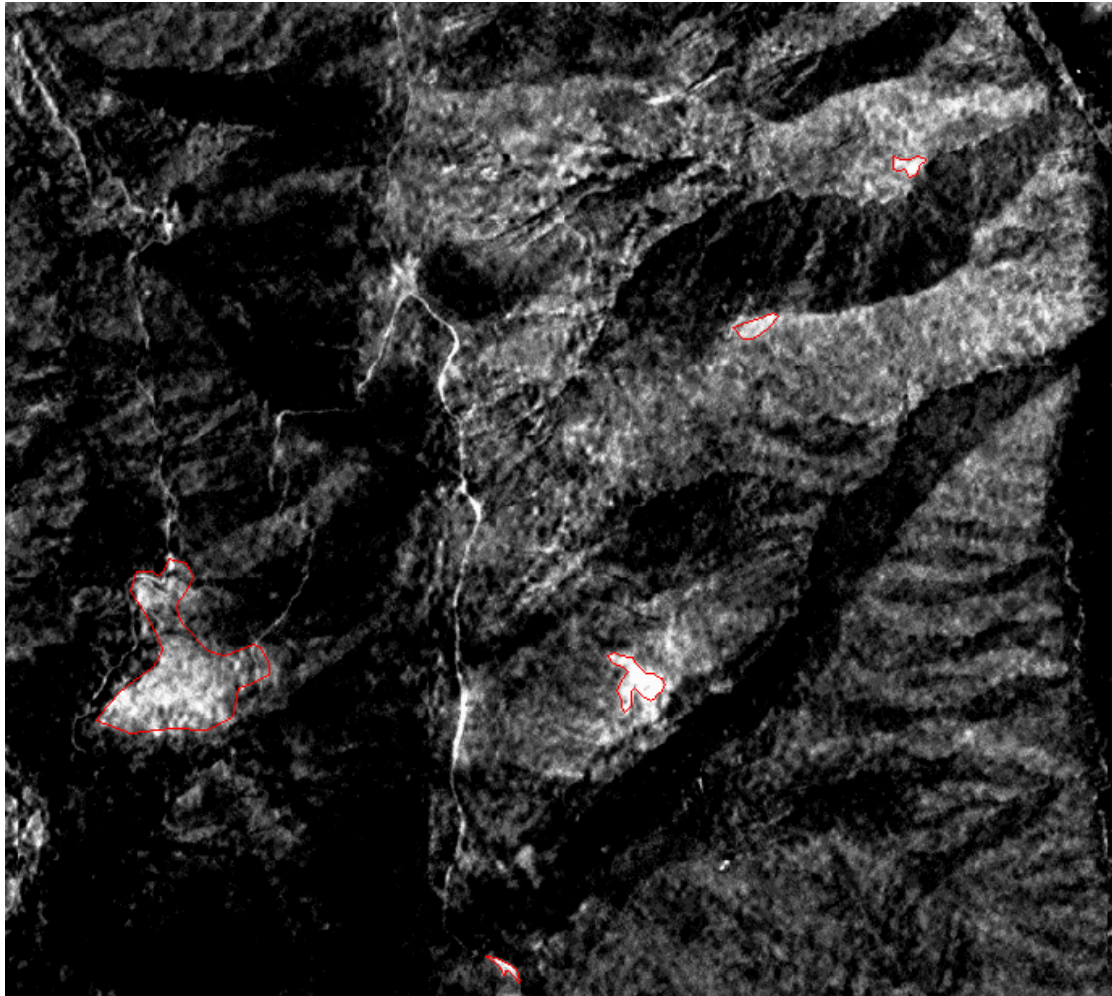


**شکل شماره (۳-۶) :** بخشی از منطقه در ترکیب باندی ۸و۶و۴ (RGB)، که زونهای آرژیلیتی، برنگ صورتی و زونهای پروپلیتی، برنگ سبز روشن دیده می شوند.

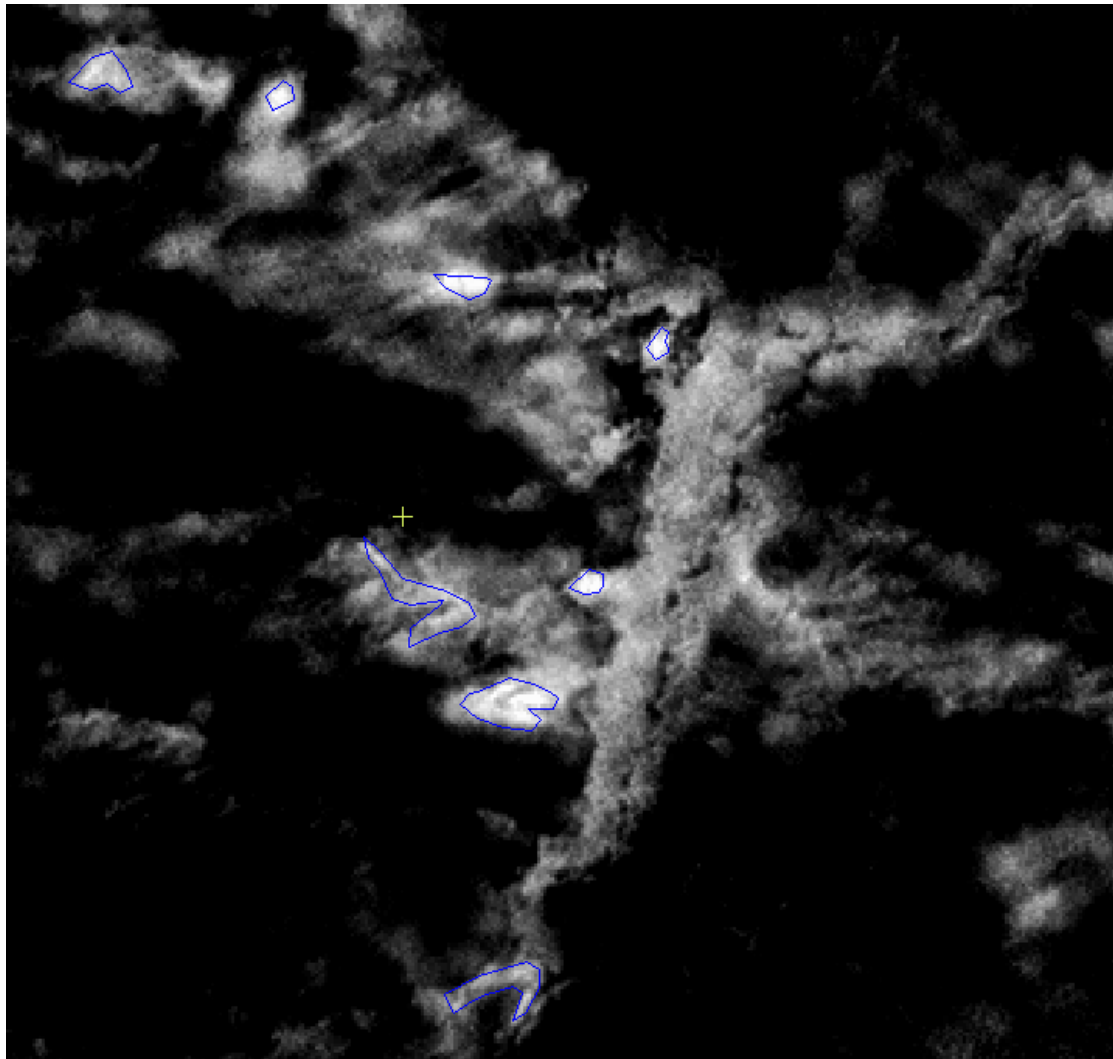
### ۳-۲-۳- عملیات بین تصاویر

#### الف- محاسبات ریاضی بین باندها

این عملیات روش دیگری جهت بارز کردن پدیده ها، براساس شناخت بازتاب طیفی آنها در طول موجهای گوناگون میباشد. که با بکارگیری مدلهای ریاضی و آماری بین بازتابهای طیفی پدیده ها در باندهای مختلف امکان پذیر است. با مشخص کردن بیشترین و کمترین بازتاب یک پدیده در محدوده طول موجهای مختلف و بکارگیری روشهای نسبتی (Ratio) و تفاضلی (Difference) بین دو باند، میتوان بازتاب طیفی پدیده مورد نظر را افزایش و بوضوح آنرا مشاهده نمود.



**شکل شماره (۷-۳):** بخشی از منطقه بعد از تقسیم باند ۲ بر باند ۱ محدوده VNIR که مناطق مشکوک به آلتراسیون اکسیدهای آهن را به رنگ روشن مایل به سفید نمایش می دهد.



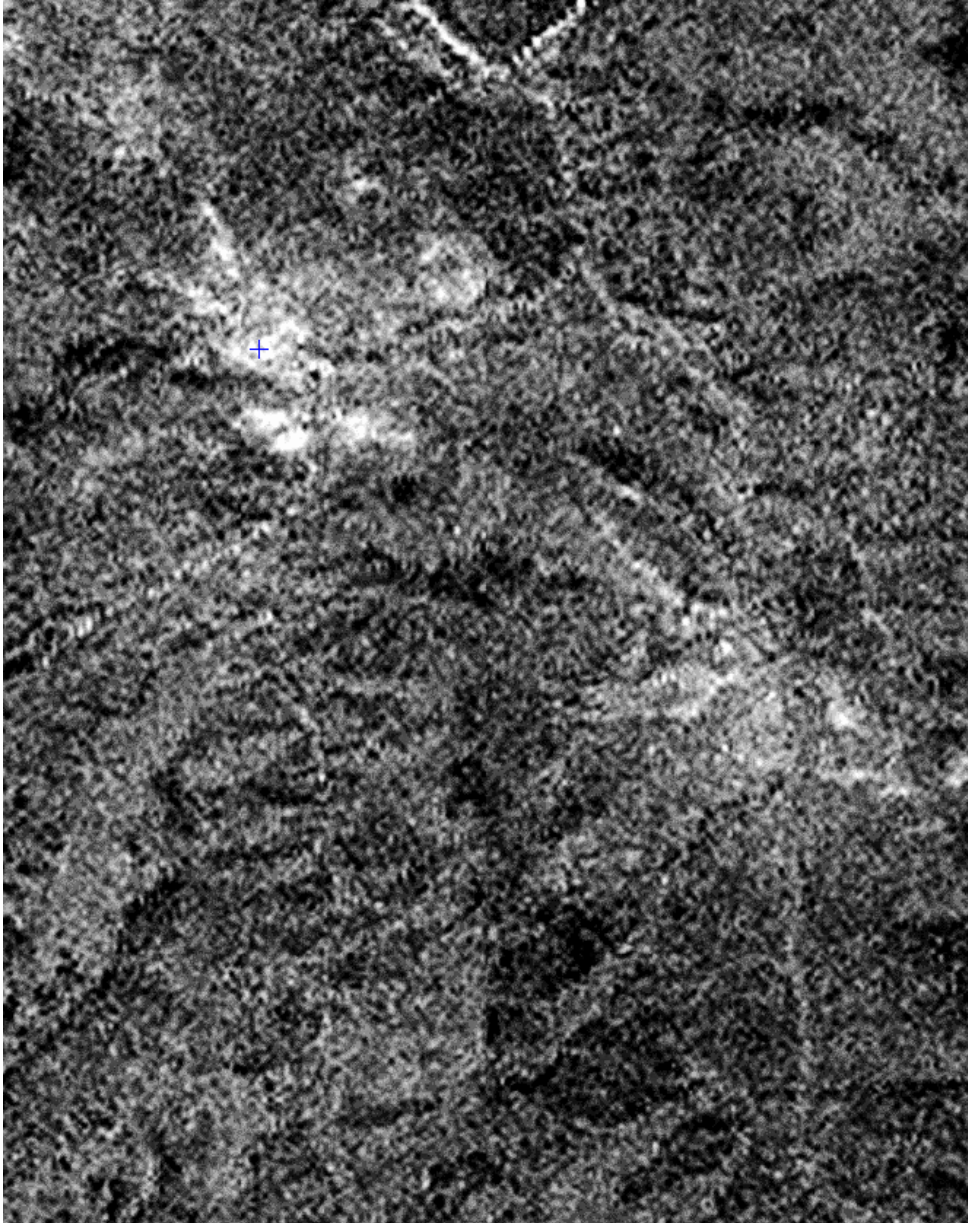
**شکل شماره (۳-۸) :** بخشی از منطقه بعد از تقسیم باند ۴ بر باند ۵+۶ محدوده SWIR که مناطق مشکوک به آرژیلیتها رابه رنگ روشن تا سفید بارزنموده است

#### ب- تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA)

تحلیل مؤلفه های اصلی در تفسیر داده های رقومی سنجش از دور از اهمیت زیادی برخوردار است. مهمترین فواید PCA، جمع آوری و متراکم ساختن اطلاعات پدیده های موجود در باندهای مختلف در تعدادی باند یا مؤلفه کمتر است. به عبارتی، PCA برای حذف اطلاعات زائد در داده های ماهواره ای کاربرد فراوانی دارد. PCA می تواند برای متراکم کردن اطلاعات موجود در تعدادی از باندها و تبدیل آن

به ۲ یا چند باند به کار رود. این توانایی کاهش ابعاد، یعنی کم کردن داده ها و باندهایی که برای تولید نتایج قابل استفاده تجزیه می شوند، از نظر صرف وقت و احیاناً هزینه حائز اهمیت است، بویژه اگر قابلیت استخراج اطلاعات از مؤلفه های جدید بالاتر از قابلیت استخراج اطلاعات از داده های اولیه و خام باشد. در روش PCA، دستیابی به شاخص های مستقل (غیر همبسته) بسیار مفید است، زیرا عدم همبستگی نشان می دهد شاخص ها جنبه های متفاوتی از داده ها را در خود جای داده اند. چنانچه در تجزیه مؤلفه های اصلی واریانس مؤلفه های آخر بسیار کم و قابل چشم پوشی باشد کارایی PCA بالایی رود. اگر بین متغیرهای اولیه (باند های ماهواره یا هر نوع متغیر دیگر) همبستگی وجود نداشته باشد، کاربرد روش PCA بی ارزش خواهد بود. به عبارتی، بهترین نتیجه زمانی حاصل می شود که متغیرهای اولیه همبستگی بسیار بالایی داشته باشند. شایان ذکر است زمانی که دستیابی به نوع خاصی از اطلاعات مدنظر باشد PCA اهمیت زیادی پیدامیکند، بطور مثال برخی پدیده های زمین شناسی، مانند نواحی دگرسانی و کانی های خاص در PCA های آخر بهتر بارز می شوند بنابراین روش PCA در تشخیص نواحی دگرسان شده بسیار مؤثر است.





**شکل شماره (۳-۹):** ایجاد PCA از باندهای ۷ و ۶ و ۴ و ۱ که PC4 آن کائولینیت‌های محدودده را به رنگ روشن (سفید) نمایش می دهد.

### ج- روش کمترین مربعات رگرسیون شده (Ls-fit)

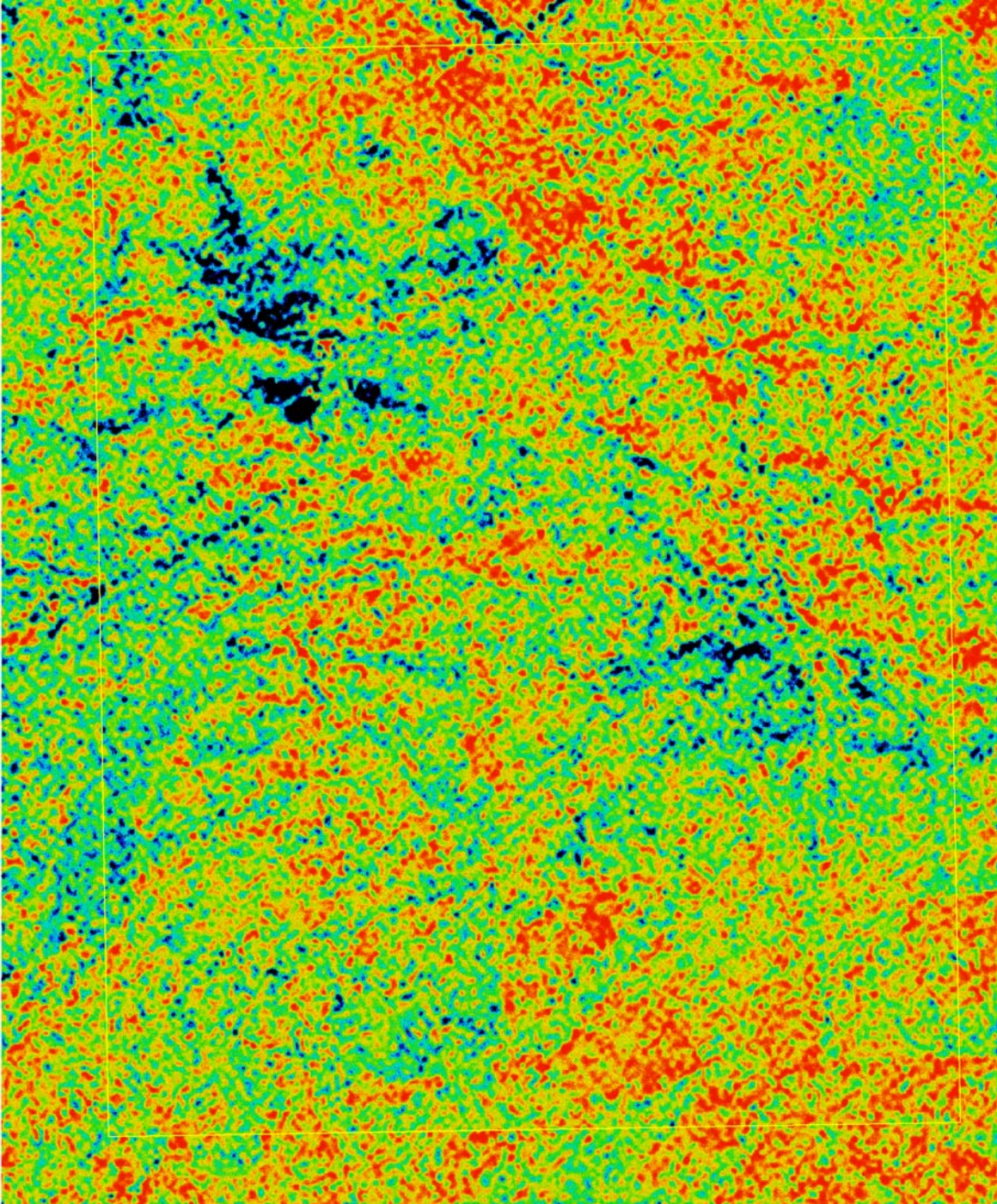
روش کمترین مربعات رگرسیون شده یا Ls-fit تخمین یک باند بر اساس ترکیب خطی باندهای دیگر بر اساس روش کمترین مربعات پایه گذاری شده است. کانی‌هایی که نسبت به یک باند خاص حساس هستند و اختلاف خوبی از نظر شاخص جذب و یا انعکاس در آن باند خاص نشان می‌دهند با اختلاف مشاهده شده بین باندهای پیش بینی کننده و باند مدل شده قابل تفکیک می‌باشند. اختلاف بین باند های پیش بینی کننده و باند مدل شده به عنوان یک تصویر خروجی محاسبه می‌گردد.

در منطقه مردانقم با استفاده از روش Ls-Fit، باند سوم مادون قرمز کوتاه (SWIR-b3) که دارای شاخص جذب بالائی در کانی های دارای بنیان هیدروکسیل میباشد بعنوان باند مدل و همه ۶ باند دیگر مادون قرمز کوتاه بعنوان باندهای پیش بینی کننده انتخاب شدند.

در تصویر مورد استفاده حاصل از این پردازش تصویر، پیکسلهای باقیمانده (Residual) تیره، معرف آلتراسیون آرژیلیکی و سریسیتی در منطقه می باشد.

شکل (۳-۱۰) پیکسلهای باقیمانده (Residual image) حاصل از پردازش Ls-Fit بعد از اعمال حالت Rainbow از روش Color Mapping را نشان می دهد. رنگ تیره (سیاه) نشانگر آلتراسیونهای آرژیلیکی و سریسیتی می باشد.





Scale 1:35000

**شکل شماره (۳-۱۰):** پیکسلهای تیره (سیاه) مناطق آلتراسیونهای آرژیلیک

وسرستی را نشان می دهد

### ۳-۳- تفسیر تصاویر و تهیه نقشه های مربوطه

بعد از اعمال روشهای پردازش تشریح شده در بالا، ابتدا کانالهای اطلاعاتی مختلفی ایجاد شد که در هر کدام پدیده های بخصوصی آشکار سازی گردید. سپس این داده ها با سایر اطلاعات زمین شناسی و معدنی منطقه تلفیق گردید. در مرحله بعد به کمک عوامل شناسایی مختلف نظیر بافت، رنگ، شکل ظاهری، اندازه پدیده ها، توپوگرافی منطقه، الگوی آبراهه ها و موقعیت زمین شناسی، تفسیر چشمی صورت گرفت و در نهایت بر اساس اینکه در بررسیهای اکتشافی منطقه، تنها برخی از واحدهای سنگی، از نظر موقعیت چینه شناسی، زمین شناسی اقتصادی، شرایط تکتونیکی منطقه و امکان کانی زایی و غیره (با توجه به ماده معدنی مورد نظر) دارای اهمیت می باشند؛ هریک از زونهای آلتراسیون تشخیص داده شده در منطقه در یک لایه و کتوری مجزا ترسیم و در نهایت نقشه های موضوعی زیر تهیه گردید.

### ۳-۳-۱- تصویر - نقشه آلتراسیون ها

شناسایی نواحی آلترو از مهمترین نشانه های شناسایی ذخایر معدنی بویژه کانسارهای تیپ پورفیری (مس، مولیبدن و طلا) محسوب می گردد؛ بطوریکه امروزه ارتباط آلتراسیونهای هیدروترمال یا دگرسانیهای گرمابی با کانسارهایی که تحت تأثیر سیالات کانسار سازی ایجاد می شوند امری بسیار بدیهی و آشکار است. آلتراسیونهای هیدروترمال بویژه آنهایی که با ساختارهای تکتونیکی نظیر گسلها و شکستگیها و ساختهای حلقوی ارتباط دارند از نظر کانی زایی حائز اهمیت فراوان می باشند. البته در منطقه مورد بررسی ساختار حلقوی مشخصی دیده نمی شود. اما خطواره های حاصل از پردازش تصاویر ماهواره ای منطقه در عکس نقشه های ضمیمه آورده شده است.

پردازش داده های ماهواره ای ASTER ابزاری نیرومند جهت شناسائی منابع معدنی محسوب میشوند. این تصاویر با دارا بودن داده هایی با دقت طیفی بالا، هزینه و زمان مورد نیاز برای ارزیابی زمینی را به طور موثری کاهش می دهند

عموما جهت پردازش داده های ماهواره ای ASTER از تکنیکهای ذکر شده در بالا، نظیر ترکیب رنگی کاذب، نسبت گیری بانندی، آنالیز مولفه اصلی انتخابی، روش کمترین مربعات رگرسیون شده (LS-fit)، نسبت گیری طیفی و روش ترسیم زاویه طیفی جهت تفکیک گیاهان، جهت تفکیک زونهای حاوی اکسیدهای آهن، زونهای آلتراسیون آرژلیکی، پروپلیتیکی، سریستی و غیره استفاده می شود. با وجود این، بایستی توجه داشت " تمام کانسارها لزوماً با آلتراسیون همراه نبوده و ناشی از پدیده دگرسانی نمی باشند از طرفی همه آلتراسیونها نیز بطور حتم توأم با کانی زایی نمی باشند."

در این محدوده با استفاده از آنالیز طیفی داده های ماهواره ای استروبوکارگیری روشهای بالامهمترین زونهای آلتراسیون در منطقه مردانقم شناسایی و در نهایت هر کدام در یک لایه و کتوری مجزا ترسیم گردیده اند. عکس نقشه ماهواره ای ضمیمه (۲۱) تصویر ماهواره ای منطقه، به همراه لایه های و کتوری آلتراسیونهای مربوطه را نشان می دهند.

عکس نقشه ماهواره ای ضمیمه (۳) خطواره های حاصل از پردازش تصاویر ماهواره ای منطقه را نمایش می دهد.

## فصل چهارم : نمونه برداری

### ۴-۱- مقدمه

بطور کلی نمونه برداری های انجام شده در محدوده اکتشافی بر اساس شرح خدمات موجود و همچنین دستیابی به مستندات علمی جهت تهیه نقشه زمین شناسی صورت پذیرفته است. این نمونه برداریها در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول تعداد ۳۷ نمونه از تنوع سنگی واندیس های معدنی تهیه شد که از این تعداد ۱۰ نمونه جهت آنالیز ICP، ۱۲ نمونه جهت XRF، ۱۴ نمونه جهت تهیه و مطالعه مقطع صیقلی و ۱۰ نمونه جهت تهیه و مطالعه مقطع نازک به آزمایشگاه ارسال گردید (بعضی نمونه ها تقسیم و مورد دو آنالیز قرار گرفته اند) مختصات و نتایج آنالیز این نمونه ها در پیوست گزارش موجود است.

در مرحله دوم در مجموع ۱۱۱ نمونه تهیه و مورد ۱۲۶ آنالیز قرار گرفت که می توان این آنالیز ها را به پنج بخش ذیل تقسیم بندی نمود :

نمونه برداری جهت آنالیز ICP و تک عنصری (جذب اتمی): جهت تعیین میزان عناصر معدنی در بخش های مینرالیزه و کانی سازی شده به تعداد ۴۶ نمونه (۲۶ نمونه ICP، ۲۰ نمونه جذب اتمی برای عناصر نقره، سرب و مس و ۲۰ نمونه برای طلا).

نمونه برداری جهت آنالیز فلورسانس اشعه ایکس (XRF): جهت تعیین میزان عناصر و اکسیدهای اصلی در سنگهای آذرین درونی و بیرونی به تعداد ۲۱ نمونه.

نمونه برداری جهت آنالیز پراش اشعه ایکس (XRD): جهت شناسایی کانیهای موجود در بخش های آلتره و ریز دانه به تعداد ۱۲ نمونه (۷ نمونه مورد آنالیز قرار گرفت).

نمونه برداری جهت تهیه و مطالعه مقطع نازک: جهت شناسایی و همچنین نامگذاری

سنگهای محدوده اکتشافی به تعداد ۲۱ نمونه مقطع نازک

نمونه برداری جهت تهیه و مطالعه مقطع صیقلی: جهت شناسایی کانیهای اوپک و

کانیهای فلزی به تعداد ۱۱ نمونه.

نمونه برداری موارد ۱، ۲ و ۳ بصورت Chip صورت پذیرفته است. نقشه محل نمونه

برداری و جدول مختصات محل نمونه ها در پیوست گزارش موجود می باشد.

#### **۴-۲- نمونه برداری جهت آنالیز ICP و تک عنصری (جذب اتمی)**

نمونه برداری ها از اندیس های معدنی و بخش های آلتیره بصورت Chip صورت

گرفته است. مهمترین اندیس های معدنی مشاهده و نمونه برداری شده شامل اندیس

مس شمال شرق روستای اولی ، اندیس مس غرب روستای مردانقم، اندیس آهن

جنوب روستای مردانقم و آلتراسیون های غرب روستای احمدآباد و غرب روستای

مردانقم می باشد. در جدول (۴-۲) به مشخصات نمونه های تهیه شده در این بخش

اشاره شده است.



## جدول شماره (۴-۱): مشخصات نمونه های A.A.S، ICP و آنالیز طلا

ردیف	کد نمونه	توصیف
۱	MG-I-1	آهک های اپیدوت و اکسید آهن دار (اسکارن)
۲	MG-I-2	توده گرانیته آلترو و اکسید آهن دار
۳	MG-I-3	توده گرانیته آلترو و اکسید آهن دار
۴	MG-I-4	توده گرانیته آلترو و اکسید آهن دار
۵	MG-I-5	سنگ نیمه عمیق پیریت دار دگرسان شده
۶	MG-I-6	رگه و رگچه های سیدریت و کلسیت
۷	MG-I-7	رگچه های سیدریت و کلسیت همراه با گارنت
۸	MG-I-8	آندزیت های دگرسان شده و حاوی سیلیس و اکسید آهن
۹	MG-I-9	رگچه های سیدریت و کلسیت همراه با گارنت
۱۰	MG-I-10	ولکانیک های آلترو
۱۱	MG-I-11	ولکانیک های آلترو همراه با آلونیت
۱۲	MG-I-12	مجاورت توده گرانیته پیدی با سنگهای ولکانیکی حاوی اکسید آهن و کانیهای سولفات
۱۳	MG-I-13	آندزیت های دگرسان شده و حاوی سیلیس و اکسید آهن
۱۴	MG-I-14	لیمونیتی شدن سنگهای ولکانیک آلترو
۱۵	MG-I-15	آندزیت های دگرسان شده و حاوی اکسید آهن فراوان
۱۶	MG-I-16	گدازه های بسیار تیره
۱۷	MG-I-17	گدازه آلترو حاوی اکسید آهن فراوان
۱۸	MG-I-18	لیمونیتی شدن سنگهای ولکانیک آلترو همراه با کانی های سولفات
۱۹	MG-I-19	گدازه های آلترو حاوی کوارتز، کانیهای رسی و آلونیت
۲۰	MG-I-20	گدازه های آلترو حاوی کوارتز، کانیهای رسی و آلونیت
۲۱	MG-I-21	ماسه سنگهای دگرسان شده حاوی اکسید آهن فراوان
۲۲	MG-I-22	آپلیت حاوی اکسید آهن فراوان
۲۳	MG-I-23	گدازه های آلترو حاوی اکسید آهن و سیلیس
۲۴	MG-I-24	گدازه های آلترو حاوی مس بصورت مالاکیت در سطح
۲۵	MG-I-25	رگچه های مس دار کالکوپیریت
۲۶	MG-I-26	رگچه های مس دار
۲۷	MG-I-27	رگچه های مس دار
۲۸	MG-I-28	گدازه های آلترو سیلیسی و سخت شده
۲۹	MG-I-29	آثار سیدریت در سطح گسلی آهکها
۳۰	MG-I-30	آثار سیدریت و اکسید آهن در سطح گسلی آهکها
۳۱	MG-I-31	رگچه های حاوی کانه های فلزی در ولکانیک ها
۳۲	MG-I-32	ماسه سنگها و آهک های دگرسان شده حاوی اکسید آهن فراوان
۳۳	MG-I-33	بخش مس دار حاوی مالاکیت و آزوریت همراه با گانگ سیلیسی
۳۴	MG-I-34	بخش مس دار حاوی مالاکیت و کالکوپیریت همراه با گانگ سیلیسی
۳۵	MG-I-35	رگچه های بسیار غنی مس دار
۳۶	MG-I-36	بخش اکسید آهن دار همراه با مس



بخش های سیلیسی همراه مس	MG-I -37	۳۷
آثار سیدریت و اکسید آهن بصورت رگچه ای	MG-I -38	۳۸
بخش های سیلیسی همراه با اکسید آهن	MG-I -39	۳۹
بخش های سیلیسی همراه با اکسید آهن	MG-I -40	۴۰
بخش های سیلیسی روشن رنگ	MG-I -41	۴۱
رگه های سیلیسی همراه با اکسید آهن	MG-I -42	۴۲
رگه های سیدریتی در درون ولکانیکها	MG-I -43	۴۳
رگه های سیدریتی	MG-I -44	۴۴
رگه های سیلیسی همراه با اکسید آهن	MG-I -45	۴۵
رگه های سیلیسی همراه با اکسید آهن	MG-I -46	۴۶

#### ۴-۳- نمونه برداری جهت آنالیز XRF

این روش رایجترین روش تجزیه برای آنالیز شیمیایی عناصر اصلی و کمیاب نمونه های سنگی است. این روش، کارآمد و مفید بوده و می تواند بیش از ۸۰ عنصر را در گستره ای وسیع از حساسیت تجزیه کرده و غلظت هایی از ۱۰۰٪ تا چند ppm (قسمت در میلیون) را تعیین کند. در تجزیه XRF تیپیک نمونه های سنگی، آماده سازی سنگ به دو صورت متفاوت انجام می شود: یک قرص پودر فشرده برای تجزیه عناصر کمیاب (لیک و همکاران ۱۹۶۹) و یک قرص شیشه ای برای تجزیه عناصر اصلی از طریق مخلوط کردن پودر نمونه با متابورات یا تترابورات (نوریش و همکاران ۱۹۶۹، کلیس ۱۹۸۹) تهیه می شود. عناصر اصلی با استفاده از یک لامپ پرتو X تعیین می شوند در حالیکه اندازه گیری عناصر کمیاب با یک یا چند لامپ متفاوت صورت می گیرد. هر ۲۱ نمونه تهیه شده مورد آنالیز XRF قرار گرفت. در جدول (۴-۲) مشخصات نمونه های آنالیز XRF مشاهده می شود.

#### ۴-۴- نمونه برداری جهت آنالیز XRD

در این روش که برای شناسایی کانیهای سنگهای رسی و سنگهای آلتیره و همچنین سنگهای مینرالیزه کاربرد دارد با استفاده از پراش اشعه X سطوح کانیهای متشکله سنگ شناسایی و در نتیجه کانیهای این سنگها مورد شناسایی قرار می گیرند. ۱۲ نمونه جهت این آنالیز برداشت شد که ۷ نمونه مورد آنالیز قرار گرفته است. در جدول (۳-۴) مشخصات عمومی نمونه های مربوط به آنالیز XRD مشاهده می شود.

#### ۴-۵- نمونه برداری جهت مطالعه مقطع نازک

در این روش پس از تهیه مقاطع نازک، با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان کانیهای متشکله سنگها مورد شناسایی قرار می گیرند. در این حالت علاوه بر نامگذاری سنگها، شناسایی کانیهای حاوی عناصر نادر بخصوص زیرکن، اسفن، آپاتیت و ... مد نظر می باشد. تعداد ۲۱ نمونه جهت تهیه مقطع نازک تهیه شده است. در جدول (۴-۴) مشخصات عمومی نمونه های مربوط به مقاطع نازک مشاهده می شود.

## جدول شماره (۲-۴) : مشخصات نمونه های آنالیز XRF

ردیف	کد نمونه	توصیف	آنالیز
۱	MG-F-1	حاشیه تیره توده (دیوریت گابرو)	آنالیز XRF
۲	MG -F-2	گدازه های تیره	آنالیز XRF
۳	MG -F-3	توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۴	MG -F-4	گرانیتوئیدی های حاشیه رگه های سیلیسی	آنالیز XRF
۵	MG -F-5	حاشیه توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۶	MG -F-6	توده گرانیتوئیدی آلتره	آنالیز XRF
۷	MG -F-7	توده گرانیتوئیدی آلتره	آنالیز XRF
۸	MG -F-8	گدازه های آندزیتی	آنالیز XRF
۹	MG -F-9	گدازه های آندزیتی بازالتی	آنالیز XRF
۱۰	MG -F-10	گدازه های آندزیتی بازالتی	آنالیز XRF
۱۱	MG -F-11	گدازه آندزیتی	آنالیز XRF
۱۲	MG -F-12	گدازه آندزیتی	آنالیز XRF
۱۳	MG -F-13	توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۱۴	MG -F-14	توده گرانیتوئیدی سیلیسی شده	آنالیز XRF
۱۵	MG -F-15	حاشیه توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۱۶	MG -F-16	توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۱۷	MG -F-17	توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۱۸	MG -F-18	توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۱۹	MG -F-19	توده گرانیتوئیدی	آنالیز XRF
۲۰	MG -F-20	توده گرانیتوئیدی بخش های سیلیسی	آنالیز XRF
۲۱	MG -F-21	گدازه های آندزیتی بازالتی	آنالیز XRF

## جدول شماره (۳-۴) : مشخصات نمونه های XRD

ردیف	کد نمونه	توصیف
۱	MG-X-1	آندزیت آلتره کرتاسه
۲	MG -X-2	آهک های اپیدوت و اکسید آهن دار
۳	MG -X-3	سنگهای رسوبی آلتره
۴	MG -X-4	توده گرانیتهی آلتره و اکسید آهن دار
۵	MG -X-5	رگچه های سیدریت و کلسیت
۶	MG -X-6	رگچه های سیدریت و کلسیت
۷	MG -X-7	ولکانیک های آلتره
۸	MG -X-8	ولکانیک های آلتره همراه با آلونیت
۹	MG -X-9	گدازه آلتره حاوی اکسید آهن فراوان
۱۰	MG -X-10	گدازه های آلتره حاوی کوارتز، کانیهای رسی و آلونیت
۱۱	MG -X-11	گدازه های آلتره سیلیسی وسخت شده
۱۲	MG -X-12	بخش های سیلیسی روشن رنگ

## جدول شماره (۴-۴) : مشخصات نمونه های مقطع نازک

ردیف	کد نمونه	توصیف عمومی
۱	MG-P-1	گدازه های آلتزه اپیدوت دار
۲	MG -P-2	گرانیت حاوی رگچه اپیدوتی
۳	MG -P-3	سنگ نیمه عمیق آذرین پیریت دار
۴	MG -P-4	گدازه کرتاسه
۵	MG -P-5	گدازه های کرتاسه
۶	MG -P-6	گدازه های کرتاسه
۷	MG -P-7	گدازه های تیره رنگ
۸	MG -P-8	گدازه های تیره رنگ
۹	MG -P-9	توده گرانیتوئیدی
۱۰	MG -P-10	گدازه های کرتاسه
۱۱	MG -P-11	آپلیت
۱۲	MG -P-12	توده گرانیتوئیدی
۱۳	MG -P-13	گدازه های کرتاسه حاوی اپیدوت
۱۴	MG -P-14	حاشیه توده
۱۵	MG -P-15	حاشیه توده
۱۶	MG -P-16	توده گرانیتوئیدی
۱۷	MG -P-17	آهک
۱۸	MG -P-18	گدازه
۱۹	MG -P-19	گدازه
۲۰	He-P-20	آهک
۲۱	MG -P-21	گدازه

#### ۴-۶- نمونه برداری جهت مطالعه مقاطع صیقلی

جهت مطالعه کانه های فلزی موجود در نمونه های سنگی محدوده اکتشافی سه نمونه تهیه شد که پس از تهیه مقاطع پولیش توسط میکروسکوپ انعکاسی مورد مطالعه قرار گرفت. در جدول (۴-۵) به مشخصات این نمونه ها اشاره شده است.

جدول شماره (۴-۵): مشخصات نمونه های مقطع صیقلی

ردیف	کد نمونه	توصیف
۱	MG-S-1	آهک آلتزه حاوی مقادیری اکسید آهن
۲	MG - S -2	سنگ نیمه عمیق آلتزه پیریت دار
۳	MG -S-3	گرانیت آلتزه حاوی اکسید آهن
۴	MG -S-4	مس بصورت مالاکیت در سطح
۵	MG -S-5	رگه مس دار (کالکوپیریت)
۶	MG -S-6	رگه مس دار (کالکوپیریت)
۷	MG - S -7	رگچه های مینرالیزه مس و آهن دار
۸	MG -S-8	رگچه های مینرالیزه مس و آهن دار
۹	MG -S-9	رگچه های مینرالیزه مس و آهن دار
۱۰	MG -S-10	رگچه های مینرالیزه مس و آهن دار
۱۱	MG -S-11	رگچه مینرالیزه آهن دار



## فصل پنجم : کانی سازی و دگرسانی

### ۵-۱- کانی سازی در محدوده اکتشافی

#### ۵-۱-۱ کانی سازی در محدوده اکتشافی

مهمترین سیمای کانی سازی در محدوده اکتشافی مردانقم شامل رگه های سیلیسی مینرالیزه در داخل گدازه های کرتاسه است. علاوه بر این، دگرسانی های موجود گاه آنومالی ها و اندیس های جزئی از برخی عناصر را نشان می دهند به منظور مطالعات ژئوشیمیایی و عیارسنجی طلا و عناصر همراه ( نظیر Cu، Ag، Mo، As، Sb، Zn، Pb و W )، حدود ۵۶ نمونه از رگه های کوارتزی، زونهای کانی سازی و نیز زونهای دگرسانی مختلف موجود در محدوده اکتشافی، در طی دو مرحله برداشت گردید. علاوه بر آن تعداد ۲۵ مقطع صیقلی تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت.

در این بخش به ویژگیهای صحرایی و گسترش محل های آنومالی دار اشاره می شود.

#### ۵-۱-۱- منطقه غرب مردانقم

این اندیس در ۱۲۵۰ متری غرب روستای مردانقم قرار داشته و سنگ میزبان آن، گدازه ها و آهک های میان لایه با واحد آتشفشانی کرتاسه می باشد. کانی سازی در منطقه غرب مردانقم عبارت از یک رگه سیلیسی در درون گدازه های آلتره کرتاسه است که این رگه حاوی کانه های فلزی بخصوص کالکوپیریت می باشد. امتداد رگه شرقی - غربی (N090E) بوده و فقط بخش محدودی از آن به طول ۵ متر مشاهده می شود. ضخامت رگه با بخش اکسیدی حاشیه آن به یک متر می رسد. با توجه به شواهد صحرایی امتداد این رگه در عمق دور از ذهن نمی باشد. آثار معدنکاری

بصورت خیلی محدود در اطراف این اندیس وجود دارد. تعداد سه نمونه جهت تهیه مقطع صیقلی (با شماره های ۸, ۹, ۱۰ MG-S-8,9,10)، پنج نمونه جهت آنالیز طلا، مس و عناصر همراه (با شماره های ۳۳, ۳۴, ۳۵, ۳۶, ۳۷ MG-I-33,34,35,36,37) و یک نمونه از سنگ میزبان جهت مطالعه سنگ شناسی (با شماره ۱۹ MG-P-19) تهیه و به آزمایشگاه جهت مطالعات مربوطه ارسال گردید. نتایج آنالیز نمونه ها در جدول (۵-۱) مشاهده می شود.

### جدول شماره (۵-۱): نتایج آنالیز نمونه های رگه مس دار غرب مردانقم

توصیف نمونه	Sample	Au	Pt	Pd	Ag	As	Co	Cu
	UNITS	ppb	ppb	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm
گانگ سیلیسی	MGI-33	20	10	10	<5	<5	40	6600
گانگ سیلیسی	MGI-34	121			14			2950
رگه معدنی مس دار	MGI-35	250	20	10	65	90	380	219000
بخش حاشیه ای اکسید آهن دار	MGI-36	1690	<10	10	40	605	400	23800
گانگ سیلیسی	MGI-37	<5	30	20	<5	15	<20	100

نتیجه مطالعه نمونه سنگ میزبان این کانی سازی (MG-P-19) در انتهای گزارش موجود است این سنگ یک سنگ آتشفشانی شدیداً دگرسان شده می باشد. آلتراسیون غالب این منطقه با توجه به شواهد صحرایی، مطالعه مقاطع نازک و داده های دورسنجی، آلتراسیون سریسیتی همراه با آلتراسیون کائولینیتی می باشد.

در اشکال (۵-۱) و (۵-۲) تصاویری از این اندیس مشاهده می شود.



**شکل شماره (۵-۱):** نمایی از رگه و برداشت ماده معدنی. دید به شرق



**شکل شماره (۵-۲):** نمایی از ماده معدنی در امتداد رگه

## – توصیف مقاطع صیقلی

توصیف میکروسکوپی مقطع صیقلی MG-S-8 (حاشیه رگه)

بافت: افشان

مهمترین کانه فلزی که در این نمونه مشاهده می شود کانه گوتیت است که به صورت خیلی دانه ریز و مقدار کم در متن سنگ مشاهده می شود سایر کانه های فلزی در این مقطع دیده نمی شود و به نظر می رسد این نمونه مربوط به یک سنگ آلتزه است.

توصیف میکروسکوپی مقطع صیقلی MG-S-9

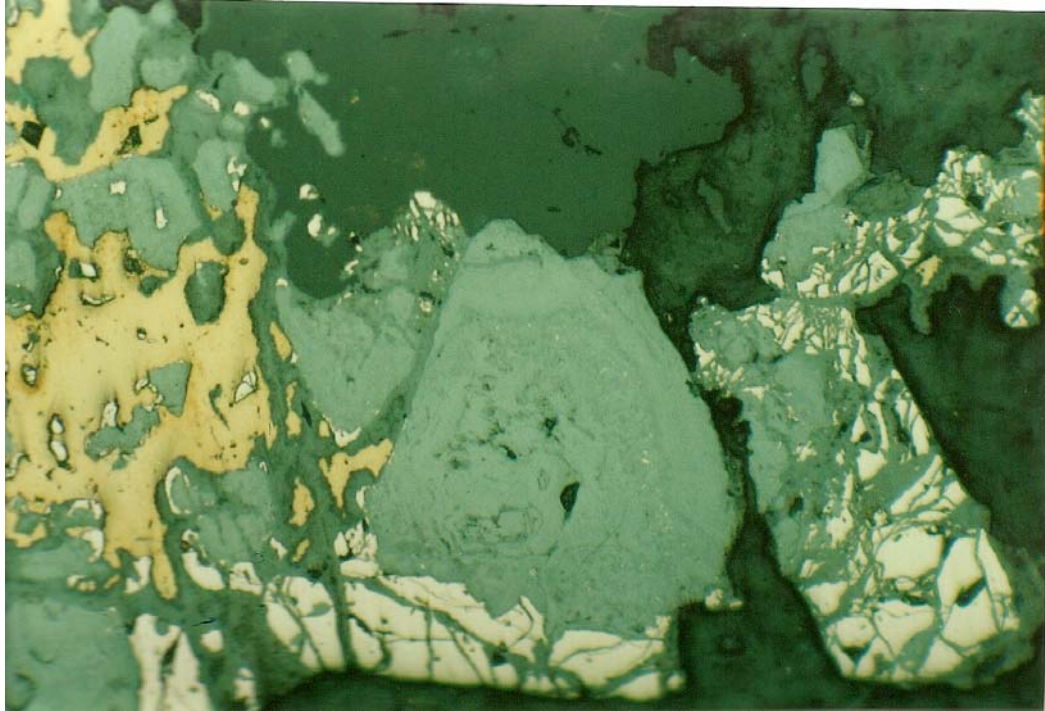
بافت: شکاف پرکن

مهمترین کانه های فلزی که در این نمونه مشاهده می شود عبارتند از: کالکوپیریت، پیریت، کولیت، هماتیت و گوتیت که به صورت شکاف پرکن در امتداد رگه تشکیل شده اند.

مقدار کالکوپیریت زیاد و ۱۲-۱۰ درصد مقطع را تشکیل می دهد. کالکوپیریت توده ای در محل رخ ها و شکستگی ها بشدت به گوتیت و کولیت تبدیل شده اند. پیریت بصورت افشان با تبدیل شدگی به گوتیت و هماتیت در بخش هایی از سنگ دیده می شود و در برخی نقاط توسط کالکوپیریت جانشین شده است.

هماتیت افشان در متن سنگ حضور دارد و در مرحله بعدی به گوتیت تجزیه شده است.

گوتیت و کولیت همانگونه که اشاره شد از تجزیه کالکوپیریت، پیریت و هماتیت بوجود آمده اند. در شکل (۳-۵) تصویری از این مقطع با تجمع کالکوپیریت، پیریت و کولیت مشاهده می شود.



**شکل شماره (۳-۵):** تصویری از مقطع MG-S-9 با تجمع کالکوپیریت،

پیریت و کولیت. X10

### توصیف میکروسکوپی مقطع صیقلی MG-S-10

بافت: توده ای - شکاف پرکن

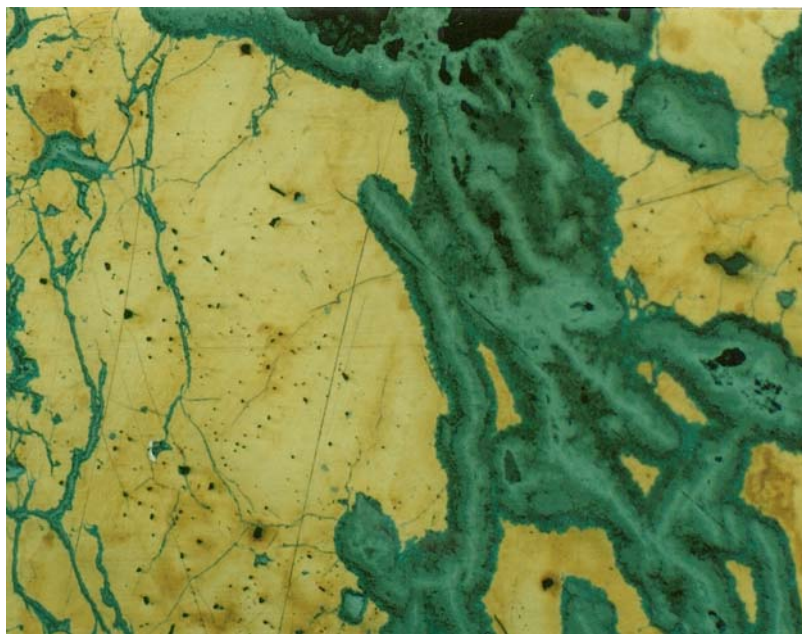
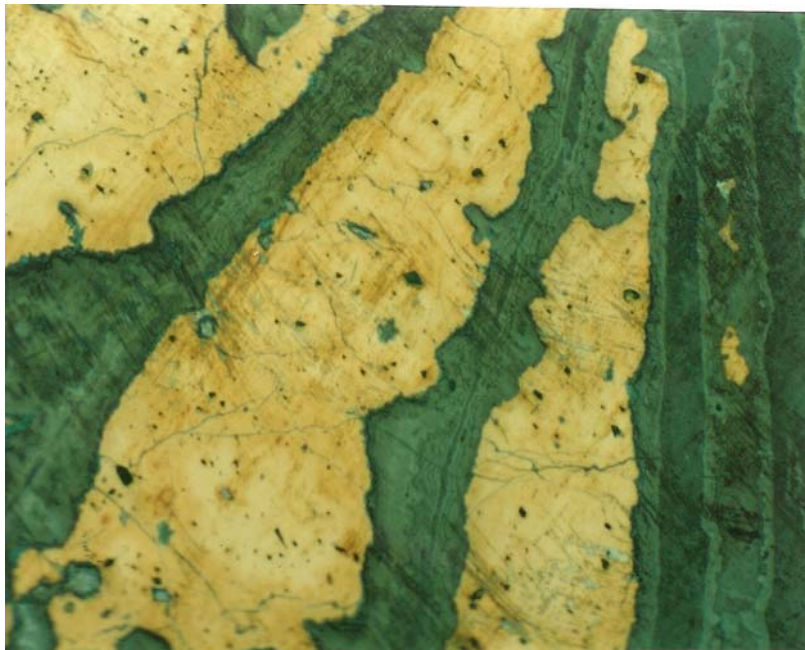
مهمترین کانه های فلزی که در این نمونه مشاهده می شود عبارتند از: کالکوپیریت، کولیت، هماتیت و گوتیت که به صورت شکاف پرکن در امتداد رگه تشکیل شده اند.

مقدار کالکوپیریت زیاد و بیش از ۵۰ درصد مقطع را تشکیل می دهد. این کانه به صورت توده ای (در امتداد رگه) دارای شکستگی های فراوان بوده که در این محل ها توسط گوتیت (سوپرژن) و کولیت حاشیه ای جایگزین شده است.

در بخش هایی از مقطع، مقادیر زیادی هماتیت (۲۰-۱۵ درصد مقطع) با تبدیل شدگی جزئی به گوتیت قابل مشاهده است.



گوتیت و کولیت همانگونه که اشاره شد از تجزیه کالکوپیریت و هماتیت بوجود آمده اند. در شکل (۴-۵) تصویری از این مقطع با تجمع کالکوپیریت مشاهده می شود



**شکل شماره (۴-۵):** تصویری از مقطع MG-S-10 با تجمع کالکوپیریت.

X10

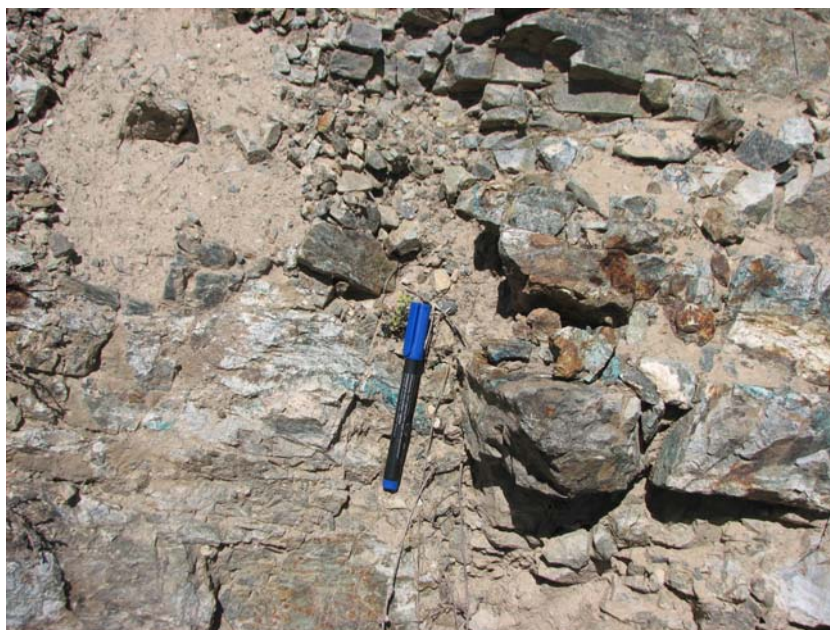
### ۵-۱-۲- منطقه شمال شرق روستای اولی

این اندیس در ۲۲۵۰ متری شمال شرق روستای اولی قرار داشته و سنگ میزبان آن، گدازه های واحد آتشفشانی کرتاسه می باشد. کانی سازی سازی در منطقه شمال شرق روستای اولی عبارت از یک بخش سیلیسی در درون گدازه های آلتره کرتاسه است که این بخش حاوی کانه های فلزی بخصوص کالکوپیریت و کربنات های مس می باشد. امتداد خاص و قابل پیگیری دیده نمی شود و فقط بخش محدودی از آن به طول ۵ تا ۱۰ متر مشاهده می شود. ضخامت بخش مینرالیزه به نیم متر می رسد. با توجه به شواهد صحرایی امتداد این رگه در عمق دور از ذهن نمی باشد. آثار معدنکاری خاصی اطراف این اندیس وجود ندارد. تعداد دو نمونه جهت تهیه مقطع صیقلی (با شماره های MG-S-4,5) و چهار نمونه جهت آنالیز طلا، مس و عناصر همراه (با شماره های MG-I-24,25,26,27) تهیه و به آزمایشگاه جهت مطالعات مربوطه ارسال گردید. نتایج آنالیز نمونه ها در جدول (۵-۲) مشاهده می شود.

#### جدول شماره (۵-۲): نتایج آنالیز نمونه های مس دار شمال شرق روستای اولی

توصیف نمونه	Sample	Au	Pt	Pd	Ag	As	Co	Cu
	UNITS	ppb	ppb	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm
گانگ سیلیسی	MGI-24	215	<10	<10	<5	25	<20	3240
رگه معدنی مس دار	MGI-25	265	10	<10	<5	140	60	5580
رگه معدنی مس دار	MGI-26	220	<10	10	<5	20	20	6860
بخش حاشیه ای رگه	MGI-27	168			9			1580

در اشکال (۵-۵) و (۶-۵) تصاویری از این اندیس مشاهده می شود.



**شکل شماره (۵-۵):** کانی سازی مس در گدازه های کرتاسه



**شکل شماره (۶-۵):** مشابه شکل ۵-۵

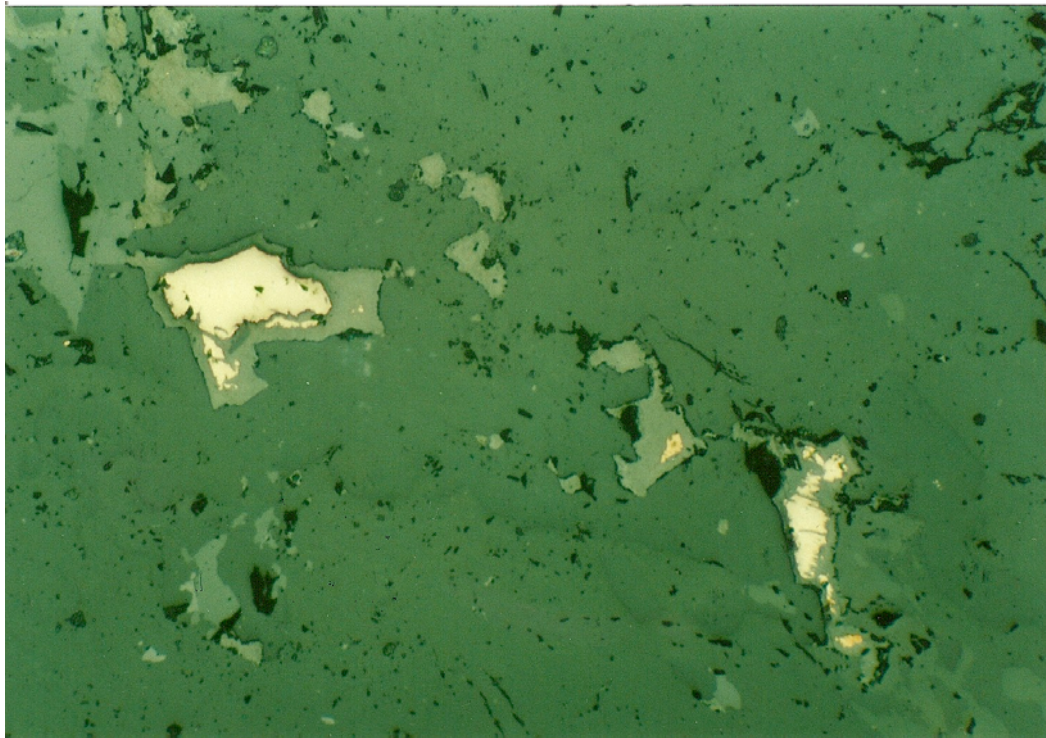


## توصیف مقاطع صیقلی

### توصیف میکروسکوپی مقطع صیقلی MG-S-4

بافت : افشان

مهمترین کانه فلزی که در این نمونه مشاهده می شود کانه کالکوپیریت است که بصورت افشان ، خیلی جزئی وریزدانه در برخی نقاط مقطع دیده می شوند و مقدار آن زیر یک درصد است. کالکوپیریت ها از حاشیه به گوتیت تجزیه شده اند. در شکل (۷-۵) تصویری از این مقطع با کانه های مشخص کالکوپیریت مشاهده می شود.



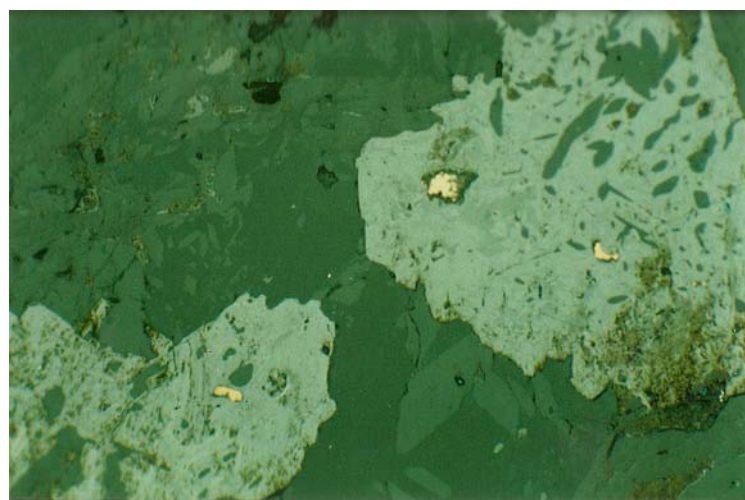
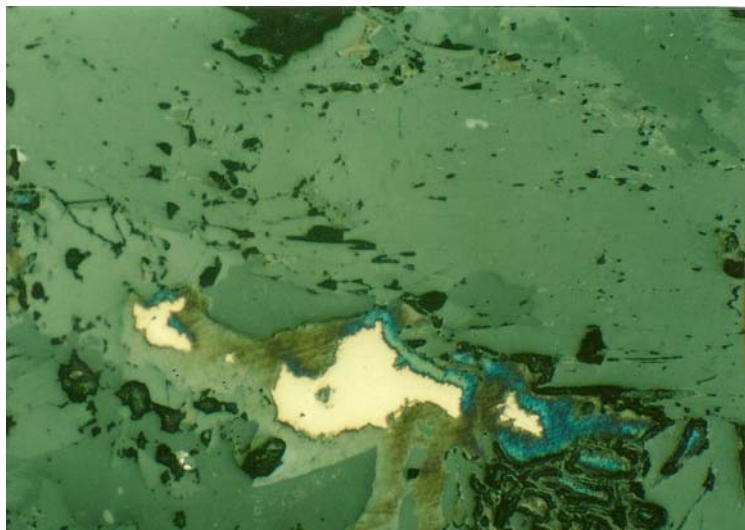
شکل شماره (۷-۵) : تصویری از مقطع MG-S-4 با کانه های مشخص

کالکوپیریت

### توصیف میکروسکوپی مقطع صیقلی MG-S-5

بافت : شکاف پرکن

مهمترین کانه فلزی که در این نمونه مشاهده می شود کانه کالکوپیریت است که با تبدیل شدگی تقریباً کامل به هماتیت بصورت پراکنده و شکاف پرکن دیده می شود. مقدار کالکوپیریت کم و زیر ۲ درصد بوده و فقط در امتداد پرشدگی شکاف (درز یا رگه) دیده می شود. کانه های هماتیت خود نیز در متن سنگ به گوتیت تجزیه شده اند. در شکل (۵-۸) تصاویری از این مقطع با کانه های مشخص کالکوپیریت مشاهده می شود.



**شکل شماره (۵-۸) :** تصاویری از مقطع MG-S-5 با کانه های مشخص

کالکوپیریت



### ۵-۱-۳- منطقه جنوب روستای مردانقم

این اندیس در ۱۱۰۰ متری جنوب، جنوب غرب روستای مردانقم قرار داشته و سنگ میزبان آن، گدازه های واحد آتشفشانی کرتاسه می باشد. کانی سازی در منطقه جنوب روستای مردانقم عبارت از رگچه های حاوی گالن با گسترش کم می باشد. امتداد خاص و قابل پیگیری دیده نمی شود و فقط بخش محدودی از آن مشاهده می شود. ضخامت بخش مینرالیزه به چند سانتیمتر می رسد. آثار معدنکاری در اطراف این اندیس وجود دارد. تعداد یک نمونه جهت تهیه مقطع صیقلی (با شماره MG-S-11) و یک نمونه جهت آنالیز طلا، مس و نقره (با شماره MG-I-42) تهیه و به آزمایشگاه جهت مطالعات مربوطه ارسال گردید. نتایج آنالیز نمونه حاوی ۲۵۰۰۰ گرم در تن سرب، ۹۸۰ گرم برتن مس، ۸۰ گرم برتن نقره و ۳۳ میلی گرم برتن طلا است. در شکل (۵-۹) نمایی از این اندیس مشاهده می شود



شکل شماره (۵-۹): نمایی از رگچه سرب دار

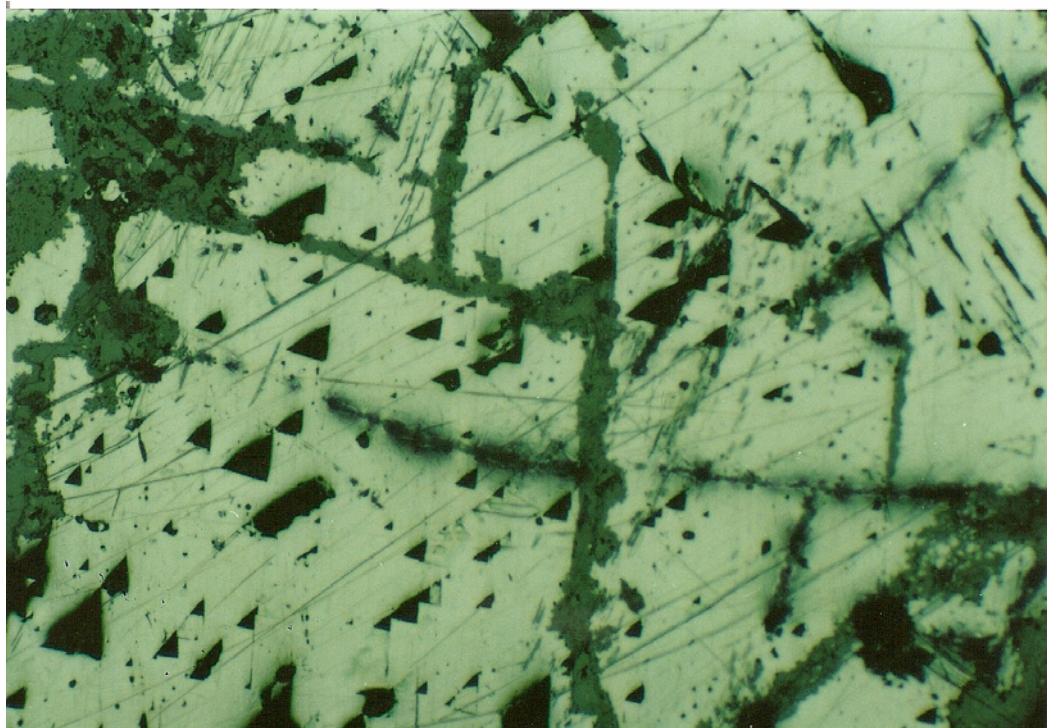
## توصیف میکروسکوپی مقطع صیقلی MG-S-11

بافت : شکاف پرکن - افشان

مهمترین کانه های فلزی که در این نمونه مشاهده می شود عبارتند از: گالن، هماتیت و گوتیت .

گالن بصورت شکاف پرکن و با پیت ها و رخ های مشخص حضور دارد و تقریباً در کل رگه در مقطع مورد مطالعه دیده می شود.

هماتیت و گوتیت به صورت افشان و به مقدار فراوان در مقطع مشاهده می شود. در شکل (۵-۱۰) تصویری از این مقطع با کانه های مشخص گالن مشاهده می شود.



شکل شماره (۵-۱۰) : تصویری از مقطع MG-S-11 با کانه های مشخص گالن

#### ۵-۱-۴- بررسی پتانسیل های غیر فلزی

بطور کلی همانگونه که اشاره شد محدوده اکتشافی از نظر ذخایر معدنی ضعیف بوده و این مسئله در مورد ذخایر معدنی غیر فلزی نیز صادق است.

کانی های رسی (کائولن ، مونت موریونیت) در محدوده اکتشافی گرچه دارای گسترش زیادی هستند اما وجود اکسید آهن (بیش از دو درصد) در آنها از مرغوبیت این ماده معدنی می کاهد. بعلاوه دوری از بازارهای مصرف برای این ماده معدنی از عوامل منفی و بازدارنده جهت اکتشاف این ماده معدنی می باشد.

توده گرانیتی و سنگ های آتشفشانی در اثر تکتونیک منطقه و آلتراسیون های موجود بقدری خرد و دگرسان شده اند که امکان استفاده از آنها بعنوان مصالح ساختمانی مقدور نمی باشد.

آبراهه های منطقه نیز از گسترش لازم برای استفاده از آبرفت های آن (جهت احداث کارخانه شن و ماسه) برخوردار نیستند.

## ۵-۱-۵- بررسی پتانسیل گرانیتوئیدها از نظر کانی سازی قلع و تنگستن بر اساس معیارهای ژئوشیمیایی

بطور کلی بر حسب اینکه توده های آذرین واجد و یا فاقد پتانسیل کانی سازی و اقتصادی برای عنصر یا عناصر خاصی باشند به ترتیب به توده های بارور (زایا) و عقیم (نازا) تقسیم بندی می شوند. با توجه به رفتار ژئوشیمیایی Sn و W در طی روند تبلور ماگما که تا مراحل نهایی مذاب باقیمانده و عمدتاً کانیهای ویژه خود را تشکیل می دهند می توان گفت که تمرکز عناصر مذکور را بیشتر در فازهای درشت بلور گرانیت و پگماتیت باید انتظار داشت.

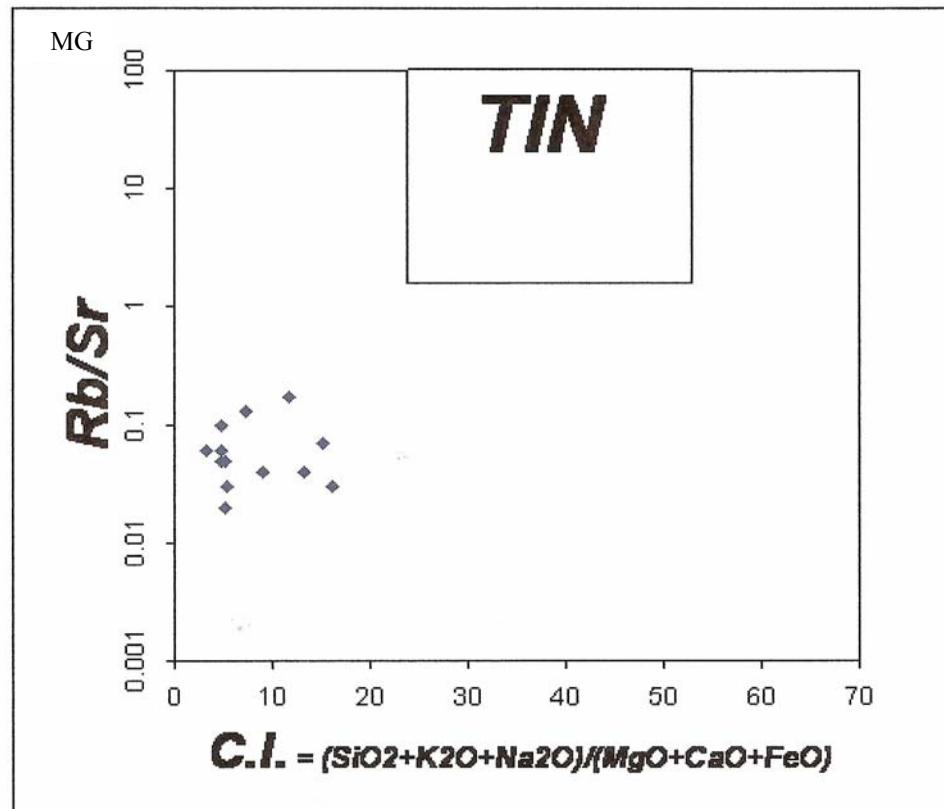
نکته مهم این است که عناصر با میزان زمینه (میانگین درصد فراوانی عنصر در پوسته زمین یا همان کلارک) ارزش اقتصادی نداشته و جهت مقرون به صرفه شدن از نظر استخراج و استحصال باید مقدار آن توسط ضریب تمرکز افزایش یافته تا به آستانه اقتصادی برسند. بطور مثال ضریب تمرکز برای عناصر قلع و تنگستن منوط به افزایش ۷۰۰-۵۰۰ برابر می باشد یعنی بارور شدن یک توده گرانیتی از لحاظ عناصر مذکور، منوط به افزایش ۷۰۰-۵۰۰ برابر آنها نسبت به حالت عادی است.

با توجه به نتایج آنالیز نمونه ها که در پیوست مشاهده می شود، میزان عنصر تنگستن در نمونه ها بسیار پایین می باشد. این مسئله بیانگر تمرکز پائین تنگستن در توده گرانیتوئیدی اردوباد می باشد.

از طرفی کریم پور و لارج (۱۳۷۱) عقیده دارند که در گرانیت های حاوی قلع نسبت Rb/Sr بایستی بیش از ۸ باشد که این نسبت در سنگهای گرانیتی اردوباد بسیار پایین می باشد.

Karimpour & Bowes (1983) با استفاده از دو پارامتر C.I. (ضریب رنگینی) و نسبت Rb/Sr محدودده ای را برای کانسارهای قلع در نمودار Rb/Sr - C.I. پیشنهاد

نموده اند. با توجه به شکل (۵-۱۱) محدوده نمونه ها در نمودار مشاهده می شود و به همین دلیل می توان گفت که این توده نسبت به قلع نازا می باشند.



**شکل شماره (۵-۱۱):** موقعیت سنگ های توده گرانیتهی در نمودار Rb/Sr-C.I.

از کریم پور و باوز (۱۹۸۳)

### ۵-۲- دگرسانی در محدوده اکتشافی

در محدوده اکتشافی، همانگونه که در فصل سه اشاره شده است دگرسانی های متنوع و متعددی قابل جستجو و پیگیری است. کنترل میدانی تقریباً اکثر این دگرسانی ها را تایید نمود. مهمترین آلتراسیون های مشاهده شده در محدوده اکتشافی عبارت اند از:

- **آلتراسیون سریسیتیک** که با مجموعه کانی های کوارتز، سریسیت، پیریت، کائولن و... مشخص می شود و در اکثر ذخایر ماگمایی و گرمابی مشاهده می شود. این آلتراسیون بیشترین گسترش را در محدوده اکتشافی دارد.

- **آلتراسیون پروپلیتک** که با مجموعه کانی های اپیدوت، زوئیزیت، کلریت، کلسیت و... مشخص می شود و در اکثر ذخایر ماگمایی و گرمابی مشاهده می شود. این آلتراسیون دارای گسترش کمی در محدوده اکتشافی بوده و فقط در جنوب روستای احمد آباد قابل ردیابی است.

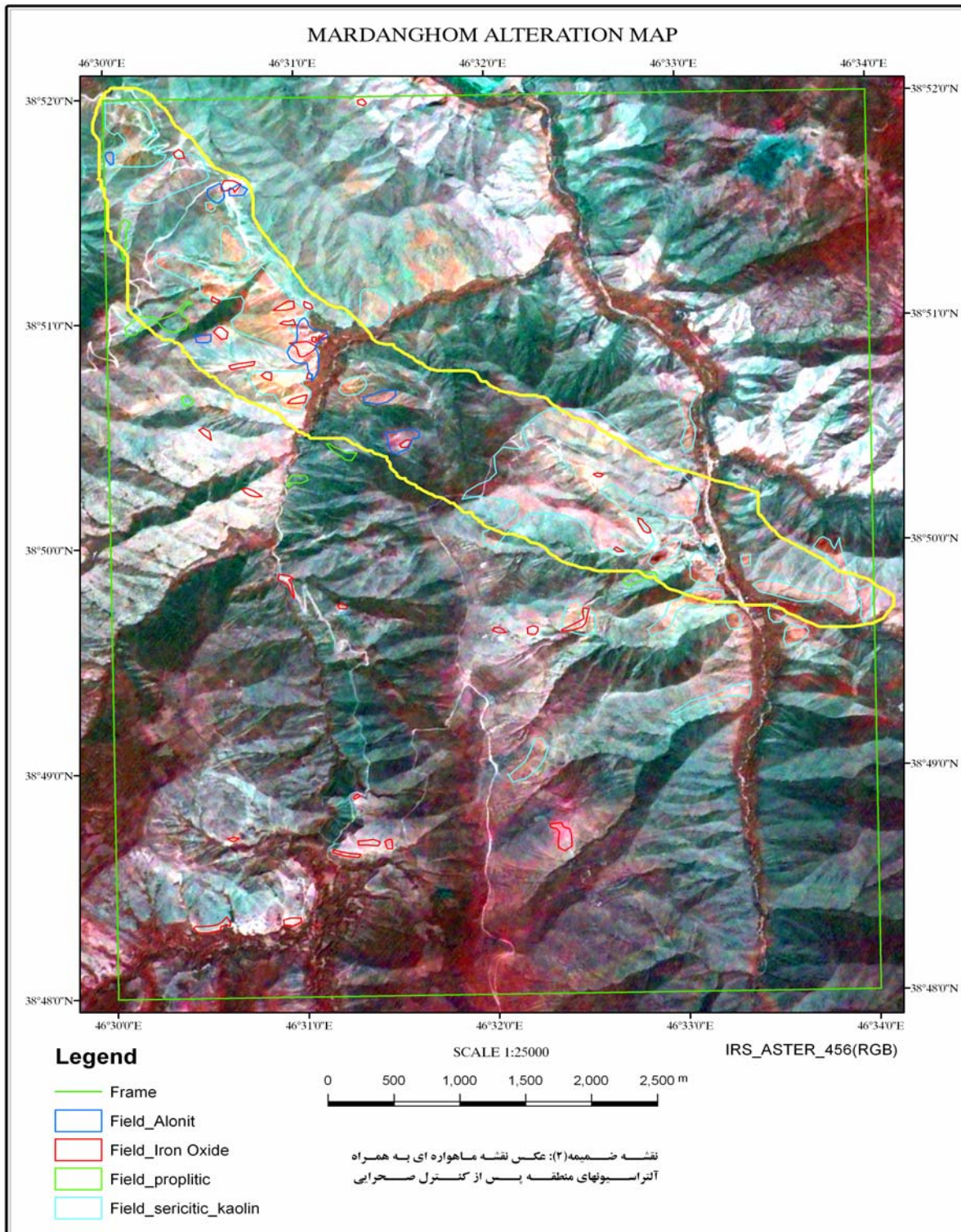
- **آلتراسیون آلونیتی** که با مجموعه کانی های آلونیت، کوارتز و کلسدونی مشخص می شود و در بخش فوقانی سیستم های مس پورفیری و برخی کانسار های اپی ترمال مشاهده می شود. این آلتراسیون دارای گسترش کمی در محدوده اکتشافی بوده و فقط در جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب روستای احمد آباد قابل ردیابی است. بطور کلی می توان دو محدوده دگرسانی بزرگ را در محدوده اکتشافی شناسایی نمود:

اول دگرسانی غرب روستای مردانقم و دوم دگرسانی غرب - شمال غرب روستای احمد آباد.

### ۵-۲-۱- آلتراسیون غرب روستای مردانقم

آلتراسیون های بسیار مشخص عبارت از: زون آلتراسیون سریسیتی - کائولینیتی که بر واحد آتشفشانی کرتاسه عمل کرده است. اندیس مس و سرب در این آلتراسیون قرار دارد چنین به نظر می رسد که این آلتراسیون و آلتراسیون شمال غرب احمد آباد بر روی یک روند خطی شمال غرب - جنوب شرق قرار گرفته اند. نمونه های سیلیسی این آلتراسیون فاقد مینرالیزاسیون خاصی است. در شکل (۵-۱۲) آلتراسیون های کنترل شده بر روی تصویر ماهواره ای نشان داده شده است. در اشکال (۵-۳۲) و (۵-۱۴) نیز تصاویری از آلتراسیون در غرب روستای مردانقم مشاهده می شود. در نمونه های مقاطع نازک این مجموعه آلتراسیونی، تبدیل فلدسپات ها به کانی های رسی (سریسیت، کائولن) مشاهده می شود.





شکل شماره (۵-۱۲): آتراسیون های کنترل شده توسط ساختارهای خطی NW-SE

از مردانقم تا احمد آباد که با رنگ زرد مشخص شده است .



**شکل شماره (۵-۱۳):** دور نمایی از بخش آلتیره غرب مردانقم- دید به شمال



**شکل شماره (۵-۱۴):** نمایی از بخش آلتیره غرب مردانقم- دید به شمال



## ۵-۲-۲- آلتراسیون غرب- شمال غرب روستای احمدآباد

آلتراسیون مشخص عبارت از آلتراسیون سریستی و به مقدار محدود آلتراسیون های پروپیلیتیک و آلتراسیون آلونیتی است. با توجه به نزدیک بودن به توده نفوذی تاثیر این آلتراسیون بسیار شدید بوده و گاه از بافت و ساخت اولیه سنگ ها چیزی باقی نمانده است. نمونه های سیلیسی این آلتراسیون گاه مینرالیزاسیون خاصی را نشان می دهند برای مثال نمونه MG-I-19 که مربوط به بخش های سیلیسی آلتراسیون می باشد دارای ۱۷۰ میلی گرم در تن (ppb) طلا می باشد. نتایج آنالیز XRD بیانگر کانی های دگرسانی نظیر ژپس، ناتروژاروسیت، کائولینیت، آلبیت، کوارتز، مونت موریونیت، آنکریت و کلسیت می باشد. در مقاطع نازک دگرسان شدن فلدسپات ها به کانی های رسی (سریسیت، مونت موریونیت و کائولن) مشاهده می شود. در اشکال (۵-۱۵) الی (۵-۱۷) تصاویری از آلتراسیون در غرب - شمال غرب احمدآباد مشاهده می شود.



**شکل شماره (۵-۱۵):** دور نمایی از آلتراسیون شدید شمال غرب روستای

احمدآباد، دید به غرب



**شکل شماره (۵-۱۶):** نمایی از آلتراسیون شدید شمال غرب

روستای احمدآباد، دید به غرب



**شکل شماره (۵-۱۷):** نمایی از بخش های سیلیسی با آنومالی طلا در آلتراسیون

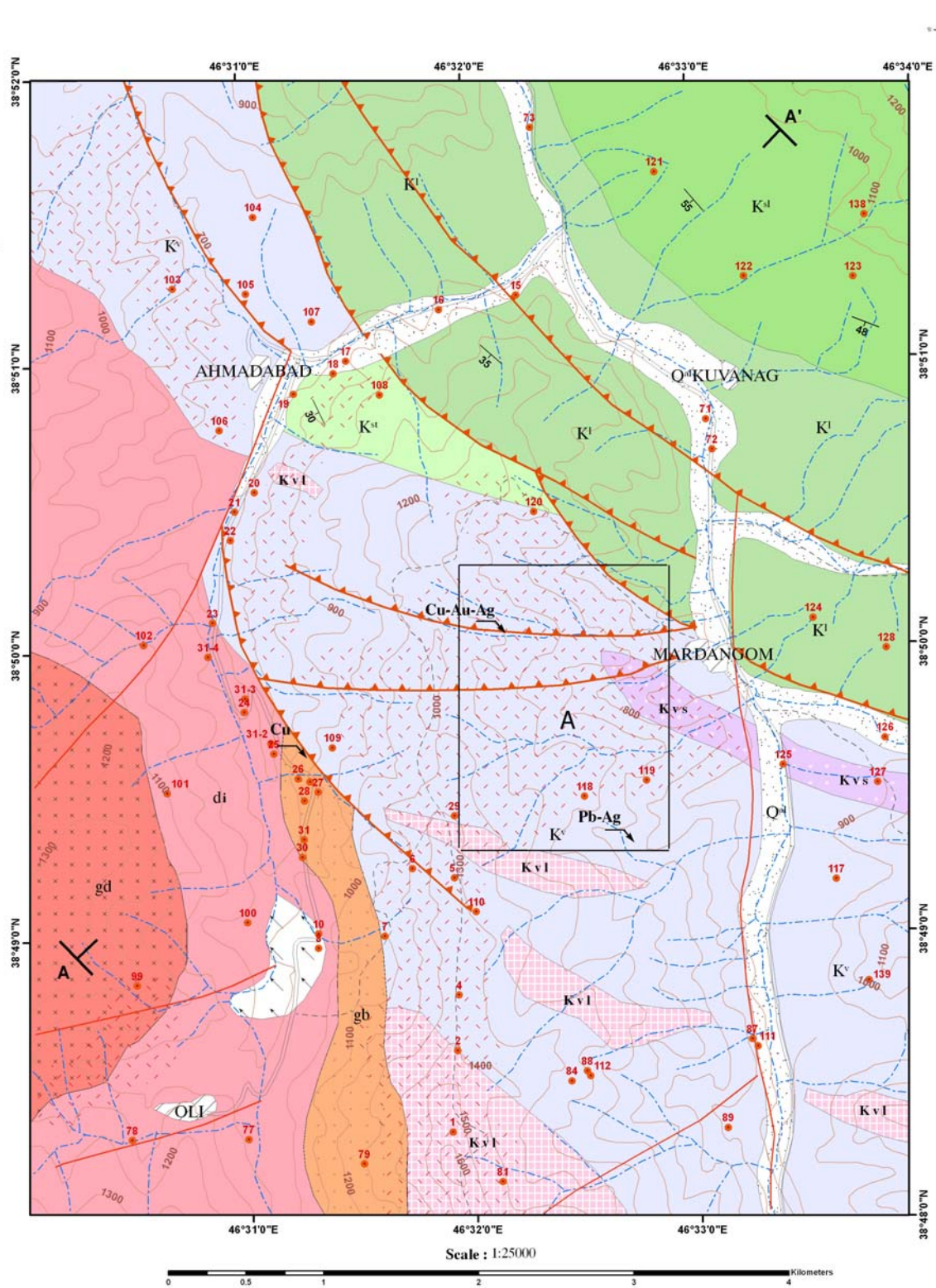
شدید شمال غرب روستای احمدآباد

### ۵-۳- نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه به نتایج موجود، می توان چنین نتیجه گیری نمود که محدوده اکتشافی مردانقم از نظر کانه زایی ضعیف بوده ولی گسترش آلتراسیون در آن وسیع می باشد. با توجه به وجود رگه کانه دار در غرب روستای مردانقم و نتایج آنالیزهای مناسب بر روی رگه (نتایج مناسب برای طلا و مس)، حضور کارهای قدیمی معدن کاری، عبور گسلهای رانده از نزدیکی محل کانه زائی و نیز نزدیکی به توده نفوذی در صورت ادامه عملیات اکتشاف در محدوده، منطقه A در غرب روستای مردانقم با وسعت حدود ۳ کیلومتر مربع جهت پی جویی طلا، مس، نقره و سایر فلزات همراه طلا پیشنهاد می گردد (شکل ۵-۱۸). این محدوده بر روی سنگ های آتشفشانی کرتاسه قرار دارد که تحت تاثیر محلول های هیدروترمالی دگرسان شده و آثار کانی سازی در آن پنهان است. آلتراسیون غالب این منطقه، آلتراسیون سریستیک می باشد.



Geological of Mardanghom نقشه زمین شناسی مردانقم



شکل شماره (۵-۱۸): محدوده پیشنهادی برای ادامه عملیات اکتشافی



#### ۵-۴- شرح عملیات اجرایی پیشنهادی

- تهیه نقشه توپوگرافی و زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ از محدوده پیشنهادی (بر اساس مراحل اکتشاف)
- نمونه برداری سطحی از واحدهای سنگی جهت دستیابی به آنومالی های سطحی
- حفر ترانشه در محل های آنومالی سطحی
- نمونه برداری از ترانشه های احدائی
- اجرای عملیات ژئوفیزیک جهت شناسایی آنومالی های زیر سطحی (در محدوده مس دار مردانقم جهت شناسایی روند رگه در زیر زمین)
- نمونه برداری از واحدهای آلتره و تعیین دقیق موقعیت آلتراسیون در نقشه کلی منطقه.
- جمع بندی اطلاعات و معرفی مناطق مستعد برای ادامه عملیات اکتشاف در مقیاس ۱:۱۰۰۰

## مختصات نمونه های برداشت شده در مرحله اول نمونه برداری

جدول نمونه های برداشت شده		
شماره نمونه	X	Y
1	632985	4296283
2	633014	4296808
4	633023	4297167
5	632992	4297922
6	632722	4297982
7	632543	4297546
8	632117	4297468
10	632116	4297560
11	633455	4303277
12	634211	4304034
13	634225	4304080
14	634491	4304493
15	633386	4301679
16	632888	4301585
17	632290	4301252
18	632210	4301171
19	631953	4301039
20	631701	4300403
21	631575	4300278
22	631548	4300094
23	631432	4299561
24	631637	4298989
25	631828	4298720
26	631986	4298560
27	632114	4298475
28	632025	4298419
29	632992	4298322
30	632013	4298055
31	632024	4298168
31-1	632062	4298540
31-2	631809	4298788
31-3	631642	4299076
31-4	631404	4299340
71	634612	4300882
72	634651	4300687
73	633476	4302761
74	631702	4305481

لیست ومختصات نمونه های جذب اتمی، آنالیز طلا و ICP			
ردیف	کد نمونه	X	Y
1	MG-I-1	631852	4298444
2	MG-I-2	630811	4296385
3	MG-I-3	630811	4296385
4	MG-I-4	631706	4296646
5	MG-I-5	632297	4296983
6	MG-I-6	632570	4297200
7	MG-I-7	633120	4298921
8	MG-I-8	633465	4298511
9	MG-I-9	633049	4296006
10	MG-I-10	633013	4296715
11	MG-I-11	633661	4297157
12	MG-I-12	630719	4302689
13	MG-I-13	630506	4302439
14	MG-I-14	631119	4301832
15	MG-I-15	631150	4301833
16	MG-I-16	631479	4301906
17	MG-I-17	631479	4301906
18	MG-I-18	631391	4301529
19	MG-I-19	631423	4300946
20	MG-I-20	631423	4300946
21	MG-I-21	632008	4300990
22	MG-I-22	631538	4299823
23	MG-I-23	631801	4299932
24	MG-I-24	631901	4298861
25	MG-I-25	631901	4298861
26	MG-I-26	631943	4298803
27	MG-I-27	631919	4298768
28	MG-I-28	633083	4300210
29	MG-I-29	634192	4301178
30	MG-I-30	634493	4300165
31	MG-I-31	635221	4298818
32	MG-I-32	635285	4297894
33	MG-I-33	633139	4299572
34	MG-I-34	633139	4299572
35	MG-I-35	633139	4299572
36	MG-I-36	633139	4299572
37	MG-I-37	633139	4299572
38	MG-I-38	633065	4300243
39	MG-I-39	634074	4298182
40	MG-I-40	634074	4298182
41	MG-I-41	634074	4298182
42	MG-I-42	634141	4298204
43	MG-I-43	634293	4297784
44	MG-I-44	634100	4298182
45	MG-I-45	634293	4297784
46	MG-I-46	632832	4299305

لیست ومختصات نمونه های آنالیز XRF			
ردیف	کد نمونه	X	Y
1	MG-F-1	632240	4296400
2	MG-F-2	630950	4301418
3	MG-F-3	631647	4296137
4	MG-F-4	630624	4296737
5	MG-F-5	631368	4296965
6	MG-F-6	630681	4296768
7	MG-F-7	631194	4297286
8	MG-F-8	633120	4298921
9	MG-F-9	633845	4296019
10	MG-F-10	634484	4296724
11	MG-F-11	634765	4297268
12	MG-F-12	635427	4296632
13	MG-F-13	630974	4300843
14	MG-F-14	630022	4297480
15	MG-F-15	631192	4300292
16	MG-F-16	631107	4299612
17	MG-F-17	630607	4299203
18	MG-F-18	630826	4298497
19	MG-F-19	630994	4297822
20	MG-F-20	631002	4297492
21	MG-F-21	632832	4299305

لیست ومختصات نمونه های آنالیز XRD			
ردیف	کد نمونه	X	Y
1	MG-X-1	631852	4298444
2	MG-X-2	631852	4298444
3	MG-X-3	632637	4297565
4	MG-X-4	630811	4296385
5	MG-X-5	633120	4298921
6	MG-X-6	633049	4296006
7	MG-X-7	633013	4296715
8	MG-X-8	633661	4297157
9	MG-X-9	630693	4301597
10	MG-X-10	631423	4300946
11	MG-X-11	633083	4300210
12	MG-X-12	634074	4298182

لیست ومختصات نمونه های مقاطع نازک			
ردیف	کد نمونه	X	Y
1	MG-P-1	631852	4298444
2	MG-P-2	631647	4296137
3	MG-P-3	632297	4296983
4	MG-P-4	633120	4298921
5	MG-P-5	633845	4296019
6	MG-P-6	633661	4297157
7	MG-P-7	633187	4300418
8	MG-P-8	631518	4302715
9	MG-P-9	630457	4301273
10	MG-P-10	631423	4300946
11	MG-P-11	631379	4300671
12	MG-P-12	631107	4299612
13	MG-P-13	632268	4300893
14	MG-P-14	632268	4300893
15	MG-P-15	632239	4301607
16	MG-P-16	630607	4299203
17	MG-P-17	633132	4301527
18	MG-P-18	635221	4298818
19	MG-P-19	633139	4299572
20	MG-P-20	634090	4297784
21	MG-P-21	634100	4298182

لیست ومختصات نمونه های مقاطع صیقلی			
ردیف	کد نمونه	X	Y
1	MG-S-1	631852	4298444
2	MG-S-2	632297	4296983
3	MG-S-3	630457	4301273
4	MG-S-4	631901	4298861
5	MG-S-5	631943	4298803
6	MG-S-6	634370	4299762
7	MG-S-7	635221	4298818
8	MG-S-8	633139	4299572
9	MG-S-9	633139	4299572
10	MG-S-10	633139	4299572
11	MG-S-11	634141	4298204



