

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت صنایع و معادن  
سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان غربی

## اکتشاف جیوه تپ خان کلی و عناصر همراه

انجام مطالعات دور سنجی بر اساس داده های ماهوراه ای و تهیه و تعبیر و تفسیر  
نقشه های مربوطه ( تشکیلات زمین شناسی زون های مینرالیزه و آلتزه جیوه  
تپ خان کلی شهرستان چالدران)

مجری طرح: آقای مهندس ناصر زرگر

مهندسین مشاور کاوشگران

تیر ماه 1375

فهرست مطالب:

- 1-مقدمه
- 2- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی
- 3- ژئومورفولوژی
- 4- روش مطالعه
- 5- زمین شناسی ناحیه ای منطقه طرح
- 5-1- ساختار منطقه ای و چینه شناسی
- 5-2- ماگماتیسم میوسن پسین – کواترنر

- 6- متالورژني و مدل زایشی جیوه
- 7- زمین شناسی مناطق مورد بررسی
- 7-1- زمین شناسی سازندهای برقراره ای- پلاتفرمی
- 7-2- رخساره پوسته اقیانوسی و هم‌تافت افیولیتی
- 7-2-1- سنگهای دگرگونی
- 7-2-2- هم‌تافت های افیولیتی و فلیش ها
- 7-2-3- مجموعه ماگمایی بازپویایی تکتونو- ماگمایی
- 8- منطقه بندی ساختاری وزونهای مستعد
- 8-1- محدوده خان گلی- سیاه چشمه
- 8-2- محدوده مندلیخ- بابانور
- 8-3- محدوده کوه اورین منطقه دیزج اشنویه
- 8-4- منطقه دیزج اشنویه

#### فهرست نمودارها

##### عنوان

نمودار شماره یک: روند بررسی پیش بینی متالورژنی ناحیه ای و خاص  
نمودار شماره 2: تکوین سیستم زاینده کانسارهای ولکانوژنیک Hg و Au

#### فهرست عکس- نقشه

##### عنوان:

عکس نقشه شماره 1: پردازش ماهواره ای برای تعیین زون های دگرسان دگرسانی برنگ آبی فیروزه ای در تصویر دیده می شود.

عکس نقشه شماره 2: تصویر ماهواره ای از منطقه ماکو با آتش فشانی کوه آرارات، گدازه های سیاه رنگ جریان رو به جنوب مواد مذاب را در حوالی بازرگان نشان می دهد، در گوشه خاوری عکس نیز گدازه های جریان دشت را فرا گرفته است. آتشفشان آرارات از نمونه های بارز پویایی تکتونوماگمایی بحساب می آید.

عکس نقشه شماره 3: پردازش ماهواره ای برای تعیین زونهای دگرسان (دگرسانی به رنگ آبی فیروزه ای در تصویر دیده می شود)

عکس نقشه شماره 4: از منطقه خوی که دو خطواره ( $L_1$  و  $L_2$ ) موازی در گوشه شمال خاوری از بارزترین ساختارهای شمال خاوری است که از ورای مرزهای کشور در جنوب باختری تا کناره دریای خزر (باکو) کشیده شده است.

عکس نقشه شماره 5: شمال شرق کوه اورین، در پهنه اصلی، یکی در شمال بازمینه صورتی مجموعه دگرگونی- افیولیتی و دیگری در جنوب باختری با هویت افیولیتی- فلیشی، مرز بین دو پهنه گسسته و معبر خروج مواد مذاب نئوژن- کواترنر و تشکیل میدان ژئوترمال و تراورتن زایی بوده است. تقاطع خطواره های  $L_1$  و  $L_2$  با سیستم گسله معبر مناسب را فراهم ساخته است.

**فهرست نقشه ها:**

PROGNOSIS METALLOGENIC MAP OF AREA 1:100,000  
PROGNOSIS METALLOGENIC MAP OF MAKU 1:100,000

#### **1-مقدمه:**

در اجرای قرارداد شماره 110/223667 مورخ 80/10/3 منعقد شده بین سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان غربی و شرکت مهندسی مشاور کاوشگران، مطابق شرح خدمات قرارداد، به محدوده جغرافیایی با مشخصات زیر به این مهندسی مشاور واگذار گردید:

1- منطقه ماکو به وسعت 1688 کیلومتر مربع در مختصات 44-44/30 طول شرقی و

39-39/30 عرض شمالی

2- منطقه نازلو به وسعت 1210 كيلومتر مربع در مختصات 44/15-45 طول شرقي و 37-37/15 عرض شمالي

3- منطقه خوي به وسعت 2315 كيلومتر مربع در مختصات 44/15-45 طول شرقي و 39-38/30 عرض شمالي

مطالعات و بررسيهاي زير در سه محدوده فوق انجام پذيرفت:

الف) تهيه اطلاعات و مدارك و بررسي داده هاي زمين شناسي و اكتشافی پيشين

ب) تهيه داده هاي ماهواره اي TM به شماره صفحه هاي 168-33، 164-33 و 146-34

ج) ژئوكد (Geocode) نمودن و انجام تصميمات و تعيين مختصات براي تهيه عكس - نقشه هاي پايه

د) پردازش داده هاي ماهواره اي براي تفكيكي ليتولوژي، ساختار، دگرسانی،

ژئومورفولوژي، زونهاي پويابي تكتونو- ماگمائي، مناطق متاثر از وبكانيسم جوان

ر) تحليل عكسهاي ماهواره اي NOAA در مقياس كوچك براي شناخت ساختارهاي ناحيه اصلي و تهيه نقشه زمين ساخت 1/5000000 و 1/2500000 به منظور تعيين قالب و سيستم هاي ساختاري ناحيه اي

ز) پردازش و تفسير داده هاي ماهواره اي براي تهيه نقشه هاي موضوعي 1/100000 براي محدوده هاي طرح

س) تلفيق كلييه داده ها در سيستم GIS و تجزيه و تحليل مناطق اميد بخش

ش) تفكيك و مشخص نموده محل و موقعيت هاي زونهاي مستعد كاني سازي جيوه و عناصر همراه آن.

پس از بررسي و تلفيق كلييه داده هاي اطلاعاتي و رقومي و تعبير و تفسير نتايج آنها، گزارش حاضر در قالب گزارش ارائه شده است.

## 2- موقعيت جغرافيايي و راههاي دسترسي

هرسه محدوده مورد مطالعه در استان آذربايجان غربي در جوار مرز ايران با تركيه قرار دارد. اين محدوده ها از سه طريق جاده هاي مرزي محور خوي- ماکو، ماکو- ضياءالدين (سرچشمه)، دره قطور، محور اروميه- سروقابل دسترسي مي باشند. بجز محورهاي اصلي مورد اشاره راههاي خاكي كوهستاني و جاده هاي عشائري موجود تقريباً تمام مناطق طرح به جز محدوده هاي مرزي را قابل دسترسي ساخته است. اگرچه در فصول بارندگي، دسترسي به مناطق مذکور



با دشواریهایی همراه است. در شکل شماره 1 محدوده های مورد مطالعه در طرح منطقه مشخص شده است.

### 3- ژئومورفولوژی

مناطق مورد اشاره در طرح تماماً در محور کوهستانی مرزایران و ترکیه قرار داشته که بواسطه ساختار زمین شناسی، به خصوص داشتن چهره افیولیت و آمیزه افیولیتی دریک زمین لرزه (Geo- suture) مربوط دانست. علت تشکیل چنین مورفولوژی خشن و کوهستانی را می توان به جوان بودن تصادم قاره ای، بسته شدن حوضه اقیانوسی و پویایی تکتونوماگمایی پس از تصادم (Collision) و همچنین نفوذ توده های ساب و لکانیک (کوه اورین) و لکانیسم نئوژن و آتشفشانی های کواترنر منتسب کرد که خط الراس آنها مرز بین دو کشور بوده و دو حوضه بین قاره ای مستقل دریاچه ارومیه و دریاچه وان سیستم آبهای سطحی را در اختیار دارند. علاوه بر آنها سیستم رودخانه ارس در شمالی ترین بخش و رودخانه های کردستان رادر جنوبی ترین قسمت به این مجموعه اضافه نمود.

از نظر مورفولوژی چهره این منطقه را میتوان مربوط به سرزمین های جوان با دره های ژرف و قله مرتفع با روندهای شمال غربی، شمال، شمال غربی و شرقی-غربی است که تماماً معلول حوادث تکتونیکی جوان به ویژه در زمان نئوژن می باشد.

محدوده های کم ارتفاع عموماً متعلق به سریهای دگرگونی است اگرچه مورفوتکتونیک منطقه نشان از وجود توده های آذرین پنهان در ژرفا و لزوماً چهره توپوگرافی- فرسایشی خشن و ناهموار دارد. تخریب رودخانه ای- سیلابی، رانش و ریزش های دامنه کوهستانی عمده ترین عامل پویا در شکل گیری سیمای کنونی محدوده های مورد مطالعه طرح است.

### 4- روش مطالعه

امروزه شناخت منابع معدنی هر سرزمین ب مبنای داده های متنوع از شاخه های مختلف علوم زمین یا به عبارت دیگر GEODATA با استفاده از فن آوریهای نوین و با بهره گیری از منطق متناسب با اهداف مورد نظر صورت می گیرد. در گذشته اکتشاف رفتن و دیدن بود اما اکنون به اندیشیدن قبل از رفتن و پیش بینی کردن قبل از کنترل صحرائی تغییر وضع داده است و در این طریق فراگردهای ویژه ای را برای آن در نظر می گیرند که پایه و اساس آن در نمودار شکل یک نشان داده شده است.

بر پایه طرح مطالعاتی مذکور و با پردازش داده های ماهواره ای TM از مناظر 34-168 و 33-169، نقشه های زمین شناسی 1/250000 ماکو، سرو، ارومیه، مهاباد و خوی، نقشه های توپوگرافی 1/250000 و 1/50000 بهره گرفته شده و لایه های اطلاعاتی زیرتهیه شده است. لایه های اطلاعاتی یا Geodata های استفاده شده شامل موارد زیر می باشد:

1- نقشه توپوگرافی عمومی در مقیاس 1/250000 ( منحنی های اصلی جهت سیمای توپوگرافی و شکل بلندیها)

2- سیستم آبراهه ای و الگوی عمومی آنها

3- گسل های پیاده شده در نقشه های زمین شناسی

4- سازندها و همتافت های اصلی ( قاره ای، پوسته اقیانوسی و...)

5- سیستم های ولکانو- پلوتونی و گستره سنگهای ساب ولکانیک، آتش فشانی و ...

6- زونهای دگرسان گرمایی استخراجی از داده های ماهواره ای

7- ساختارهای خطی و حلقوی تفسیری از پردازش های ماهواره ای

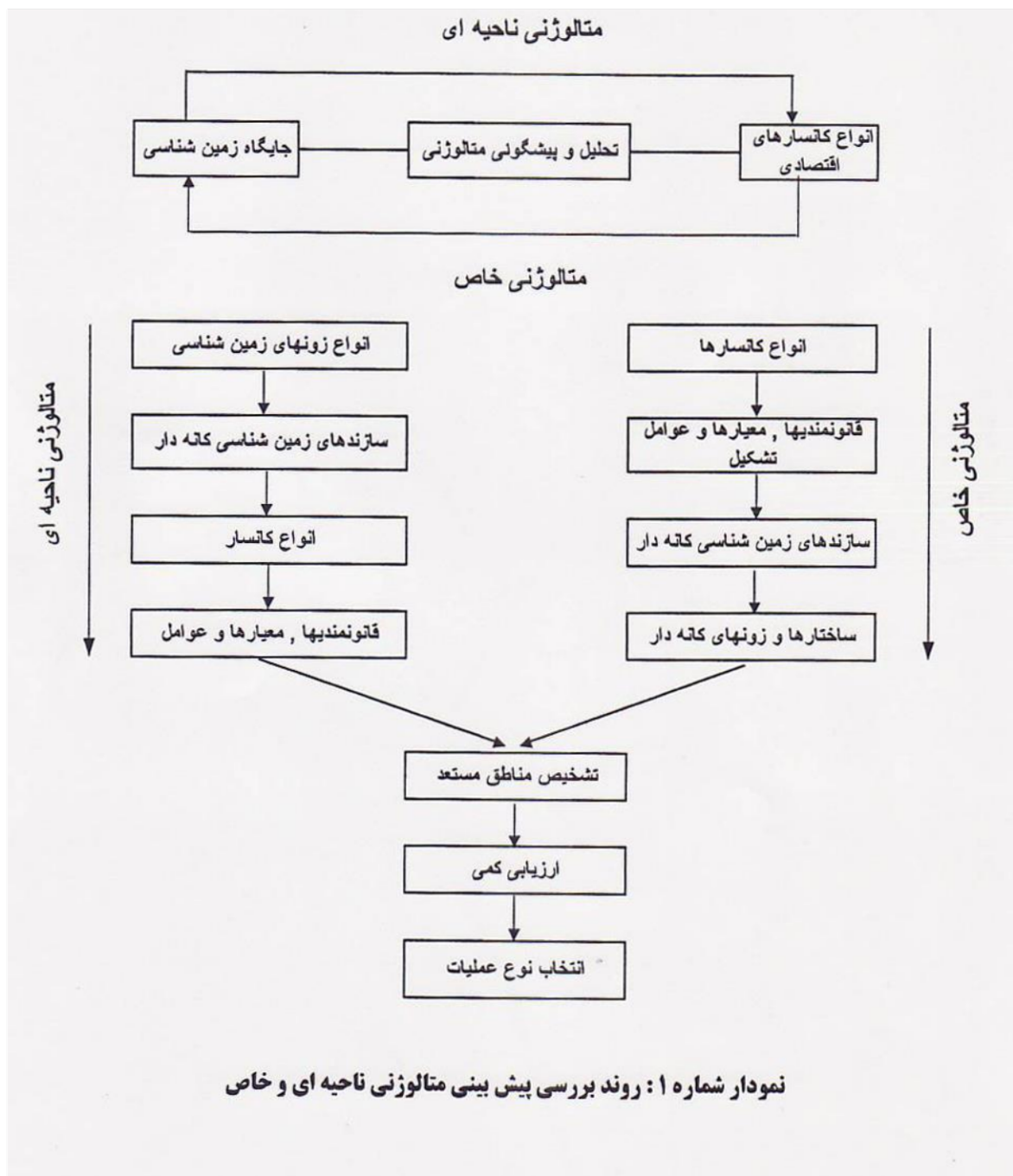
8- آثار و شواهد کانی سازی و گرمایی

کلیه اطلاعات مزبور مورد تفسیر و در سیستم GIS مورد ارزیابی مقدماتی قرار گرفته که پس از کنترل زمینی و عینیت بخشیدن به آنها ارزیابی کمی خواهند داشت.

حاصل این بررسی ها شناخت سه محدوده مناسب ( شماره های 1 و 2 مشتمل بر 1-2، 2-2، 2-

3،3) گردیده که از آن میان زونهای 1، 1-2 و 2-2 از اهمیت بالاتری برای اکتشاف Hs, As,

Hu, Cu, Sb بوده و مناسب اکتشاف معرفی می گردد.



نمودار شماره ۱: روند بررسی پیش بینی متالورژی ناحیه ای و خاص

## 5- زمین شناسی ناحیه ای منطقه طرح

### 5-1- ساختار منطقه ای و چینه شناسی

بر پایه اطلاعات موجود، نقشه های زمین شناسی محدوده طرح در شمال باختری ایران و در زون افیولیتی تاروس- زاگرس قرار دارد که در یک تصویر عمومی در منطقه ای با زمین شناسی و سرشت متفاوت جای گرفته است. عمده ترین ویژگی این بخش از سرزمین ایران وجود پوسته قاره ای گندوانایی، رخساره اپی-پلاتفرم کرانه گندوانا، رخساره ولکانوژنیک- رسوبی کرانه

جنوبی پالتوننیس، رخساره فلیشی- مولاسی تصادم وبسته شدن حوضه اقیانوسی، فروهشته های بعد از تصادم در زمان الیگو- میوسن، پویایی تکتونو- ماگمایی نوژن- کواترترو فعالیت خطواره های ژرف با ایجاد ساختارهای ریختی (دریاچه ارومیه) و ماگماتیسم همراه آن در این بخش از خاورمیانه است.

در یک تقسیم بندی کلی این منطقه به دو پهنه اصلی، یکی خرد قاره نخجوان- مرنند- ماکو و دیگری زون افیولیتی خوی قابل تقسیم است. خرد قاره نخجوان- مرنند - ماکو دارای پی سنگ پرکامبرین (رخساره کهار) با پوشش پالئوزوئیک زیرین از سازندهای سلطانیه، باروت، زاگون، لالون، میلا و طبقات دونین- کربونیفر و پرمین می باشد. این مجموعه با رخساره اپی پلاتفرم همانندی بسیاری با سازندهای البرز نشان می دهد حال آنکه تنها در شمال خاوری شهرستان ماکو سری ولکانوژنیک دو گانه (Bimodal Volcanics) در زمان اروددیسین حکایت از پویایی و تنش این محدوده در کرانه جنوبی پالتوننیس دارد.

زخادهای سیمری (آغازی، میانی و پسین) از جمله حوادثی است که محدوده واقع در شمال خاوری زون سیرجان- سنندج - ارومیه را به پهنه اوراسیا متصل نموده و در واقع از زمان تریاس میانی رخساره اوراسیایی با سنگهای ذغالدار (تریاس فوقانی- ژوراسیک زیرین) بخود می گیرد.

در جنوب خاوری و جنوب فلات ارمنستان، از کوههای تالش تا دریاچه ارومیه و اطراف ماکو رخساره قاره ای ذغال دار در پیرامون پی سنگ پرکامبرین با پوشش پلاتفرم دیده می شود که می تواند محدوده ای از اردبیل، میانه، جلفا- نخجوان، ماکو- مرنند را شامل شود. این محدوده جغرافیایی به صورت یک توده میانی (Median Mass) در زمان ژوراسیک میانی- کرتاسه توسط حوضه هایی با پوسته اقیانوسی فراگرفته شده بود که بقایایی آن امروزه به صورت نوارهای افیولیتی صلوات- کلپیر، سوان-آکرا در شمال خاوری، زون افیولیتی انگوران- تبریز در سمت جنوب و زون افیولیتی خوی- وان در جنوب باختری و باختر قابل شناخت است.

افیولیت های نوار مرزی از بازرگان تا دیزج (افیولیت های خوی) آمیزه ای شامل اولترابازیت، رادیولاریت، دیاباز، توف، آهکهای پلاژیک و شیلهای رسی است که در آن قطعات آهکی حاوی فسیلهای کرتاسه پسین دیده شده و با فلیش های پلئوسن- ائوسن پوشیده شده می شود. افیولیت های خوی محتملاً محل تقاطع و ارتباط افیولیت های جنوبی به سمت باختر به افیولیت های

KaraKose و آناتولی می پیوند و به سمت جنوب غرب به افیولیت های دریاچه ارومیه و وان متصل می شود.

پهنه اردبیل- ارمنستان- ماکو در زمان مزوزوئیک حالت خرد قاره داشته و در زمان کوهزاد آلیپی با نقش توده میانی (Median Mass) عمل کرده و پی سنگ آن از رسوبات پلاتفرم نوع گندوانا (پالئوزوئیک- تریاس) سنگهای دگرگونه محتملاً پرکامبرین تشکیل یافته است.

## 2-5- ماگماتیسم میوسن پسین- کواترنر

زمان آغاز میوسن میانی به داشتن ولکانیسم گسترده در کمربند چین خورده آلیپی شناخته می شود. شاخص ترین رویکرد ولکانیسم که در میوسن رویداده، دقیقاً منطبق با ختم رخداد تصادم (Collision) و بسته شدن حوضه های اقیانوسی تتیس بوده است. ولکانیسم این دوره روند خطر ندارد و در مزر ترکیه، ایران و فلات ارمنستان از گسترش بسیاری برخوردار می باشد، که در ارمنستان حداکثر توسعه را داشته که در مقایسه با میزان کوتاه شدگی لیتوسفر تغییر را متحمل شده است و دقیقاً منطبق با حداکثر جابجایی و حرکت رو به شمال پهنه قاره ای می باشد.

ولکانیسم نئوژن- کواترنر به تفریق سریهای کالک آلکان یا شوشونیتی تعلق دارد که در انواع شوشونیتی سنگهای اسیدی غلبه داشته و اغلب از نوع ایگنمبریت می باشد که نشانه دخالت ماگمای پوسته ای در تولید مذاب به حساب می آید.

در منطقه قفقاز بزرگ و طلایه قفقاز (Fore Caucasus) شامل آتش فشانی های آلبروس (Elbrus)، چگم (Tchegem)، کازبک (Kazbek) و ساب ولکانیک های مینرال وودی با ترکیب ریولیت های آلکان است. در آلبروی و چگم ترکیب ریولیتی غلبه دارد حال آنکه گروه کازبک متشکل از انواع همانند آندزیت- بازالت، آندزیت- داسیت و ریولیت است. در گروه مینرال وودی نفوذیها دارای  $K_2O$  زیاد می باشد که قطبش شمالی را می دهد.

آتش فشانی های گسترده در فلات ارمنستان، شمال خاوری ترکیه و شمال باختری ایران منطقه بندی پتروشیمیایی دیده نمی شود و قطبش جنوبی بهم ریخته می نماید. آتش فشان های عمده این منطقه شامل آراگات (Argats)، آرات، تندورک، سوفان و غمرود داغ است که در ساختاری Submeridional داشته و حاصل گسستگی و تغذیه بازالت های آلکان در روند آن (ریفت) است.

عمده ترین کانونهای آتشفشانی در شمال باختری ایران و در محدوده یا جوار منطقه طرح عبارتند از:

- 1- كوچك آغري داغ( آارات كوچك) با ارتفاع 3903 متر در تركيه
- 2- بيوك آغري داغ( آارات بزرگ) با ارتفاع 5156 متر در مرز ارمنستان و تركيه
- 3- كله داغ( Kale Dagi) با ارتفاع 3243 متر در مرز ارمنستان و تركيه
- 4- تندورك داغ در تركيه با ارتفاع 3313 متر
- 5- كاوك داغ با ارتفاع 2643 متر
- 6- اسن گول داغ ( Esengol Dagi) در مرز ايران و تركيه ( خان گولي) به ارتفاع 2850 متر
- 7- كوه هاراويل با ارتفاع 3488 متر در مرز ايران و تركيه ( غرب آشنك)
- 8- كوه منگنه با ارتفاع 3550 متر
- 9- كوه كپير با ارتفاع 3100 متر
- 10- كوه باشت با ارتفاع 3750 متر

مجموع آتشفشاني بالا كه همراه با تعدادي گنبد آتشفشاني كوچك مي باشد به عنوان ايالت آتشفشاني وسيعي به حساب مي آيد كه در بستري از سنگهاي افويليتي و پوسته افيانوس فعال گشته و در موارد محدوددي ( كوههاي آارات) روي پوسته قاره اي رخ داده اند( عكس نقشه شماره 1)

## 6- متالورژني و مدل زائشي جيوه

مقايسه زمين شناسي منطقه از جنبه ساختاري، ماگمايي، ساختارهاي آتشفشاني ، گنبدهاي ولكانوژلوتوني، گسستگي هاي شعاعي، مورفولوژي و مورفو، تكتونيك روي تصاوير ماهواره اي پردازش شده و دگرساني هاي همراه آن ( عكس نقشه شماره 2و3) مويد اين نکته است كه زائش و اصولاً پتانسيل جيوه و فلزات همراه (Cu,Au, As, Sb) وسائر سولفيدها) در گرو پويابي ولكانو-پلوتوني ميوسن پسین و ولكانيسم نئوژن- كواترنر است كه در اين محدوده از گستردي و شدت بالايي برخوردار مي باشد.

ميزان جيوه در سنگهاي آذرين با تركيب مختلف در حد كلارك (  $8.3 \times 10^{-6}\%$  ) تا  $10^{-4} \times 10^{-1}$  %<sup>2</sup> در سنگهاي قليايي متغير مي نمايد.

سنگهاي قليايي حاصل از تفريق ماگمايي بازالتي بيشترين مقدار جيوه را در خود دارند. به نظر پژوهشگران سيال گرمابي حاوي As, Sb, Hg از جبهه (Mantle) منشاء گرفته و از معبرگسلهاي ژرف با لايه هاي فوقاني راه مي يابد. اين سيالات اصولاً غني از تركيبات سولفور-كلريد- كربنات مي باشد.

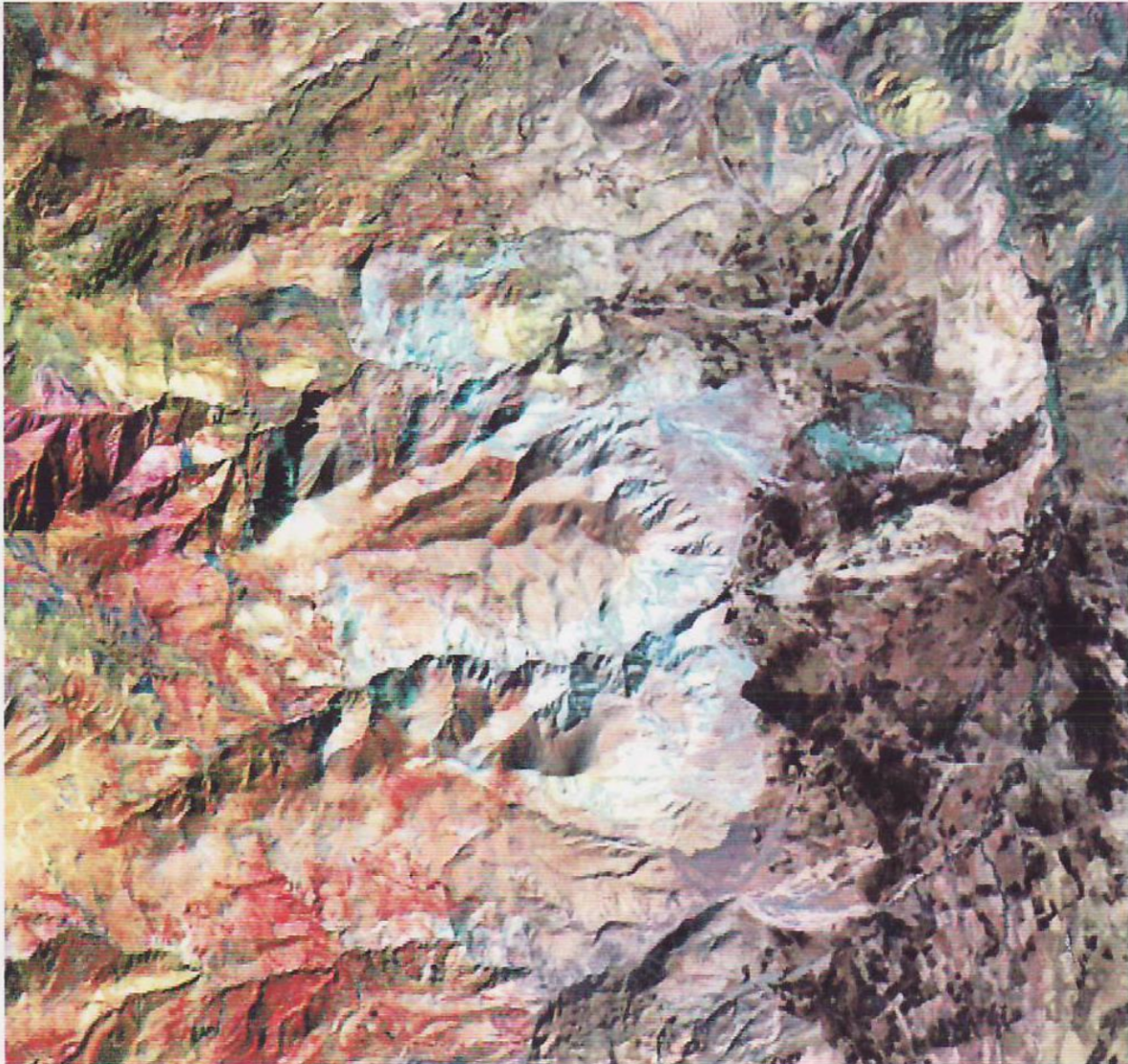




عکس نقشه شماره ۱: تصویر ماهواره ای از منطقه ماکو با آتش فشانی کوه آرارات، گدازه های سیاه رنگ جریان رو به جنوب مواد مذاب را در حوالی بازرگان نشان می دهد، در گوشه خاوری عکس نیز گدازه های جریان دشت را فرا گرفته است. آتشفشان آرارات از نمونه های بارز بویایی تکتونوماگمایی بحساب می آید.



عکس نقشه شماره 1: تصویر ماهواره ای از منطقه باکو با آتش فشانی کوه آرارات ، گدازه های سیاه رنگ جریان رو به جنوب مواد مذاب را در حوالی بازرگان نشان می دهد، در گوشه خاوری عکس نیز گدازه های جریان دشت را فراگرفته است. آتشفشان آرارات از نمونه های بارز پویایی تکتونومناگمایی بحساب می آید.



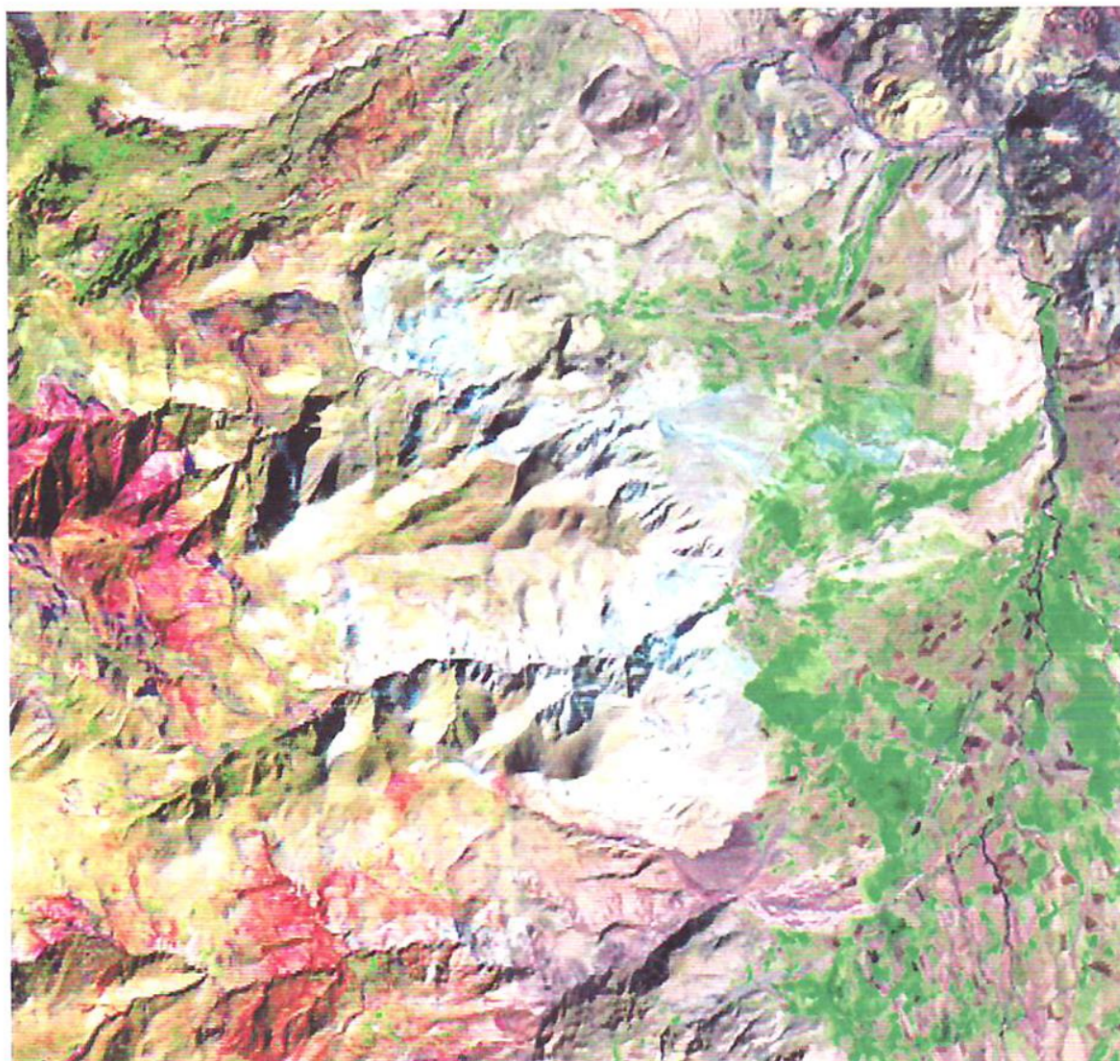
## Color Composite of R7-G3-B1

عکس نقشه شماره ۲: پردازش ماهواره ای برای تعیین زون های دگرسانی دگرسانی  
برنگ آبی فیروزه ای در تصویر دیده می شود .



عکس نقشه شماره 2: پردازش ماهواره ای برای تعیین زون های دگرسانی برنگ فیروزه ای در تصویر دیده می شود





## Color Composite of R7-G4-B1

عکس نقشه شماره ۳: پردازش ماهواره ای برای تعیین زونهای دگرسان  
( دگرسانی به رنگ آبی فیروزه ای در تصویر دیده می شود )



عکس نقشه شماره 3: پردازش ماهواره ای برای تعیین زونهای دگرسان ( دگرسانی به رنگ آبی فیروزه ای در تصویر دیده می شود )

جیوه می تواند به صورت سیال در کمپلکس سولفید ( $\text{HgS}_2^{-2}$ ) که در شرایط قلیلی و Eh با پتانسیل اکسیدکنندگی پایین پایدار است، انتقال یابد. کاهش PH و اکسیداسیون می تواند منجر به هشت کانه گردد. نقش محلول های اسید و کمپلکس های کلرید ( $\text{HgCl}_4^{-2}$ ) که در مقادیر پایین PH و مقادیر مثبت Eh بالا پایدار است، در زونهای اکسیدان و محل فعالیت سولفاتار (Solfatar) و فومرول ها محدود می گردد. در شرایط فعالیت آتش فشانی و چشمه های گرمابی جیوه می تواند به صورت گاز در یک هیدروترم گازی مهاجرت نماید.

تشکیل کانی در کانسارهای جیوه میتواند در حرارت 50-350 درجه سانتی گراد و فشار  $1\text{Kgf/cm}^2$  تا  $300-400$  رخ دهد. در نزدیک سطح زمین مقدار فشار تا  $1\text{Kgf/cm}^2$  می تواند تقلیل یابد.

اصلي ترين عوامل هشتن کانه عبارتست از:

الف- تعامل سیالات با سنگهای میزبان و پیرامون

ب- شرایط اکسیدکنندگی نزدیک سطح زمین

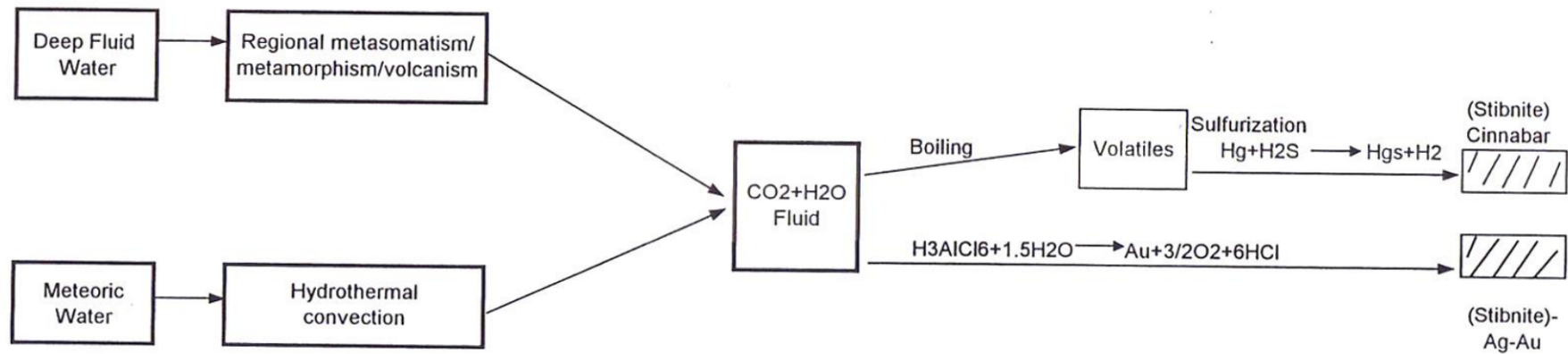
ج- اختلاط آبهای جوی با سیالات ژرفایی که توام با افت فشار و حرارت می باشد.

کانی اصلی جیوه، سینابر در شرایط اکسیدان بوده و در رخنمون به سینابر پودری تبدیل می شود (نمودار شماره 2). کانه سازی جیوه اصولاً از نوع گرمابی با درجه حرارت پایین در چرخ پسین ماگمایی بوده و رابطه زایشی با حجره های ماگمایی بازالتی زیر پوسته ای (Subcrustal) دارند. این پدیده اساساً در فراگرد پویایی تکتونو- ماگمایی

(Tectono- Magmatic Reactivation) صورت می گیرد که بر سرزمین طرح نواحی

مجاور منطبق می باشد و رویکرد های آن به خوبی دیده می شود.

مدل زایشی جیوه با توجه به زمین شناسی و مدل کانی سازی شناخته در یافته خان گلی وابستگی کانی سازی را به مخروطها و کانونهای آتشفشانی، شکستگیهای شعاعی و منطقه ای بادگرسانی گرمابی و ظهور میدانهای ژئوترمال در بستری از همتافت های پوسه اقیانوسی می تواند توضیح داده شده و به عنوان الگو برای پیش داورى منطقه بکار گرفته شود.



نمودار شماره ۲: تکوین سیستم زاینده کانسارهای ولکانوژنیک Hg,Au

نمودار شماره 2: تکوین سیستم زاینده کانسارهای ولکانوژنیک Hg,Au

کانسارهای گرمابی ولکانوژنیک جیوه در جمهوری شوروی ( سابق) Chukotka، کاپچاتکا، آمور، آسیای مرکزی ( Aksagata، منطقه ترانس کارپات (Boshoi, Shayan, Borkut)، ایتالیا ( Monte\_ Amiata )، یوگوسلاوی (Idria)، الجزایر (Islaim)، ترکیه (Kazyzmakh)، ژاپن ( Itomoka ) و آمریکا ( Cordero, Opalite, Mac- Dermit, Sulphur Bank ) شناخته شده و بهره برداری می شود.

تمامی این کانسارها اساساً در ناحیه آتشفشانی جوان دارای چشمه های آبگرم فراوان جایی دارند. این گونه کانی سازیها با سنگهای آتشفشانی آندزیت، تراکی ریولیت و ریولیت حاصل از تفریق ماگماهای بازالتی همراهی می شوند. مکان کانی سازیها عموماً در گدازه ها، توف ها، توفیت های بیرونی، رخساره ها تنوره ای و ساب ولکانیک ها و سازندهای تخریبی - آهکی همجوار می باشد.

کانسارها در کنترل ساختارهای آتشفشانی نظیر کالدرها، فروافتادگی های ولکانو-تکتونیک، گنبد های آتشفشانی، توده های ساب ولکانیک و ساختارهای حلقوی همزاد آتشفشانی، گسل ها و تراست ها و زونهای گسسته می باشد. تنه های معدنی به صورت رگه ها، استوک ورکها، عدسی، تنوره ای ورقه ای و تنه های دارای ساختار پیچیده ظاهر می گردد. ابعاد تنه های معدنی کوچک تا چند صد متر در امتداد و 200-250 متر در متد شیب متغیر می باشد و ضخامت آنها از چند متر تا چند ده متر گزارش شده است. در ایتالیا ژرفای کانی سازی تا حدود یک کیلومتر اکتشاف شده است.

در کانی شناسی کانسارها علاوه بر سینابر به عنوان کانه اصلی، کانی های رآلگار، اورپیمان آنتیموات، گالن، آسفالریت، آرژنیت، پیرآرژنیت و ... نیز دیده می شود. کانی های همراه (باطله) عبارتند از: اوپال، گوگرد خالص، آلونیت، کائولینیت، مونتموریلونیت، ژپس، هالونیزیت، زئولیت و هیدروکربن های جامد.

بارزترین عوارض موثر در تشخیص حوزه های مستعد برای کانه سازی جیوه بر اساس مدلهای جهانی و نوع خان گلی عبارتند از:

- 1- وجود ساختار حلقوی (گنبد آتشفشانی) جوان
- 2- بروز دگرسانی شدید از نوع سولفید زیاد با کانی های رسی، سولفید و کوارتز (اوپال)
- 3- تراز متوسط برای چرخش ژریم هیدروژنولوژی
- 4- وجود گسستگی ژرف با رویکرد کششی و فضا ساز
- 5- الگوی ژئومورفولوژی و مورفو-تکتونیک مناسب

با توجه به مدل زایشی و در نظر داشت پارامترهای مشروح در فوق داده های ماهواره ای مناظر (Scence) شماره 14-33، 168-34 برای استخراج ساختاری و دگرسانی با بهره گیری از روش های مناسب روی مناطق تست (کانی سازی سیاه رود و خان گلی) انجام و در نهایت در مجموع سه نقطه، در دو محدوده (نقشه های شماره یک و دو) مستعد تشخیص داده شد که ویژگی آنها به اختصار شرح داده خواهد شد.

## 7- زمین شناسی مناطق مورد بررسی

زمین شناسی محدوده های طرح بر پایه نقشه های زمین شناسی و تفاسیر حاصل از داده های ماهواره ای مناظرهای 169-33 و 168-34 به طور کلی به سه گروه از سازندها و رخساره ها به شرح ذیل می تواند طبقه بندی شود:

1- رخساره بر قاره ای- پلاتفرمی با ردیف رسوبی از سنگهای پالئوزوئیک تا کرتاسه و پوشیده شده با طبقات الیگو- میوسن روی پی سنگی از سنگهای دگرگونی پرکامبرین، با سرشت سیالی پوسته قاره ای و همانندی آن بالبرزوایران مرکزی.

2- رخساره پوسته اقیانوسی با مجموعه ای از همتافت افیولیتی\_ آمیزه رنگی از سنگهای فوق بازی، گابرو، دیاباز. گدازه های زیردریایی، رسوبات تخریبی، طبقات آهکی و رادیولاریت همراه شیل و توف و مجموعه های فرسایشی گامهای پسین در بسته شدن و کوهزاد آلیپی به صورت فلیش و مولاس .

3- مجموعه آتش فشانی و آذر آواری مربوط به پدیده بازپویایی تکتونو- ماگمایی نئوژن- کواترنر به عنوان فرآیندی از عملکرد رژیم فراکشش (Transtensional) و شکل گیری کانونهای آتشفشانی ناشی از خیزش جبهه، کاهش ستبرای پوسته و تقلیل بلوغ (مچوریتی) پوسته با رویکردی از میدانهای ژئوترمال و متالوژنی مرتبط با آن. بر اساس مدل زایشی و نحوه تکوین کانی سازی جیوه، آرسنیک و احتمالاً همراهی آنها با Ag, Au, Cu, Sb از گونه ولکانوژنیک اپی ترمال و شاید نوع کارلین (Carlin- type) چنین پنداشته می شود که سنگ مادر (منشاء) مرتبط با مجموعه پوسته اقیانوسی و ولکانیسم بازیگ بوده که می تواند عامل تحرك و پویایی سیستم زاینده، پدیده ولکانیسم- پلوتونیسم نئوژن - کواترنر و حرکت سیالات کانی سار از معابر گسسته و گسلیده باشد.

## 7-1- زمین شناسی سازندهای بر قاره ای- پلاتفرمی

در کناره های محدوده های طرح و گاه بصورت بلوکهای مهاجر ( Allochthonous blocks) طبقاتی از پوشش پلاتفرمی پرکامبرین ایران از سازندکهار، سلطانیه، باروت، زایگون، لالون، میلا، طبقات دونین- کربونیفر و سازندهای پرمین- تریاس وجود دارد که لیتولوژی و رخساره ای همانندالبرز از خود نشان می دهد اما به عنوان سازندگان موثر در کانی سازی موردبررسی به حساب نمی آید و لذا به همین مختصر بسنده گردیده و از تفصیل شرح آنها خودداری شده است.

### 7-2-1- رخساره پوسته اقیانوسی و همتافت افیولیتی

این مجموعه عمده ترین سزندگان مرح در هر سه ناحیه مورد بررسی بوده که علیرغم تنوع و در هم ریختگی ساختاری از انتظام مشخص و خاص سریهای افیولیتی برخوردار است. مشخصات عمومی آنها به شرح ذیل می تواند جمع بندی و خلاصه شود.

#### 1-2-7- سنگهای دگرگون

مجموعه ای از سنگهای دگرگونی با درجات دگرشکلی و لیتولوژی متفاوت همراه با همتافت افیولیتی دیده میشود و شامل رخساره های زیر است:

- مجموعه گنیس- میگماتیت های دانه درشت تا دانه متوسط سفید رنگ، گاه تمایل به صورتی و زرد رنگ با خردشدگی و دگرسانی شدید حاوی پورفایروبلاست های فلدسپار فاصله آکالی (ارتوز)، پلاژیوکلاز و کانی های رسی و میکایی.

- ردیف نسبتاً سبتر از فروهشته های دریایی با دگرگونی ضعیف شامل ماسه سنگهای کوارتزیتی با لایه بندی نازک شیلهای فیلیتی در تناوب با سربست، مسکویت، کوارتز شیبست.

- ردیف و مجموعه دگرگونی از سنگهای آمفیبولیت شامل آمفیبولیت، آمفیبول شیبست، گنایس آمفیبول بیوتیت دار حاوی ترمولیت، اکتینولیت و ادخالهایی از آهک مرمری.

- ردیف شیبست های دگرگونی از انواع کوارتز، کلریت، سربست شیبست همراه با متاولکانیک ها و سنگ آهکهای بلورین به رنگ سبز و اغلب متورق با شیستوزیته بارز.

این مجموعه دگرگونی با احتمال بسیار کهن تر از کرتاسه پسین بوده و احتمالاً از رویکردهای رخداد سیمری به حساب می آید و می تواند به عنوان امتداد شمال باختری زون سنندج- سیرجان محسوب گردد. تشکیل این مجموعه فرآیندی از بارز شدن حوضه اقیانوسی نئوتتیس و آشکار شدن

بخش های زیرین پوسته بواسطه عملکرد گسلهای جداکننده (Detachment Faults) به حساب می آید و می تواند شاخص های زونهای تکتونیزه تا لبه قاره ای باشد.

### 2-2-7- هماتهای افیولیتی و فلیش ها

همات افیولیتی منطقه شامل سنگهای اولترابازیک، گاهی سرپانتینی از سری تفریقی مشتمل بر دونیت هارزبورژیت تا گابرو لایه ای و دیاباز است که بالاترین بخش به گدازه های بازالتی ختم می گردد. سنگهای فوق بازی به رنگ سبز تیره تا سیاه رنگ با ساختار کشیده شمال باختری و بلوک های مهاجر درون مجموعه آمیزه رنگین از نوع هارزبورژیت، تا حدودی دونیت است که توسط توده های نیمه ژرف دیوریت گابرو و میکرودیوریت قطع شده اند. هارزبورژیت های حاوی کانی های اولیوین، اورتوپیروکسن و بطور فرعی کلینوپیروکسن بوده و گاه به سرپانتین و کلریت تجزیه شده اند. در بعضی نقاط در این مجموعه کرومیت، کالکوپیریت، گرافیت، تیتانومنیتیت دیده می شود و فرایند هوازدگی- دگرسانی آنها منیزیت گل کلمی می باشد.

- مجموعه آمیزه رنگین (Coloured Melange CM) مشتمل از مخلوطی از تمامی رخساره های پوسته اقیانوسی بصورت آمیخته تکتونیک از سنگهای فوق بازی، سریهای رسوبی دریایی ژرف، طبقات آهکی و گدازه های بازالتی است که در جوار مجموعه فوق بازی و سنگهای آتشفشانی بازالت زیر دریایی دیده می شوند.

در این مجموعه گدازه های بازالتی با ساخت بالشتی همراه با لایه و عدسی های آهکی، بازالت های حفره دار، دایکهای گابرومیکرودیوریتی، دیوریتی- گابرویی و دیاباز از جمله سنگهایی هستند که مجموعه افیولیتی همراهی می نمایند.

- مجموعه فلیشی- مولاسی حاصل از به هم آمدن (Accretionary Collission) بستر اقیانوسی متشکل از ماسه سنگ، شیل، توربیدیت، کنگلومرا، مولاس و طبقات آهکی مائستیرشتین- پالئوسن، فروهشته هایی هستند که در گودالهای موجود بین و پشته های برخاسته حاصل از رژیم فشاری حاکم به صورت ترفهای محلی و ژرف، بر جای گذاشته اند. تغییر رخساره این مجموعه رسوبی- تکتونیک بسیار شدید و تغییر سن آنها از کهن به جوان از سمت شمال خاوری به سوی جنوب باختری بوده است.

### 3-2-7- مجموعه ماگمایی بازپویایی تکتونو- ماگمایی



همانگونه که در مبحث زمین شناسی ناحیه ای مطرح گردید تغییر رژیم فشاری به سیستم کششی در زمان نئوژن همراه با ماگماتیسم متنوع از ساب و لکانیکهای پورفیری تا گدازه ها و در جوان ترین بخش از بازالت های جریانی بوده است که توانسته در سیستم مورفوتکتونیک شکل گیری میدانهای ژئوترمال و کانی سازیهای اپی ترمال نقش موثر داشته باشد. در خارج از محدوده طرح، در کناره دره قطور، پورفیری کوه اورین بارزترین نماد این پدیده است (عکس نقشه شماره 4) و رویکردهای مشابهی از آن در سمت شمال منطقه، شرق بر دوش و کوه حاجی بیک با لیتولوژی متفاوت خودنمایی کرده است.

- توده های نفوذی گرانودیوریت های آمفیبول دار که مجموعه شیستی- فیلیشی کرتاسه را قطع می نمایند حاوی فلدسپار آلکالن، کوارتز، آمفیبول با دگرسانی کلریت و بیوتیت می باشند که می توانند توان کانی سازی مناسبی برای فلزات کالکوفیل و گرانبها از خود نشان دهند.

- علاوه بر توده های گرانودیوریتی، توده هایی با ترکیب کوارتز مونزودیوریت یا میکروکوارتز مونزونیت با بافت پورفیری و حاوی فلدسپار آلکالن، پلاژیوکلاز و آمفیبول. اما کوارتز به مقدار اندک وجود دارد که می تواند فرایندی از ماگماتیسم مشابه با تولید گرانودیوریت به حساب آید.

- توده های نفوذی ساب و لکانیک ( $PL^m$ ) از میکرومونزودیوریت کوارتز دار، میکرومونزونیت کوارتز دار، میکروگرانودیوریت پورفیری و در برخی موارد با گرایش به آندزیت داسیتی پورفیری نیز از جمله سنگهایی هستند که سری پالتوسن- ائوسن را قطع می نمایند.

- جوانترین سری ساب و لکانیک شامل تراکیت آندزیت پورفیری، تراکیت پورفیری و مگاپورفیر به رنگ خاکستری همراه با سریهای گدازه ای و آذرآواری و گرایش به مجموعه تراکی آندزیت تا تراکیت شوشونیتی ( $P^{pt}$ ) از فرایندهای پسین ماگماتیسم نئوژن محسوب می شوند.

- در زمان پلیوسن- کواترنری جریانهای گلی و خاکستری بنام لاهار به قطعات متفاوت از سنگهای آتشفشانی متوسط و اسیدی و گدازه های آندزیت با بافت پورفیری در امتداد دره ها و گسلها دیده می شود که فرایندی از ولکانیسم آارات و نمرود داغ به حساب می آیند و می توانند از پدیده های موثر در زایش منابع جیوه به حساب آیند.



## 8- منطقه بندي ساختاري و زونهاي مستعد

بررسي سه محدوده اکتشافی بر مبنای معیارهای ناحیه ای و محلی زیر صورت گرفته و ارزیابی شده است. معیارهای اصلی و عوامل کنترل کننده عبارتند از:

- 1- توپوگرافی با ساختار مخروطی که میتواند نشان از وجود نفوذی پنهان در ژرفا باشد.
  - 2- توپوگرافی با ساختار مخروطی که نشانه کانون آتش فشانی و پویای به حساب می آید.
  - 3- سیستم آبراهای شعاعی به مرکزیت ستیغ مخروط آتش فشانی
  - 4- ساختار حلقوی حاشیه ای یا گسل های کنترل کننده فروریزش (Collapsing) که نشان دهنده سیستم آتش فشانی پس از فروکش نمودن فعالیت می باشد (ایجاد فرورفتگی کمربندی اطراف آتش فشان)
  - 5- تقاطع سیستم کششی NE با آزمون حدود N40-45 E با ساختارهای دارای آزمون 315 درجه
  - 6- سنگهای ولکانو- پلوتونی نئوژن
  - 7- دگرسانی گرمایی از نوع سولفید زیاد
  - 8- ساختارهای حلقوی متحدالمرکز و ساختارهای اقماری ممکن
- تلفیق این لایه های Geodata در سیستم GIS محدوده مستعد را برای کانی سازی آشکار می سازد که اهمیت آنها از شمال به جنوب تقلیل می یابد و بر حسب آن می تواند اولویت بندي شود.

### 8-1- محدوده خان کلي-سیاه چشمه

مطابق نقشه تهیه شده برای منطقه ماکو (پیوست شماره يك)، محدوده واقع بین سیاه چشمه تا ديلك وردی از محور توکلی- شاه بندلو- کلیساکندي تامرز ایران و ترکیه. گستره کانون آتش فشانی اسن گل داغ (Esengol dagi) در زمان نئوژن – کواترنر است که دگرسانی گرمایی شدید (تصویر ماهواره ای شماره دو و سه)، سیستم گسل خوردگی شعاعی، فرافتادگی کمربندی، ساختار حلقوی، سیستم هیدروژئولوژی مناسب، توپوگرافی مخروطی و ... رادارا بوده و به عنوان محدوده مناسب با رویکرد ژئوترمال و کانی سازی اپی ترمال و حتی پورفیری بوجود آورده است. این محدوده با مجموعه ای از گدازه های آندزیت- داسیت نئوژن

و گدازه های آندزیتی- بازالتی و اسکوری جریانهای سیستم ولکانو- پلوتونی باروری را بوجود آورده که کانی سازی خان گلی از رویکردهای آن به شمار می رود و می تواند به عنوان محدوده اکتشاف مناسب تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی پی جویی قرار گیرد.

## 2-8- محدوده مندلیخ- بابانور

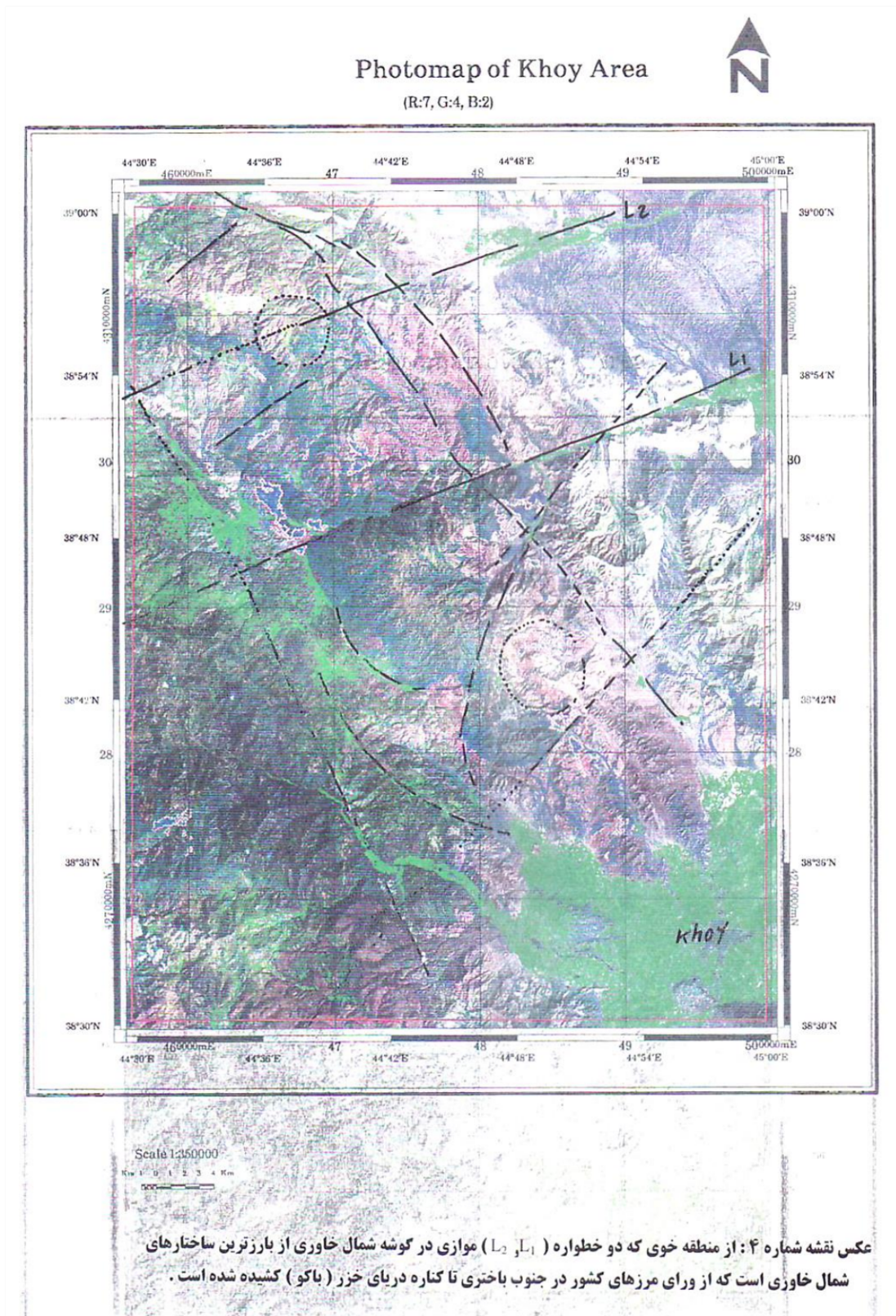
مطابق آنچه که در نقشه پیوست شماره د و آورده شده است، در منطقه عمومی مرز ایران- ترکیه، شمال غرب بابانور منطقه کشیده کم و بیش موازی بلندیهای مرز بین المللی وجود دارد که در آن تراکیت، تراکیت- آندزیت، پلیوسن و آندزیت- داسیت های نئوژن سری آمیزه رنگین را بریده و آنها را متاثر ساخته است. در بیرون از مرزهای کشور، زونهای دگرسانی شدید هیدروترمال قابل شناسایی است و بدین روی این بخش از روستای مرزی مخمور تا شیخ سلو میتوان به عنوان محدوده مستعد مورد کاوش ژئوشیمیایی قرار گیرد.

بخش جنوبی این محدوده ساختار گنبدی کوه حاجی بیم و منطقه عمومی ایبرقلو است که میکروموزونیت پورفیری مگاپورفیری تراکیت به صورت ساب ولکانیک های پلیوسن در آنها نفوذ نموده ، ساختار و دگرسانیهای مناسبی را بوجود آورده است. این حادثه در زمان نئوژن از پدیده های فلز زا و موثر ایت و می تواند مورد کاوش قرار گیرد. ( عکس نقشه شماره 4). در سمت خاور این دو بخش، در زون تکتونیزه و کششی دارای روندشمال باختری ، محدوده بین دو روستای زورآباد- علی پسند از دوسمت جنوب خاوری و شمال باختری و محصور بین دو گسل جانبی گلوانس- انبار و ممش خان- کردکندی با ولکانیسم خروجی از گسل های شمال باختری محدوده پویای تکتونو- ولکانیک وجود دارد که گرچه در بخش های بزرگی پوشیده شده، اما بواسطه رویکردهای ژئوترمال می تواند عنوان مناطق مناسب اکتشافی تلقی شده و تحت پوشش عملیات کاوش ژئوشیمیایی قرار گیرد.

## 3-8- محدوده کوه اورین

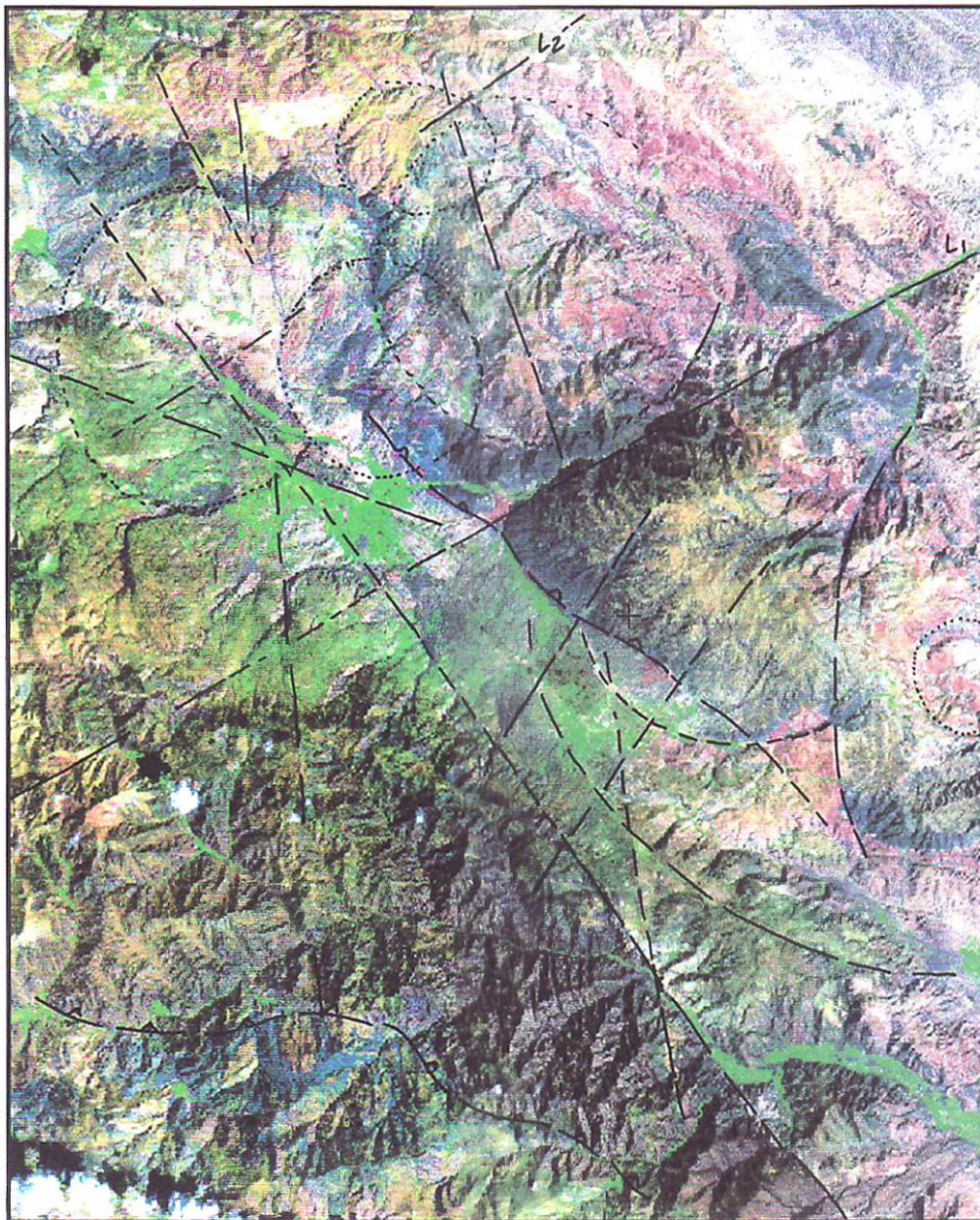
جنوبی ترین محدوده مستعد با ویژگی ها و معیارهای معرفی شده در این مبحث منطقه عمومی کوه اورین است که محدوده هندوان، چوچوک، کلت بالا، گوگرد و منطقه ژئوترمال دره قطور را شامل می گردد. در این منطقه توده پورفیری - مونزونیتی کوه اورین توانسته در زمان پلیوسن ساختار پلوتونیک ولکانیک مناسبی را بوجود آورده که خود توسط دوساختار باآزیموت N45 E ، یکی گوگرد- حصار و دیگری چوچوک- سریف آباد قرار گرفته و باز پویایی

Reactization) یافته است. این محدوده با داشتن سیستم دینامیکی موثر، رویکرد ژئوترمال و سنگ مادر مناسب در پیرامون می تواند به عنوان منطقه مناسب اکتشافی تحت پوشش عملیات ژئوشیمیایی قرار گیرد (عکس نقشه شماره 5)





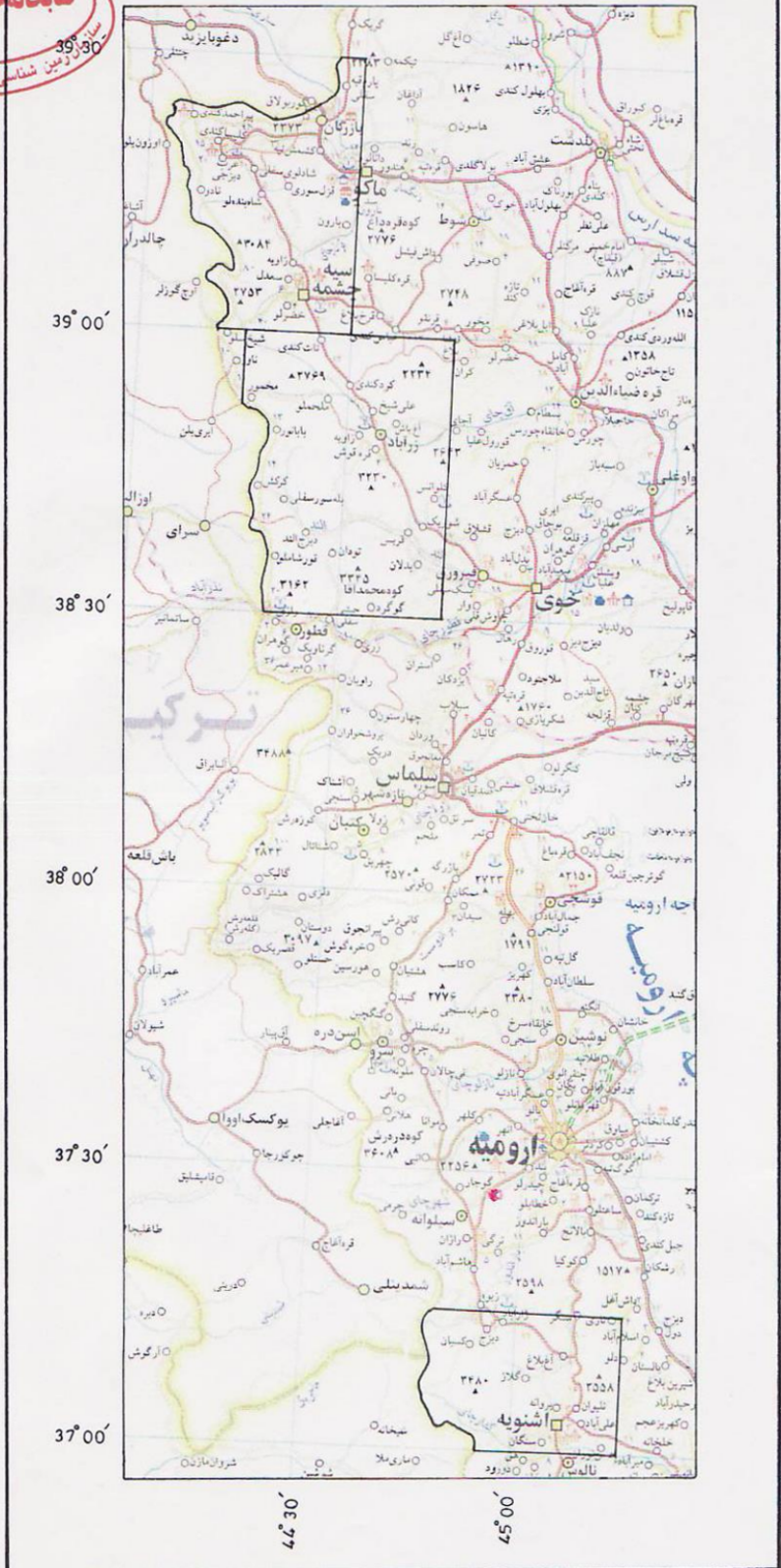
عکس نقشه شماره 4: از منطقه خوی که دو خطواره ( $L_1$  و  $L_2$ ) موازی در گوشه شمال خاوری از بارزترین ساختارهای شمال خاوری است که از ورای مرزهای کشور در جنوب باختری تا کناره دریای خزر (باکو) کشیده شده است.



عکس نقشه شماره 5: شمال شرق کوه اورین، در پهنه اصلی، یکی در شمال با زمینه صورتی مجموعه دگرگونی - افیولیتی و دیگری در جنوب باختری با هویت افیولیتی - فلیشی، مرز بین دو پهنه گسسته و معبر خروج مواد مذاب نئوزن - کواترنر و تشکیل میدان ژئوترمال و تراورتن زایی بوده است. تقاطع خطواره های  $L_1$  و  $L_2$  با سیستم گسله معبر مناسب را فراهم ساخته است.

عکس نقشه شماره 5: شمال شرق کوه اورین، در پهنه اصلی، یکی در شمال با زمینه صورتی مجموعه دگرگونی افیولیتی و دیگری در جنوب باختری با هویت افیولیتی- فلیشی، مرز بین دو پهنه گسسته و معبر خروج مواد مذاب نئوزن- کواترنر و تشکیل میدان ژئوترما و تراورتن زایی بوده است. تقاطع خطواره های  $L_1$  و  $L_2$  با سیستم گسله معبر مناسب را فراهم ساخته است.





شکل شماره ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده های مورد مطالعه

#### 4-8- منطقه دیزج- اشنویه

مطابق نقشه های زمین شناسی ارومیه- سرو و مهباد و برابر آنچه که از تفسیر تصاویر ماهواره ای برمی آید علیرغم آنکه این محدوده در قلمرو زون افیولیتی جای دارد و متشکل از آمیزه ای از سنگهای پالئوزوئیک توده های گرانیتیوئید، همتافت افیولیتی و همآیندهای آن می باشد، فاقد ویژگی ها و معیارهایی است که در کانی سازی نوع خان گلی مصداق دارد و لذا نمی تواند به عنوان منطقه مستعد قلمداد گردد و از این جنبه فقیر می نماید.