جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن استان اردبیل

گزارش دورسنجی و زمین‌شناسی اقتصادی ورقه 1:100.000 گرمی

مجری طرح:

سازمان صنایع و معادن استان اردبیل

مهندسین مشاور کاوشگران

با همکاری

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

1-1- مقدمه

1-2- هدف

1-3- موقعیت جغرافیایی

1-4- زمین‌شناسی عمومی ورقه 1:100.000 گرمی

1-5- زمین‌شناسی اقتصادی منطقه

1-6- شواهد یا شاخصهای کنترل‌کننده کانی‌سازی

1-6-1- رسوبات ائوسن E1

1-6-2- سنگهای رسوبی الیگوسن

1-6-3- رسوبات اولیگومیوسنOM

1-6-4- سنگهای رسوبی میوسن M

فصل دوم: روش کار

2-1- داده‌ها ماهواره‌ای Data Acquisition/Type

2-2- تصحیحات رادیومتری و هندسی Radiometric & Geometric Corrections

2-3- پردازش داده‌های TM (آشکارسازی تصاویر)

2-3-1- تشخیص ساختارهای زمین‌شناسی

2-3-2- تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Components Analysis یا PCA)

2-3-3- تفکیک زونهای آلتره

2-3-4- تشخیص واحدهای سنگی

فصل سوم: پردازش، آنالیز و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای TM

3-1- شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی منطقه

3-2- تشخیص و تفکیک شواهد لیتولوژیکی کانی‌سازی

3-3- عوارض ساختاری (خطواره‌ها، گسلها و ساختارهای حلقوی)

3-4- تفکیک زونهای آلتره

3-4-1- آلتراسیونهای نوع کانیهای دارای بنیانOH

3-4-2- آلتراسیونهای نوع اکسیدهای آهن

فصل چهارم: تلفیق داده‌ها و تهیه نقشه‌های امیدبخش کانی‌سازی فلزی و غیر فلزی

4-1- مقدمه

4-2- تلفیق شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی ورقه 1:100.000گرمی

4-3- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

فصل پنجم: ضمیمه

1- مغایرت (Contrast Enhancmenet)

2- روش تقسیم باندی Band ratio

3- تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Component Analisys) (PCA)

4- روش کروستا (Crosta)

5- روش LS-Fit

فصل ششم: مراجع

فصل اول: کلیات

1-1- مقدمه

دورسنجی یا سنجش از دور (Remote Sensing) دانشی است که با مشاهده و اندازه‌گیری یک شیء یا پدیده زمینی از فاصله دور و بدون تماس فیزیکی با آن، می‌تواند اطلاعات ارزنده‌ای را ارائه نماید. با استفاده از این اطلاعات در مراحل بعدی و با تجزیه و تحلیل آنها، می‌توان داده‌های مفیدی را استخراج کرد. امروزه از تکنیک‌های دورسنجی در جهان استفاده‌های فراوانی می‌شود که یکی از کاربردهای مهم آن در اکتشاف ذخایر معدنی می‌باشد. تکنیک‌های دورسنجی امکان اکتشاف مقدماتی یک محدوده وسیع را با دقت و سرعت بالا و هزینه کم میسر می‌سازد.

ماهواره Landsat یکی از ماهواره‌هایی است که جهت مطالعه منابع زمینی در چند سال اخیر بیش از سایر ماهوارها مورد استفاده قرار گرفته است. سنجنده تعبیه شده در ماهواره لندست از نوع اسکن کننده نوری – مکانیکی می‌باشد که به TM Thematic Mapper معروف است. این سنجنده دارای قابلیت تفکیک 30 متر بر روی زمین بوده و در هفت باند طول موجی (شش باند بازتابی و یک باند حرارتی) تصویربرداری می‌کند. اخیراً بجای سنجنده TM، سنجنده نوع ETM با هفت باند بازتابی و یک باند حرارتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. باند هشت لندست نوع ETM دارای قابلیت تفکیک زمینی 15 متر می‌باشد. در این پروژه داده‌های TM بکار گرفته شده است.

در اجرای عملیات اکتشافی، مطالعه تصاویر ماهواره‌ای یک منطقه قبل از کار صحرائی بدلایل ذیل یک امر کاملاً مفید است:

- توجه خاص به مناطقی که در آنها مطالعه جزئیات روی زمین با کنترل زمینی دارای اهمیت بیشتری است.
- مطالعه تصایر ماهواره‌ای، سبب آشنایی فرد با جغرافیای ناحیه شده و می‌تواند در انتخاب محل، مسیر و .... کمک شایانی نماید.
- استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بعلت دید بسیار وسیع (نسبت به عکسهای هوائی) این اجازه را به مفسر می‌دهد که همبستگی بین عوارض مختلف زمین‌شناسی ناحیه را تعیین کند.
- مطالعه و پردازش داده‌های ماهواره‌ای در تشخیص عوارضی نظیر نوع سنگ، کنتاکتها، ساختارهای خطی و حلقوی، آلتراسیونها و غیره امکانات زیادی را در اختیار زمین‌شناسی قرار می‌دهد. تشخیص این عوارض می‌تواند بطور مستقیم یا غیرمستقیم در اکتشاف منطقه‌ای ذخایر معدی مثمر ثمر باشند.

داده‌های ماهواره‌ای بصورت رقومی برداشت می‌شود و این مسأله امکان اعمال برخی روشهای ریاضی و تکنیک‌های پردازش را به ما می‌دهد. با استفاده از تکنیک‌های پردازش داده‌های ماهواره‌ای (Image Preprocessing) می‌توان عوارض تصویر را واضح و کارائی تصویر حاصله را زیاد کرد. در

اکتشاف ذخایر معدنی از روش‌های مختلف آشکارسازی برای تفکیک و تشخیص شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی (تیپ سنگ‌شناسی، ساختارهای زمین‌شناسی و آلتراسیون) استفاده می‌گردد. در این پروژه تکنیک‌های پردازش بکار گرفته شده عبارتند از: ترکیب رنگی مجازی (RGB)، تقسیم باندها (Band Rationing)، طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Classification)، تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Components Analysis)، اعمال فیلتر (Directional Filtering) و تلفیقی از روشهای فوق (برای مثال روش کروستا Crosta که تلفیقی از روش تحلیل مؤلفه اصلی و روش ترکیب رنگی مجازی تصاویر برای تفکیک دگرسان). برای آشنایی بیشتر با روش‌های فوق به بخش ضمیمه مراجعه شود.

2-1- هدف

هدف اصلی از اجرای این پروژه پردازش و تفسیر داده‌های رقومی TM ورقه 1:100/000 گرمی، تهیه یک بانک اطلاعاتی مکان مرجع داده‌های سنجش از دور و سپس تلفیق نتایج حاصله (با توجه به نقشه 1:100/000 زمین‌شناسی)، برای مشخص کردن محدوده‌های دارای پتانسیل بالای کانی‌سازی (مناطق امیدبخش) می‌باشد.

اهداف فرعی پروژه با در نظر گرفتن فاکتورها و شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی ورقه اردبیل که در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد شامل موارد ذیل می‌باشد:

- تشخیص و تفکیک کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی هیدروترمال احتمالی (طلای اپی‌ترمال و همچنین کانی‌سازی هیدروترمال و احتمالاً ماسیو سولفاید-فلزات پایه).
- تشخیص و تفکیک کنترل‌کننده‌ها و شواهد کانی‌سازی ذخایر رسوبی.
- تشخیص و تفکیک کنترل‌کننده‌ها و شواهد کانی‌سازی ذخایر غیرفلزی.
- تلفیق این کنترل‌کننده‌ها برای تهیه نقشه‌های دارای پتانسیل بالا و امیدبخش کانی‌سازی‌های فوق در چارچوب سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) و استفاده از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی مختلف.

1-3- موقعیت جغرافیایی

ورقه 1:100000 گرمی در شمال غرب ایران قرار گرفته و مختصات چهارگوش آن E39º 00-39º 30N, 48º00-48º30 می‌باشد. تقریباً نیمی از ورقه در خاک جمهوری آذربایجان واقع است و شهر گرمی در قسمت جنوبی آن قرار دارد. این ورقه نسبتاً کوهستانی در بخش جنوبی و هموار در بخش شمالی بوده و دارای آب و هوای سرد و معتدل در زمستان می‌باشد. وجود پوشش گیاهی و گسترش سازنده‌های رسی، پردازش و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای TM را کمی دچار مشکل می‌نماید. شکل شماره 1 موقعیت ارتفاعی، راه‌های دسترسی و شهرها و روستاهای ورقه 1:100000 گرمی را نشان می‌دهد.

1-4- زمین‌شناسی عمومی ورقه 1:100000 گرمی

گستره ورقه 1:100000 گرمی از نظر زمین‌شناسی ناحیه‌ای جزء سلسله جبال البرز محسوب می‌شود. روند واحدهای لیتولوژیکی در این ورقه شرقی-غربی بوده و ریخت امروزی آن مشابه البرز، وابسته به فازهای کوهزایی آلپی جوان می باشد. نیمه شمالی ورقه 1:100000 گرمی بطور کامل توسط رسوبات کواترنر و نیمه جنوبی آن بطور کامل توسط رسوبات ائوسن تا میوسن پوشیده شده است. سنگهای آذرین دارای رخنمون کوچکی در غرب ورقه (شمال روستای مسجدلو) می‌باشند (شکل شماره 2).

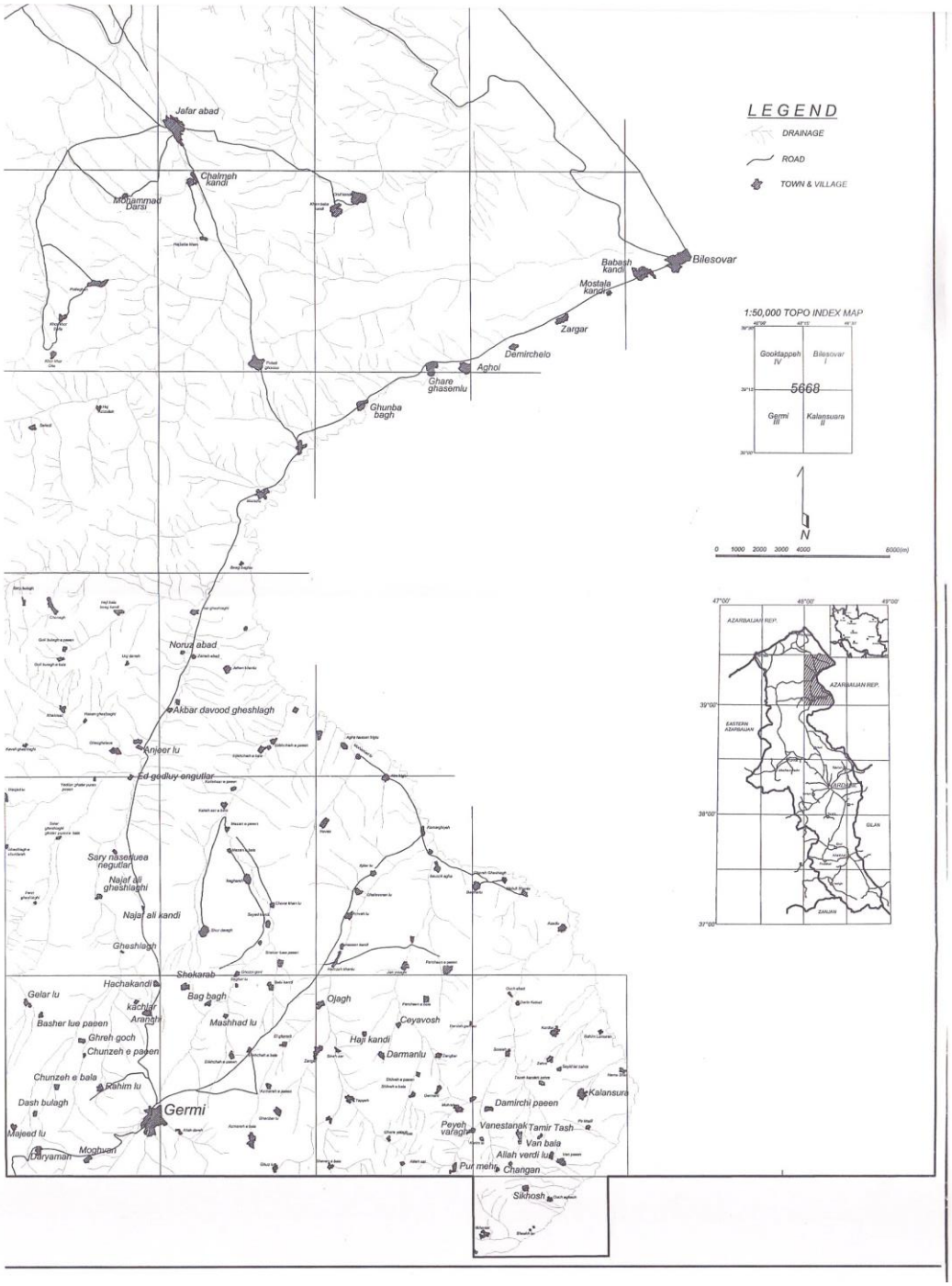

LEGEND
DRAINAGE
ROAD
TOWN & VILLAGE
1:50,000 TOPO INDEX MAP
Gooktappeh IV
Bilesovar I
5668
Germi III
Kalansuara II
N
0 1000 2000 3000 4000 8000(m)
AZARBAIJAN REP.
EASTERN AZARBAIJAN
ARDABIL
GILAN
ZANJAN
Jafar abad
Chalmeh kandi
Mohammad Darsi
Bilesovar
Babash kandi
Mostafa kandi
Zargar
Damirchelo
Aghol
Ghare ghasemlu
Ghunba bagh
Norus abad
Akbar davood gheshlagh
Anjeer lu
Ed geduy ongutlar
Sary nasekuea negutlar
Najaf ali gheshlaghi
Najaf ali kandi
Gheshlagh
Shakarab
Hachakandi
Gelar lu
Bag bagh
kachlar
Basher lue paeen
Arangh
Mashhad lu
Ghreh goch
Chunzeh e paeen
Chunzeh e bala
Rishm lu
Dash bulagh
Germi
Majeed lu
Moghvan
Daryaman
Ojagh
Ceyavosh
Haji kandi
Darmanlu
Damirchi paeen
Kalansura
Peyeh vafraghi
Vanestanak
Tamir Tash
Vari bala
Allah verdi lu
Changan
Pur mehr
Sikhosh

Fig. No. 2

GEOLOGICAL MAP OF GERMI (1:100,000)

BASED ON 1:100,000 GEOLOGICAL OF GERMI

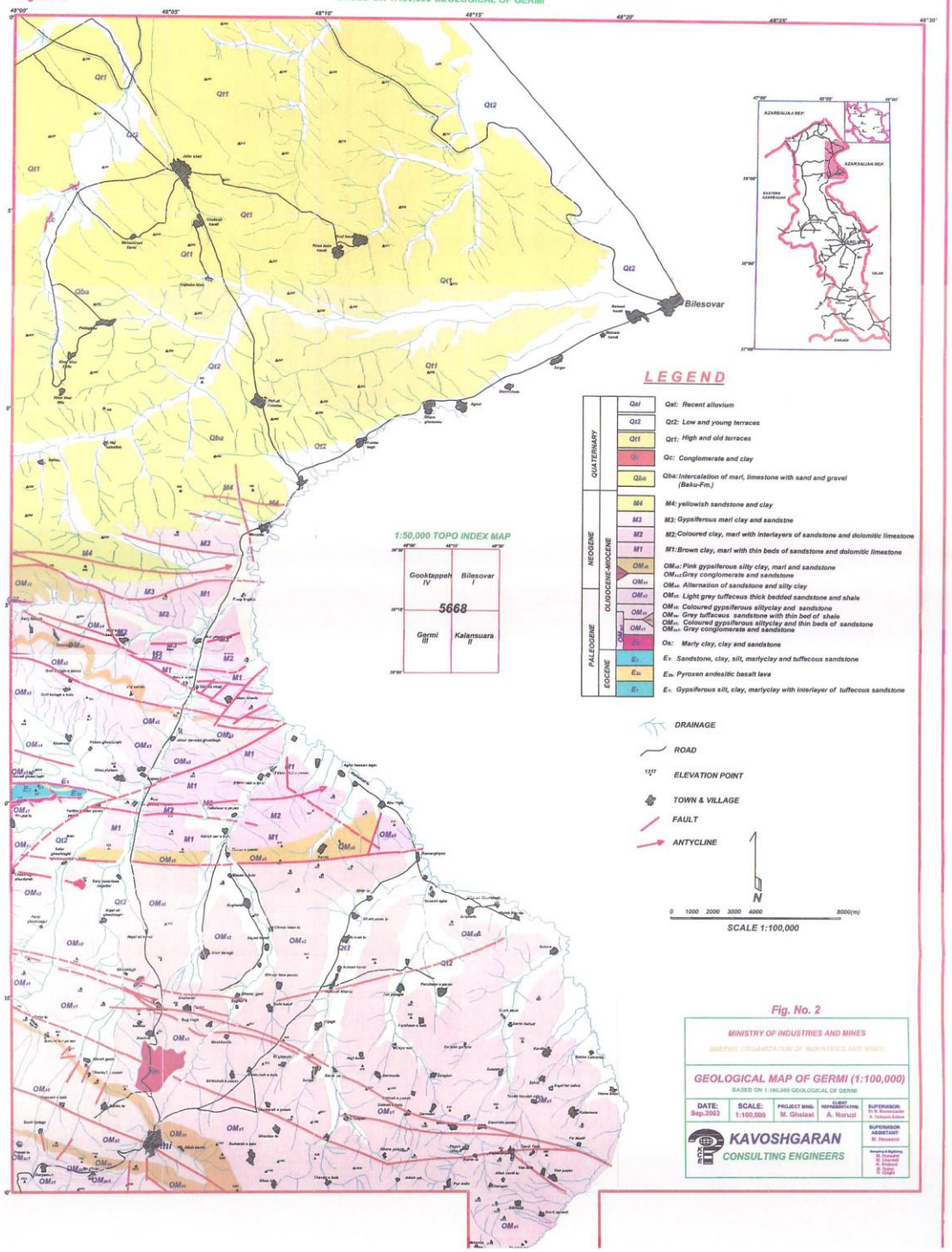


Fig. No. 2

MINISTRY OF INDUSTRIES AND MINES

ARDEBIL ORGANIZATION OF INDUSTRIES AND MINES

GEOLOGICAL MAP OF GERMI (1:100,000)

BASED ON 1:100,000 GEOLOGICAL OF GERMI

DATE:	SCALE:	PROJECT MNG.	CLIENT REPRESENTATIVE	SUPERVISOR
Sep.2003	1:100,000	M. Ghiasiasi	A. Norouzi	A. N. Rezvanbehbahani A. Yadgarov Bilasvar

SUPERVISOR ASSISTANT: M. Hosseinzi

KAVOSHGARAN CONSULTING ENGINEERS

1-5- زمین‌شناسی اقتصادی منطقه

ورقه 1:100000 گرمی از نظر ذخایر معدنی بسیار ضعیف بوده و هیچ اندیس فلزی تاکنون در آن گزارش نشده است. از نظر متالوژنی نیز این ورقه فاقد اهمیت می‌باشد. رسوبات محدوده بیشتر از نوع آواری شامل مارن، رس، ماسه سنگ و کنگلومرا است، که نشانه کم ژرفا بودن حوضه رسوبی است. آثار گیاهی فراوان در رسوبات نیز این امر را تائید می‌نماید.

احتمال وجود نفت در این رسوبات می‌رود، بطوریکه در منطقه‌ای بنام فیر درەسی واقع در غرب آبادی مرادلو از داخل رسوبات میوسن بالائی مواد نفتی بصورت قیر از درزها و شکاف‌ها خارج و با رنگ سیاه در سطح سنگها جاری می‌شود. شرکت ملی نفت ایران برای اکتشاف نفت در این محدوده، حفاری‌های متعددی انجام داده است. وجود مواد نفتی در سنگهای منطقه به اثبات رسیده است. از نظر مصالح ساختمانی یکسری از ماسه سنگهای سازنده زیوه مورد توجه قرارگرفته و از آنها بعنوان مالون در ساختن دیواره پلها و سدها و پی ساختمانها استفاده می‌شود.

بعلت گستردگی رسوبات کواترنر و ذخائر فراوان رس می‌توان محدوده‌های رس‌دار مناسب را شناسائی نموده و در تهیه آجر مورد استفاده قرار داد. از رسوبات بستر رودخانه‌ها و رسوبات ماسه‌ای و سنگریزه‌ها با روش سنتی بهره‌برداری می‌شود. وجود کانیهای رسی مونتموریونیت یا جذب کاتیونی فراوان در خاکهای منطقه، از دلایل حاصلخیزی آنهاست. همچنین شرایط آب و هوائی مناسب سبب گردیده که فعالیت‌های کشاورزی چه بصورت کشاورزی سنتی و چه زیر نظر شرکت کشت و صنعت مغان از روق خوبی برخوردار باشد. فرآورده‌های کشاورزی با کیفیت و کمیت بالا، بویژه در مناطقی که زمینهای آن زیر کشت آبی قرار گرفته است، بعمل می‌آید.

1-6- شواهد یا شاخصهای کنترل‌کننده کانی‌سازی

با توجه به متالوژنی کلی البرز، بررسی دقیق زمین‌شناسی ورقه 1:100/000، نمونه‌برداری صحرایی و بازدید از اندیس‌های مختلف معدنی ورقه و مطالعه گزارش‌های منتشر شده و تجربیات کارشناسان، شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی در ورقه اردبیل بشرح زیر تعریف می‌گردد:

ورقه 1:100000 گرمی در نیمه شمالی بطور کامل توسط رسوبات کواترنر و در نیمه جنوبی، بطور کامل توسط رسوبات ائوسن تا میوسن پوشیده شده است. رخنمون کوچکی از سنگهای آذرین در این ورقه برونزد دارد که درغرب ورقه و شمال روستای مسجدلو واقع است. لذا این منطقه با توجه به فقدان فعالیتهای آتشفشانی و سنگهای آذرین سطحی، دارای پتانسیل ضعیف ذخایر فلزی، ارزیابی می-شود. اما از آنجائی که در این منطقه حوضه‌های رسوبی-تبخیری زیادی وجود دارد. این حوضه‌ها

می‌توانند دارای پتانسیل بالای ذخایر رسوبی-تبخیری غیرفلزی نظیر بور، پتاس، نمک و گچ باشد. با توجه به این موضوع، رسوبات مهم دارای پتانسیل ذخایر رسوبی-تیخیری شرح داده می‌شوند.

1-6-1- رسوبات ائوسن E1

رسوبات ائوسن شامل واحدهای رسی، مارن همراه را میان لایه‌های ماسه سنگ توفی بوده و رنگ عمومی این رسوبات سبز مایل به خاکستری می‌باشد. بطور کلی در داخل این رسوبات لایه‌های نازک ژیپسی مشاهده می‌شود. این نوع سکانس رسوبی که دارای رخنمون کوچکی در غرب ورقه می‌باشد، می‌تواند دارای پتانسیل بالایی از ذخائر ارزشمند تبخیری بوراکس و پتاس و همچنین گچ باشد. سکانس مشابه آن در اطراف رودخانه قزل‌اوزن واقع در شمال غرب شهرستان زنجان واقع است. در طول این رودخانه ذخائر بور قره‌گل، میانج و اورجک مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. برای تشکیل ذخائر تبخیری بور و پتاس، حضور فعالیتهای آتشفشانی و سنگهای کربناته بسیار مهم می‌باشد که هر دوی این فاکتورها در نزدیکی سکانس رسوبی ائوسن در غرب ورقه (شمال روستای مسجدلو) وجود دارد.

1-6-2- سنگهای رسوبی الیگوسن

سنگهای رسوبی الیگوسن شامل رس، سنگهای رسوبی ریزدانه، مارن و ماسه سنگ همراه با میان لایه‌های گچ می‌باشد. این واحدهای رسوبی دارای رخنمون کوچکی است که در کنتاکت با واحدهای رسوبی ائوسن در غرب ورقه گرمی (شمال روستای مسجدلو) قرار دارد. بدلیل تشابه این واحدها با رسوبات E1، میتوان به وجود پتانسیل ذخائر تبخیری مانند بور، پتاس و گچ در آنها امیدوار بود.

1-6-3- رسوبات اولیگومیوسن OM

تقریباً تمامی نیمه جنوبی ورقه 1:100000 گرمی توسط رسوبات اولیگومیوسن پوشیده شده است. این رسوبات در ورقه 1:100000 گرمی سازند زیوه نامگذاری شده‌اند. سازند زیوه از واحدهای سنگی زیر تشکیل شده است:

واحد OM Z1 این واحد از سنگهای رسوبی نرم رسی همراه با میان لایه‌های ماسه سنگ توفی و لایه-های گچ‌دار تشکیل شده است. رخنمون‌های این واحد در شرق گرمی وسعت زیادی داشته و متشکل از شیل سیاه و ماسه سنگ آهکی می‌باشد. وجود شیل سیاه، در صورتی که تحت تأثیر فعالیتهای گرمابی احتمالی عمقی (ناشی از توده‌های نفوذی که در عمق قرار دارند) باشد، می‌تواند سنگ میزبان مناسبی برای کانی‌سازی طلای اپی‌ترمال باشد.

واحد OMZ2 : این واحد شامل سنگهای رسی با میان لایه‌های نازک ماسه سنگی و همچنین گچ بوده و دارای پتانسیل کانسارهای تبخیری مانند بور، پتاس و گچ است. این واحد دارای روند شرقی- غربی بوده و محدوده وسیعی در جنوب ورقه گرمی (ناودیس گرمی) را می‌پوشاند.

واحد OMZ3 : این واحد شامل ماسه سنگ با میان لایه‌های گچ و شیل تیره می‌باشد و فقط برای ذخائر گچ ممکن است اهمیت داشته باشد.

واحد OMZ4: این واحد شامل ماسه سنگ توفی و شیل بوده و بطور محلی تبدیل به رس و مارن با میان لایه‌های ماسه سنگی حاوی رگچه‌های زغالی می‌شود.

واحد OMZc2: این واحد شامل ماسه سنگ خاکستری با میان لایه‌های شیلی است.

واحد OM25: این واحد شامل رسوبات ریزدانه رس، مارن یا میان لایه‌های ماسه سنگی و آهکی بهمراه آثار گچ فراوان می‌باشد. این واحد دارای پتانسیل ذخائر تبخیری نظیر بور، پتاس وگچ است.

4-6-1- سنگهای رسوبی میوسن M

واحدهای M1,M2: سکانس رسوبی M1 شامل مارن و رس با میان لایه‌های ماسه سنگی و آهکی بهمراه لایه‌های فراوان و نازک گچ است. واحد M2 مشابه واحد M1 بوده ولی دارای لایه‌های گچ کمتری است. این واحدها دارای پتانسیل ذخائر تبخیری بور، پتاس و گچ می‌باشد.

واحدهای M3,M4: این واحدها شامل تناوبی از ماسه سنگ و مارن‌های گچدار بوده و دارای پتانسیل ذخایر گچ می‌باشد.

با توجه به توضیحات فوق می‌توان شواهد کانی‌سازی را در ورقه 1:100000 گرمی بشرح زیر بیان نمود:

1- رسوبات ائوسن و اولیگوسن واقع در غرب ورقه (شمال روستای مسجدلو) دارای پتانسیل ذخائر غیرفلزی تبخیری.

2- گدازه‌های آندزیتی ائوسن واقع در غرب ورقه 1:100/000 گرمی (شمال روستای مسجدلو) می‌تواند بطور غیرمستقیم درکانی‌سازی تبخیری و احتمالاً هیدروترمال نقش داشته باشد.

3- رسوبات رس سنگ و مارن همراه با آهک و ژیپس الیگومیوسن و میوسن دارای پتانسیل ذخایر غیرفلزی تبخیری نظیر بور، پتاس و گچ می‌باشد.

4- شیل سیاه اولیگومیوسن در صورتی که تحت تأثیر فعالیتهای گرمابی احتمالی عمقی (ناشی از توده‌های نفوذی که در عمق قرار دارند) باشند، می‌تواند سنگ میزبان مناسبی برای کانی‌سازی طلای اپی‌ترمال باشد.

5- واحد OMZ4 شامل ماسه سنگ توفی و شیل می‌باشد. این واحد بطور محلی تبدیل به رس و مارن با میان لایه‌های ماسه سنگی و رگچه‌های زغالی می‌شود. این واحد می‌تواند دارای پتانسیل زغال سنگ باشد.

6- ساختارهای حلقوی و خطی که می‌تواند مسر حرکت سیالات کانه‌ساز را هدایت کنند.

7- تشخیص آلترسیونهای دارای بنیان OH (ژیپس) و اکسیدهای آهن.

همانطوری که در فصل‌های دو و سه به تفضیل توضیح داده خواهد شد، داده‌های ماهواره‌ای ورقه 1:100000 گرمی طوری پردازش و تفسیر شدند تا بتوان شواهد یا شاخصهای کنترل‌کننده کانی‌سازی فوق را تشخیص داد.

فصل دوم: روش کار

پروژه دورسنجی ورقه 1:100/000 گرمی در استان اردبیل به منظور تشخیص ذخایر معدنی منطقه انجام شد. اهداف اصلی این پروژه عبارت است از:

- تشخیص زونهای دارای پتانسیل بالای کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی.
- تشخیص زونهای آلتره در رابطه با کانی‌سازیهای احتمالی.
- تشخیص ساختارهای خطی و حلقوی منطقه که احتمالاً در تشکیل کانی‌سازی نقش داشته‌اند.
- تشخیص عوارض و فاکتورهای دیگر کنترل‌کننده کانی‌سازی منطقه.

به منظور دستیابی به اهداف فوق در ورقه 1:100/000 گرمی، ابتدا مدلهای مفهومی کانی‌سازی و فاکتورهای کنترل‌کننده آن تعریف گردید. در مرحله بعد با پردازش و تفسیر دقیق و حرفه‌ای داده‌های ماهواره‌ای نوع TM (در دو مقیاس 1:100/000 و 1:50/000) با در نظر گرفت فاکتورها و عوارض

کنترل‌کننده کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی، مناطق دارای پتانسیل بالا مشخص شد. با تلفیق کلیه اطلاعات در محیط GIS (همپوشانی فاکتورهای شاخصی کانی‌سازی) نتایج و نقشه‌های نهایی مناطق امیدبخش در دو مقیاس 1:100/000 و 1:50/000 تهیه شده و برای کنترل صحرایی نهایی ارائه گردید. کلیه مناطق امیدبخش معرفی شده، توسط گروه اکتشاف مورد نمونه‌برداری و بازدید صحرایی قرار گرفت و نتایج نهایی در خصوی وجود یا عدم وجود کانی‌سازی در آنها ارائه گردید.

2-1- داده‌هاي ماهواره‌ای Data Aqusition/Type

برای انجام پروژه دورسنجی و تشخیص زونهای کانی‌سازی ورقه 1:100/000 گرمی ابتدا یک Scene کامل داده‌های رقومی ماهواره‌های لندستTM که ورقه مورد نظر و مناطقه اطراف را پوشش می‌دهد، با فرمت GEOTIF و بدون مکان مرجع (بدون تصحیحات هندسی) خریداری گردید.

این نوع داده‌ها دارای 6 باند با خصوصیات بازتابی (Reflective Bands) و 1 باند با خصوصیات حرارتی می‌باشند. دقت این داده‌ها بر روی زمین (با اندازه پیکسل) در باندهای بازتابی 30×30 متر و در باند حرارتی 120×120متر می‌باشد. در این پروژه باند 5-1 و 7 بدلیل مؤثر بودن آنها در تفسیر عوارض زمین‌شناسی بکار گرفته شدند.

2-2- تصحیحات رادیومتری و هندسی Rodiometric & Geometric Corrections

قبل از اجرای تصحیحات با توجه به نقاط مرجع قابل تشخیص در تصاویر ماهواره‌ای و نقشه (توپوگرافی 1:250/000) محدوده تقریبی نقشه 1:100/000 گرمی از سین اصلی جدا گردید. بعد از آن تصحیحات رادیومتریک Dark Object Subtraction یا Haze Correction بر روی داده‌های TM اجرا گردید. سپس برای تصحیحات هندسی یا زمین مرجع کردن (Georefrencing) این Scene، از روش تصویر به تصویر (Image to Image) با استفاده از نقشه اسکن شده و زمین مرجع شده توپوگرافی 1:250/000، استفاده گردید. بعد از زمین مرجع کردن، داده‌های TM محدوده‌ای که دقیقاً نقشه 1:100/000 گرمی را پوشش می‌دهد، جدا گردید. در مرحله دوم برای مکان مرجع کردن داده‌های ماهواره‌ای منطقه در مقیاس 1:100/000 از نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 منطقه (گرمی، پیرزوار و قورلو) استفاده گردید.

2-3- پردازش داده‌های TM (آشکارسازی تصاویر)

بعد از انجام تصحیحات رادیومتری و هندسی و جداسازی محدوده مورد نظر (Sub Map)، هیستوگرام ارزش عددی پیکسل‌های هر باند بطور جداگانه بررسی و با اعمال روش Interactive Stretching عوارض روی زمین در هر باند واضح‌تر شدند. بعد از انجام تصحیحات و آشکارسازی‌های اولیه،

تصاویر حاصله با هدف تشخیص و تفکیک کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی منطقه که در بخش‌های قبل توضیح داده شد، بشرح ذیل مورد پردازش و تفسیر واقع گردیدند.

2-3-1- تشخیص ساختارهای زمین‌شناسی

در پردازش داده‌های رقومی TM برای تشخیص ساختارهای زمین‌شناسی نظیر خطواره‌ها، گسلها و ساختارهای حلقوی از روشهای ترکیب رنگی مجازی تصاویر (RGB) و تحلیل مؤلفه اصلی Principal Components Analysis و بکارگیری فیلتر نوع Directional (اجرای فیلترهای 3×3 و 5×5 برای تشخیص گسلها با آزیموت‌های مختلف) استفاده گردید. برای توضیح بیشتر در خصوص روشهای فوق به ضمیمه مراجعه شود.

2-3-2- تحلیل مؤلفه اصلی (Principal Components Analysis **یا** PCA)

تحلیل مؤلفه اصلی جهت کاهش بعد داده‌ها به تعداد کمتری مؤلفه اصلی بکار می‌رود. در تحلیل مؤلفه اصلی تجمع اطلاعات در چند مؤلفه اول بیشتر بوده و مؤلفه‌های بعدی بیشتر شامل Noise می‌باشند (این مولفه‌ها فقط وقتی با تصاویر قویتر ترکیب شوند می‌توانند دارای کاربرد موثری باشند).

در این روش یک محور در راستائی که دارای بیشترین مقدار اطلاعات است، ایجاد شده و تصویر این محور شامل بیشترین اطلاعات نسبت به محورهای دیگر خواهد بود. در روش PCA اطلاعات چند تصویر در یک تصویر متراکم شده و اختلاف درجات روشنائی به حداکثر می‌رسد، تعداد PCA ساخته شده، بستگی به تعداد باندهای انتخاب شده دارد و ما می‌توانیم پس از اعمال روش PCA، چند تصویر جداگانه داشته باشیم. همانطوری که مشخص است PCI بطور مثال دارای 80 تا 95% اطلاعات است PC حاوی مثلا 10% اطلاعات و مولفه‌های بعدی به ترتیب دارای مقادیر کمتری از اطلاعات می‌باشند. در انتخاب باندها برای اعمال تکنیک PCA باید باندهایی را انتخاب کرد که با هم همبستگی کمتری داشته باشند. زیرا هر چه میزان همبستگی باندها کمتر باشد ترکیب آنها حاوی اطلاعات بیشتری خواهد بود. قابل ذکر است که ضریب همبستگی هر باند با خودش 1 است و ضریب همبستگی که معمولاً آن را با r نشان می‌دهند عددی بین 0 تا 1 می‌باشد. اطلاعات آماری حاصله از PCA نیز در انتخاب روش شناسایی، می‌تواند کمک شایانی نماید.

2-3-3- تفکیک زونهای آلتره

در این بخش پردازش داده‌های TM برای تشخیص محدوده‌های احتمالی آلتراسیون (نوع کانی‌های رسی دارای بنیان OH نظیر کائولن و سریسیت، نوع اکسیدهای آهن و نوع آلتراسیون پروپیلیتی حاوی کانیهای کلریت و اپیدوت) با استفاده از روش Crosta و روش LSFit صورت گرفت. در این خصوص از Training Siteهای مشاهده شده در عملیات مقدماتی صحرائی (زونهای آلتراسیون) نیز استفاده شد.

روش کروستا (Crosta)

یکی از کاربردهای اطلاعات آماری در دورسنجی، روشی موسوم به کروستا می‌باشد که جهت تفکیک زونهای آلتراسیون و آشکار کردن اکسید آهسن و کانی‌های دارای یون هیدروکسیل بکار می‌رود. دستورالعمل اجرای روش کروستا بشرح زیر است:

الف- دو سری اطلاعات مناسب می‌سازیم. یکی حاوی TM3، TM1، TM4 و TM5 (بعنوان سری اطلاعات 1)و دیگری حاوی باندهای TM1 TM4 TM7 و TM5 (بعنوان سری اطلاعاتی 2). به منظور اجتناب از rescaling داده‌ها، از هر لایه transform را حذف کرده و به هر لایه برچسب جهت شناسائی باندی می‌زنیم.

ب- اطلاعات آماری هر دسته را محاسبه می‌کنیم.

ج- برای دسته اطلاعات 1، آمار مربوط به کوواریانس eigenvector را مطالعه می‌کنیم، آن PC که بیشترین اختلاف را برای باندهای TM3 و TM1 داشته باشد، مشخص می‌کنیم. این باند معمولاً PC3 یا PC4 است. این PC اکسیدهای آهن را نشان می‌دهد.

د- برای سری دوم اطلاعاتی نیز کوواریانس Eigenvector را مطالعه می‌کنیم و مشخص می‌کنیم که بیشترین اختلاف برای باندهای TM5 وTM7 مربوط به کدام PC است که معمولاً PC3 یا PC4 می‌باشد. این PC نمایش دهنده کانیهای حاوی بنیان هیدروکسل می‌باشد.

ح- PC مناسب سری اطلاعاتی اول F و PC مناسب سری اطلاعاتی دوم H را در نظر گرفته و سپس از این دو PCa، PC جدیدی با دو مولفه می‌سازیم و آن را HF می‌نامیم.

و- یک RGB با محتوی زیر می‌سازیم R(HPCE) G(HFPC1) B(FPC4) و در هر لایه یک کشیدگی تباین خطی بکار می‌بریم. تصویر حاحصله معمولاً آبی رنگ است که در آن مناطق دگرسان روشن‌تر می‌باشد. در صورت تمایل می‌توانیم با اعمال فیلتر روی آن، تصویر حاصله را جهت کار خود مناسبتر گردانیم.

روش LsFit

در روش LsFit با در نظر گرفتن جذب طیفی در عرض طول موج خاص برای کانی آلتره خاص و استفاده از روش نسبت باندهای کانیهای اکسیدهای آهن (نوع Ferrous و Ferric)، رسها یا زونهای آلتراسیون وع آرژیلیک (OH-Bearing) تفکیک می‌گردد. در این روش یک باند خاص که منحصراً دارای طیف جذب در خصوص کانی خاصی می‌باشد با بقیه باندها مورد تقسیم باندی (Rationing) قرار گرفته و بهترین مناطق با پیکسهای دارای آن کانی خاص تشخیص داده خواهد شد. برای توضیح بیشتر روش LsFit به ضمیمه مراجعه شود.

4-3-2- تشخیص واحدهای سنگی

در پردازش داده‌های TM برای تشخیص تیپ‌های سنگی که به نحوی با کانی سازیهای ذکر شده در ارتباط باشند، از روشهای ترکیب رنگی مرکب تصاویر (RGB)، طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Classification) با توجه به نقشه زمین‌شناسی رقومی شده و همچنین با در نظر گرفتن طیفهای بازتابی سنگهای مورد نظر (Z profile in ENVI) استفاده شد. در این خصوص از Training Site های مشاهده شده در عملیات مقدماتی صحرائی نیز استفاده گردید.

فصل سوم: پردازش، آنالیز و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای TM

به منظور دستیابی به اهداف پروژه، ابتدا مدلهای مفهومی کانی سازی وفاکتورهای کنترل کننده آن مشخص گردید. سپس با پردازش وتفسیردقیق وحرفه ای دادههای ماهواره‌های نوع TM(در دو مقیاس 1:100/000 و 1:50/000) با در نظر گرفتن فاکتورها و عوارض کنترل‌کننده کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی، محدوده‌های پتانسیل دار برای کارهای اکتشافی بعدی معرفی گردید.

3-1- شواهد کنترل کننده کانی سازی منطقه

همانطوری که در فصل اول توضیح داده شد، شواهد یا فاکتورهای کنترل‌کننده کانی سازی منطقه عبارتند از:

1- رسوبات ائوسن و اولیگوسن واقع در غرب ورقه (شمال روستای مسجدلو) دارای پتانسیل ذخایر غیرفلزی تبخیری.

2- گدازه‌های آندزیتی ائوسن واقع در غرب ورقه100/000 : گرمی (شمال روستای مسجدلو) میتواند بطور غیرمستقیم در کانی‌سازی تبخیری و احتمالا هیدرو ترمال نقش داشته باشد.

3- رسوبات رس سنگ و مارن همراه با آهک وژیپس الیگوسن و میوسن دارای پتانسیل ذخایر غیرفلزی تبخیری نظیر بور، پتاس و گچ میباشد.

4- شیل سیاه اولیگومیوسن در صورتی که تحت تاثیر فعالیتهای گرمابی احتمالی عمقی (ناشی از توده-های نفوذی که در عمق قرار دارند) باشند، میتواند سنگ میزبان مناسبی برای کانی سازی طلای اپی-ترمال باشد.

5- واحد OMZ4 شامل ماسه سنگ توفی وشیل میباشد. این واحد بطور محلی تبدیل به رس و مارن با میان لایه‌های ماسه سنگی و رگچه‌های زغالی میشود. این واحد میتواند دارای پتانسیل زغال سنگ باشد.

6- ساختارهای حلقوی و خطی که میتواند مسیر حرکت سیالات کانه‌ساز را هدایت کنند.

7- تشخیص آلترسیونهای دارای بنیانOH (ژیپس) و اکسیدهای آهن.

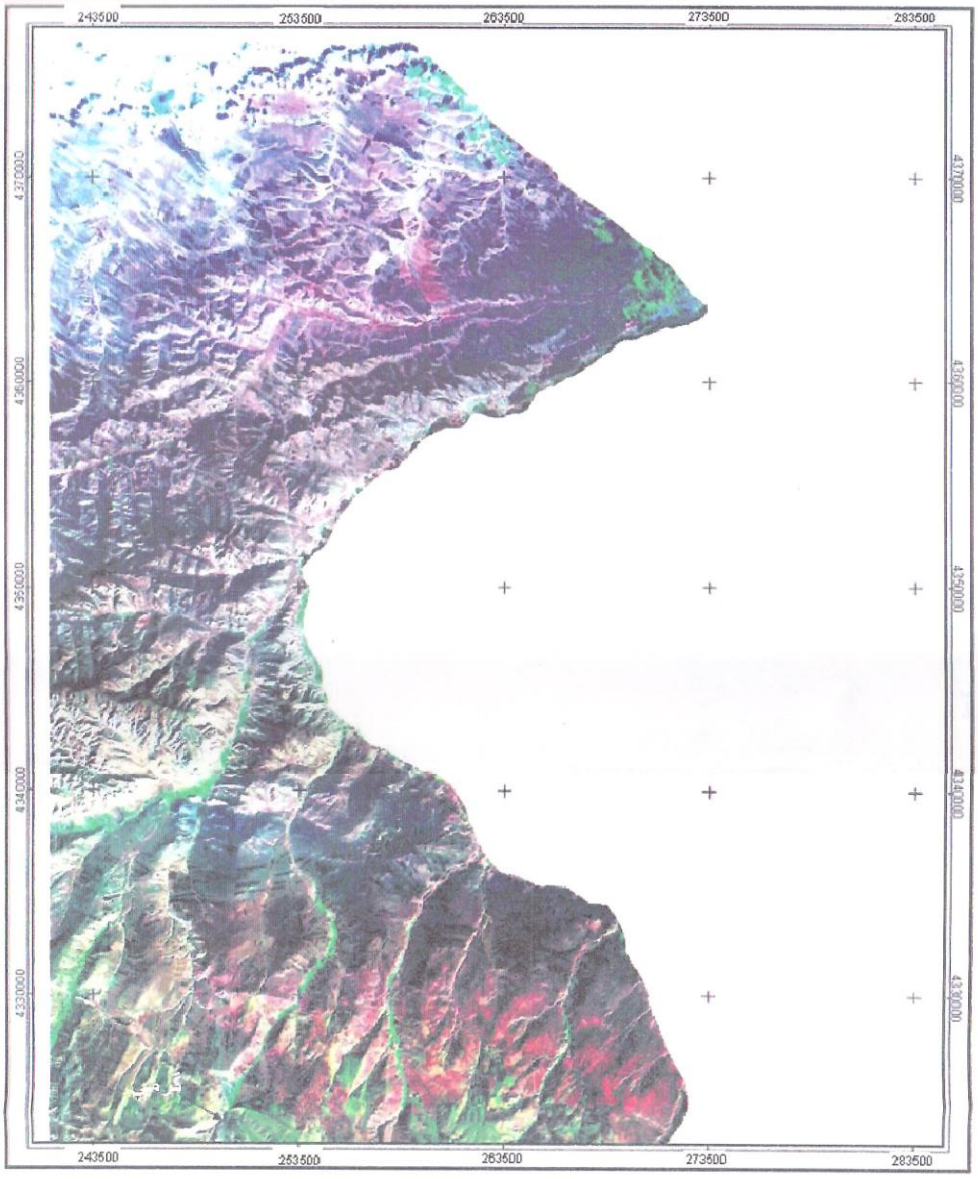
3-2- تشخیص وتفکیک شواهد لیتولوژیکی کانی‌سازی

برای تفکیک واحدهای لیتولوژیکی مهم ورقه 1:100/000 گرمی که بطور مستقیم یا غیرمستقیم در ارتباط با کانی‌سازی می‌باشند، عمدتاً از ترکیبهای رنگی (RBG) متعدد، باندهای مختلف و طبقه‌بندی کنترل شده Supervised Classification استفاده گردید. برای مثال، شکل شماره 3، تصویر ترکیب مرکب رنگی (RBG741) و شکل شماره 4 تصویر ترکیب مرکب رنگی (RBG175) را نشان می‌دهند و میتوان آنها را برای تفکیک کنترل‌کننده‌های لیتولوژیکی و ساختاری مورد استفاده قرار داد.

برای بالا بردن دقت و کیفیت کار در تفکیک شواهد لیتولوژیکی کنترل‌کننده کانی‌سازی در منطقه، پردازش و تفسیر داده‌های TM در برگه‌های با مقیاس 1:50000 انجام گردید.

بدین منظور، ابتدا محدوده تقریبی داده‌های TM ورقه 1:100000 گرمی جدا شده، سپس تصاویر متعدد ترکیب رنگی باندهای مختلف (RGB) تشکیل و واحدهای مهم لیتولوژیکی مختلف (شاخص های کنترل کننده کانی‌سازی) با استفاده از نقشه اسکن شده و زمین مرجع شده 1:100/000 زمین شناسی منطقه و با توجه به کار صحرایی گروه اکتشاف از روی تصاویر RGB تفکیک و تشخیص داده شدند.

همانطوری که در شکل شماره 5 نشان داده شده است، واحدهای لیتولوژیکی مهم ورقه 100/000 : (شواهد کنترل کننده کانی‌سازی منطقه) که در بخش جنوبی ورقه قرار دارند و بطور مستقیم یا غیر-مستقیم در ارتباط با آلتراسیون‌ها و کانی‌سازی احتمالی غیرفلزی تبخیری منطقه می‌باشند. با استفاده از ترکیب مرکب رنگی (RBG) متعدد باندهای مختلف تفکیک و بر روی تصویر RGB 741 ورقه 100/000 : گرمی نشان داده شده‌اند.

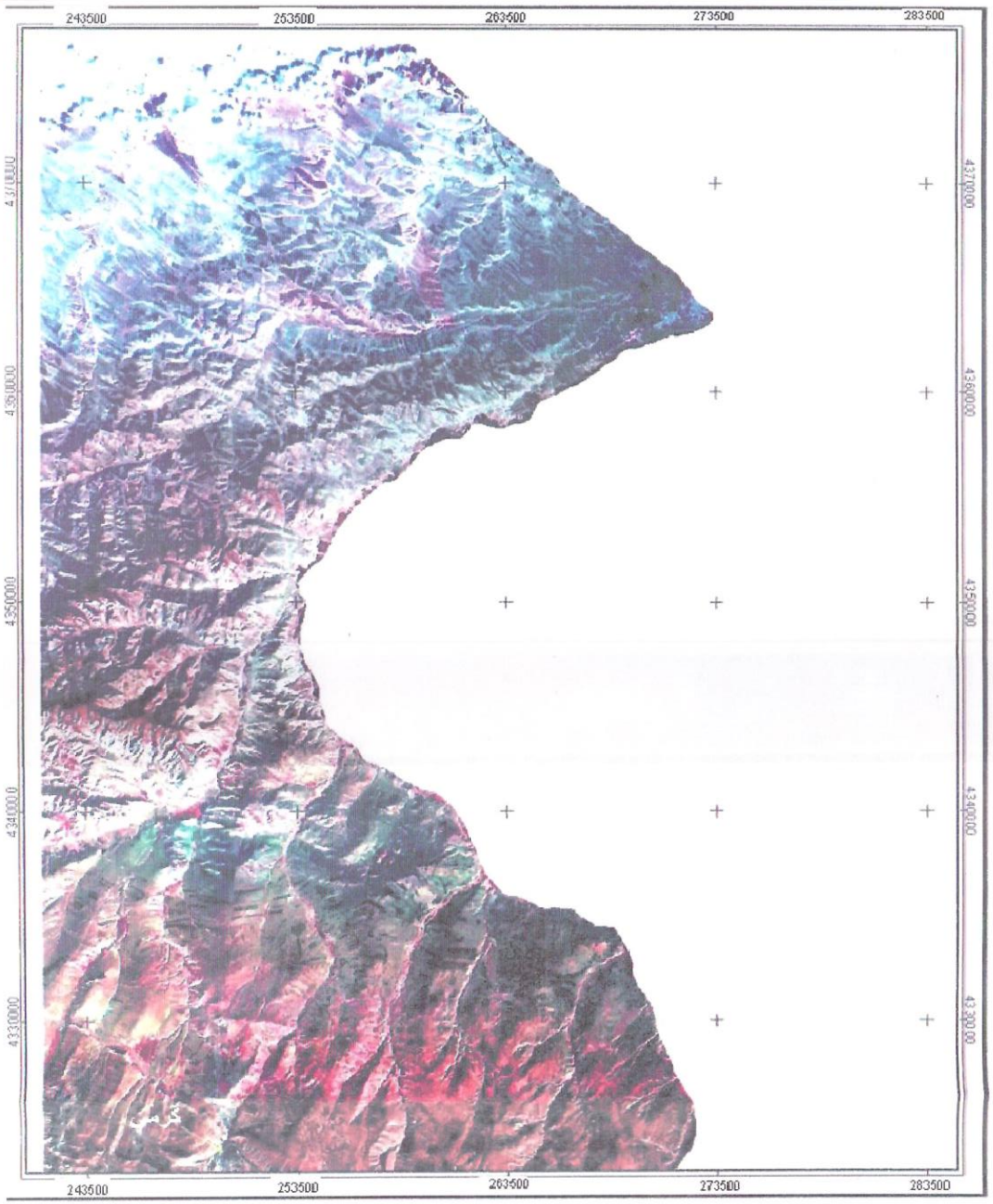


5000 0 5000 10000 Meters

1:200000

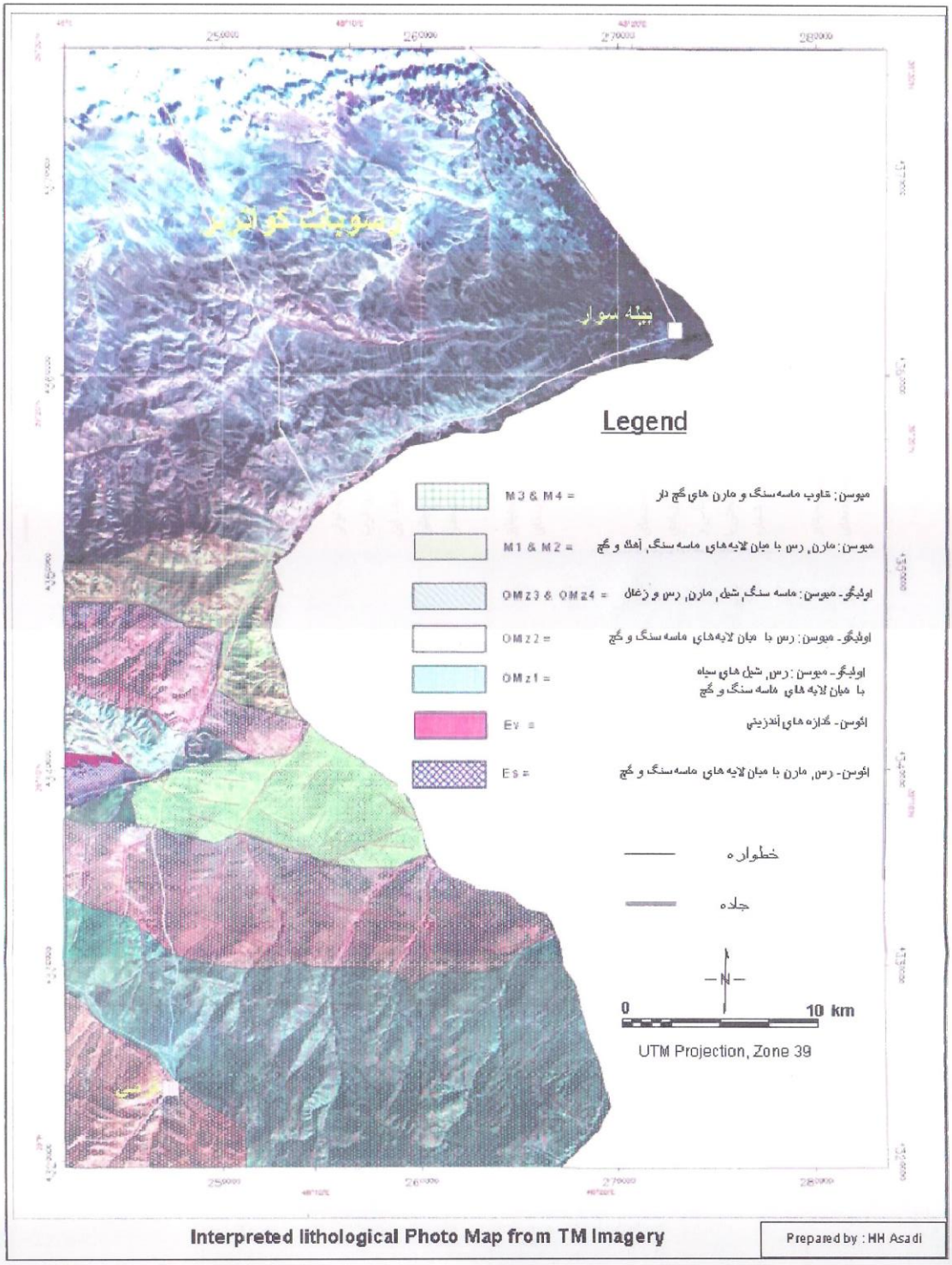
7R-4G-1B Color Composit Image of Germi Area

N



5R-3G-1B Color Composit Image of Germi Area

شکل شماره ۵- نقشه واحدهای سنگی چهار گوش ۱:۱۰۰۰۰۰ کرمی تفکیک شده از داده های ماهواره ای TM بخش



EV- گدازه‌های آندزیتی ائوسن Eocene andesitic lava

واحد سنگی گدازه‌های آندزیتی درغرب ورقه 1:100000 گرمی (شمال روستای مسجدلو) واقع شده است. در تصویر ترکیب رنگی RBG741 و RBG741 این واحد سنگی تیره می‌باشد (مقایسه شکل های شماره 3،4،5).

این واحد سنگی از روی تصویر ترکیب‌های رنگی RBG741 بر روی مانیتور دیجیتایز (Scree Digitize) گردید تا بتوان در مرحله تلفیق نتایج کار سنجش از دور برای معرفی محدوده‌های دارای پتانسیل بالای اکتشاف، از آن استفاده نمود.

EI- رسوبات ائوسن Eocene sedimentatry rocks

رسوبات ائوسن عمدتاً متشکل از واحدهای رسی، مارن همراه با میان لایه‌های ماسه سنگ توفی بوده و رنگ عمومی آن، سبز مایل به خاکستری می‌باشد. رخنمون این واحد کوچک بوده و در غرب ورقه (شمال روستای مسجدلو) برونزد دارد. این رسوبات دارای لایه‌های نازک ژیپس می‌باشند. این سکانس رسوبی می‌تواند دارای پتانسیل بالایی از ذخائر ارزشمند تبخیری نظیر بوراکس، پتاس و همچنین گچ باشد. درتصویر ترکیب رنگی RBG741 و RBG741 این واحد سنگی با روشن مشخص می شود (مقایسه شکل های شماره 3،4،5).

این واحد سنگی از روی تصویر ترکیب های رنگی RBG741 بر روی مانیتور دیجیتایز (Scree Digitize) گردید تا بتوان در مرحله تلفیق نتایج کار سنجش از دور برای معرفی محدوده‌های دارای پتانسیل بالای اکتشاف، از آن استفاده نمود(شکل شماره 5).

OM-سنگهای رسوبی اولیگومیوسن Oligo-Miocene sedimentatry rocks

سنگهای رسوبی الیگومیوسن (OMz1, OMz2, OMz3,OMz4) عمدتاً شامل واحدهای رسی، مارن همراه با میان لایه‌های نازک ژیپسی می‌باشند. این سکانس رسوبی که دارای وسعت زیادی درجنوب ورقه میباشد، می‌تواند دارای پتانسیل بالایی از ذخایر ارزشمند تبخیری نظیر بوراکس، پتاس و همچنین گچ باشد. واحدهای فرعی الیگومیوسن دارای خصوصیات انعکاسی نزدیکی بوده و به سختی با استفاده از تصویرهای متعدد ترکیب رنگی نظیر RBG741 تفکیک شدند (مقایسه شکل های شماره 3،4،5).

این واحد های سنگی از روی تصویر ترکیب های رنگیRBG741 بر روی مانیتور دیجیتایز (Scree Digitize) گردید تا بتوان در مرحله تلفیق نتایج کار سنجش از دور، برای معرفی محدوده‌های دارای پتانسیل بالای اکتشاف، از آن استفاده نمود (شکل شماره 5).

M-سنگهای رسوبی میوسن Miocene sedimentatry rocks

سنگهای رسوبی میوسن (M1, M2) عمدتاً شامل واحدهای ماسه سنگ، رس، مارن همراه با میان لایه-های ماسه سنگ آهکی لایه‌های نازک ژیپس می‌باشند. این سکانس رسوبی که دارای وسعت نسبتا زیادی درمرکز ورقه بوده و می‌تواند دارای پتانسیل بالایی از ذخائر ارزشمند تبخیری نظیر بوراکس، پتاس و همچنین گچ باشد. واحدهای فرعی میوسن دارای خصوصیات انعکاسی نزدیکی بوده و به سختی با استفاده از تصویرهای متعدد ترکیب رنگی نظیر RBG741 تفکیک شدند (مقایسه شکلهای شماره 3،4،5).

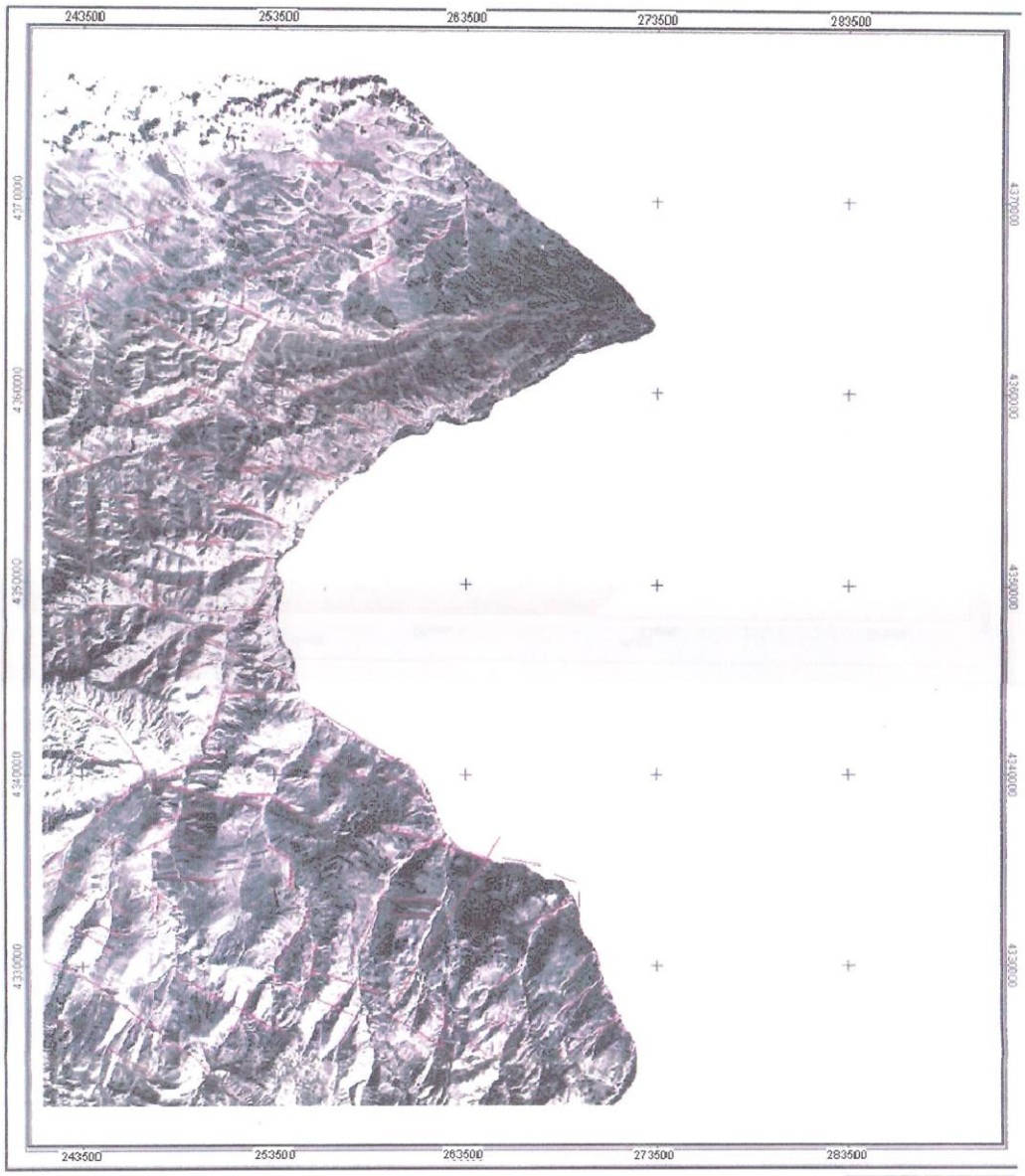
این واحدهای سنگی از روی تصویر ترکیب‌های رنگی RBG741 بر روی مانیتور دیجیتایز (Scree Digitize) گردید تا بتوان در مرحله تلفیق نتایج کار سنجش از دور، برای معرفی محدوده‌های دارای پتانسیل بالای اکتشاف، از آن استفاده نمود (شکل شماره 5).

3-3- عوارض ساختاری (خطواره‌ها، گسلها و ساختارهای حلقوی)

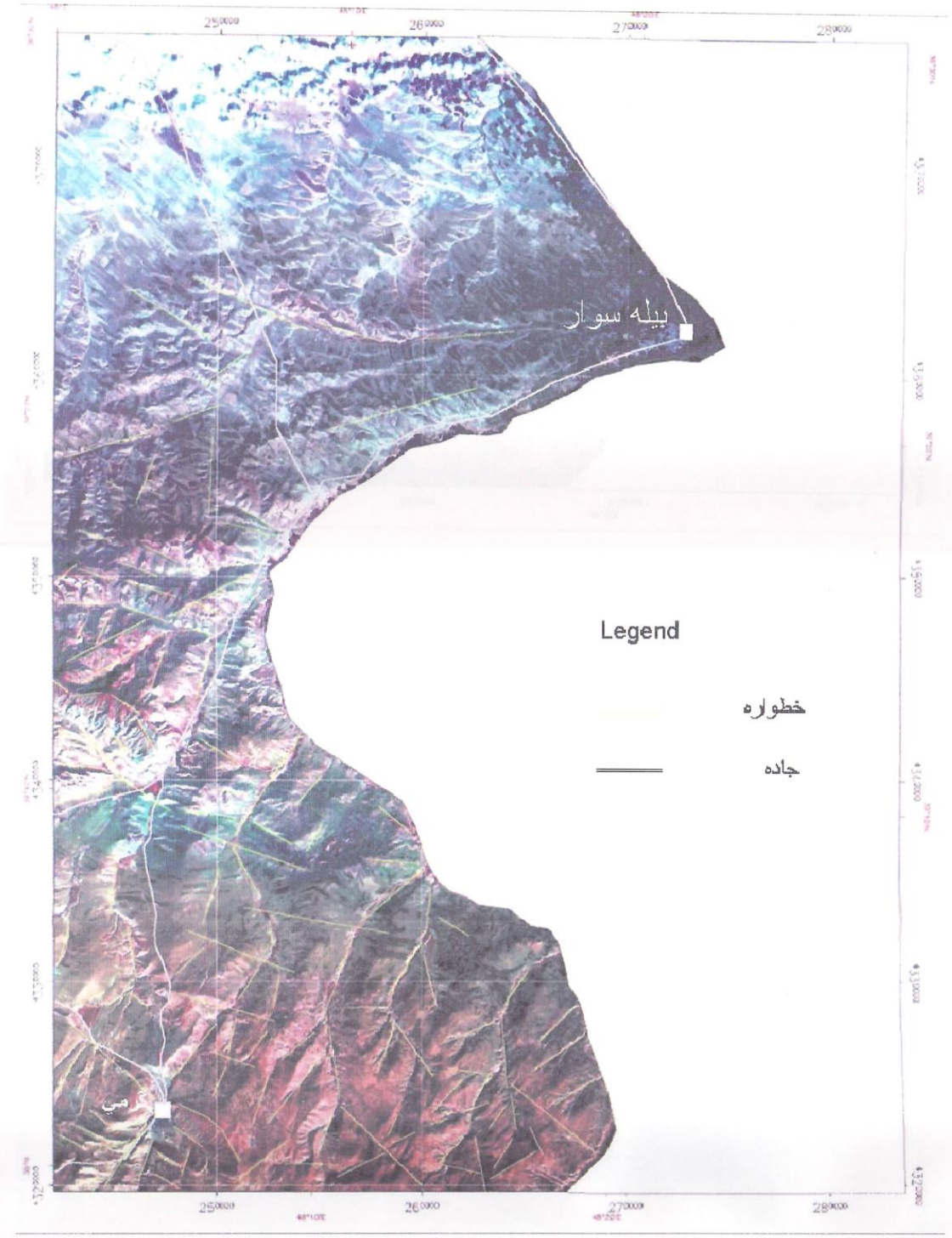
خطواره‌ها، گسلها و ساختارهای حلقوی، مناطق ضعیفی هستند که محلول‌های کانی ساز هیدروترمال قادرند در آن حرکت نموده و سبب کانی سازی در سنگهای مجاور شوند. لذا تشخیص این عوارض از اهمیت خاصی برخوردار است. در مواردی که خطواره‌ها، گسلها و ساختارهای حلقوی، روند اصلی البرز (NNW-SSE) را قطع نمایند، می‌توانند از مهمترین ساختارها محسوب شوند. همانطوری که قبلاً توضیح داده شد، این ساختارها به همراه ساختارهای حلقوی با استفاده از تفسیر داده‌های TM (تحلیل مولفه اصلی، ترکیب رنگی مجازی (RGB) و اجرای فیلترهای Directional) تشخیص داده شدند. علاوه بر ترکیب رنگی باندهای RGB741 و RGB531، مهمترین تصویر برای تفکیک ساختارهای خطی و حلقوی PC1 حاصل از اجرای مولفه اصلی بر روی 6 باند انعکاسی می‌باشد. ساختارهای خطی تفکیک شده به روشهای فوق در ورقه گرمی در مقیاس 1:100000 بر روی PC1 نشان داده شده‌اند (شکل شماره 6).

برای بالا بردن دقت و کیفیت کار در تفکیک شواهد ساختاری خطی، پردازش و تفسیر داده‌های TM ورقه با استفاده از بهترین نوع تصویر ترکیب رنگی RGB531 انجام گردید (شکل شماره 7).

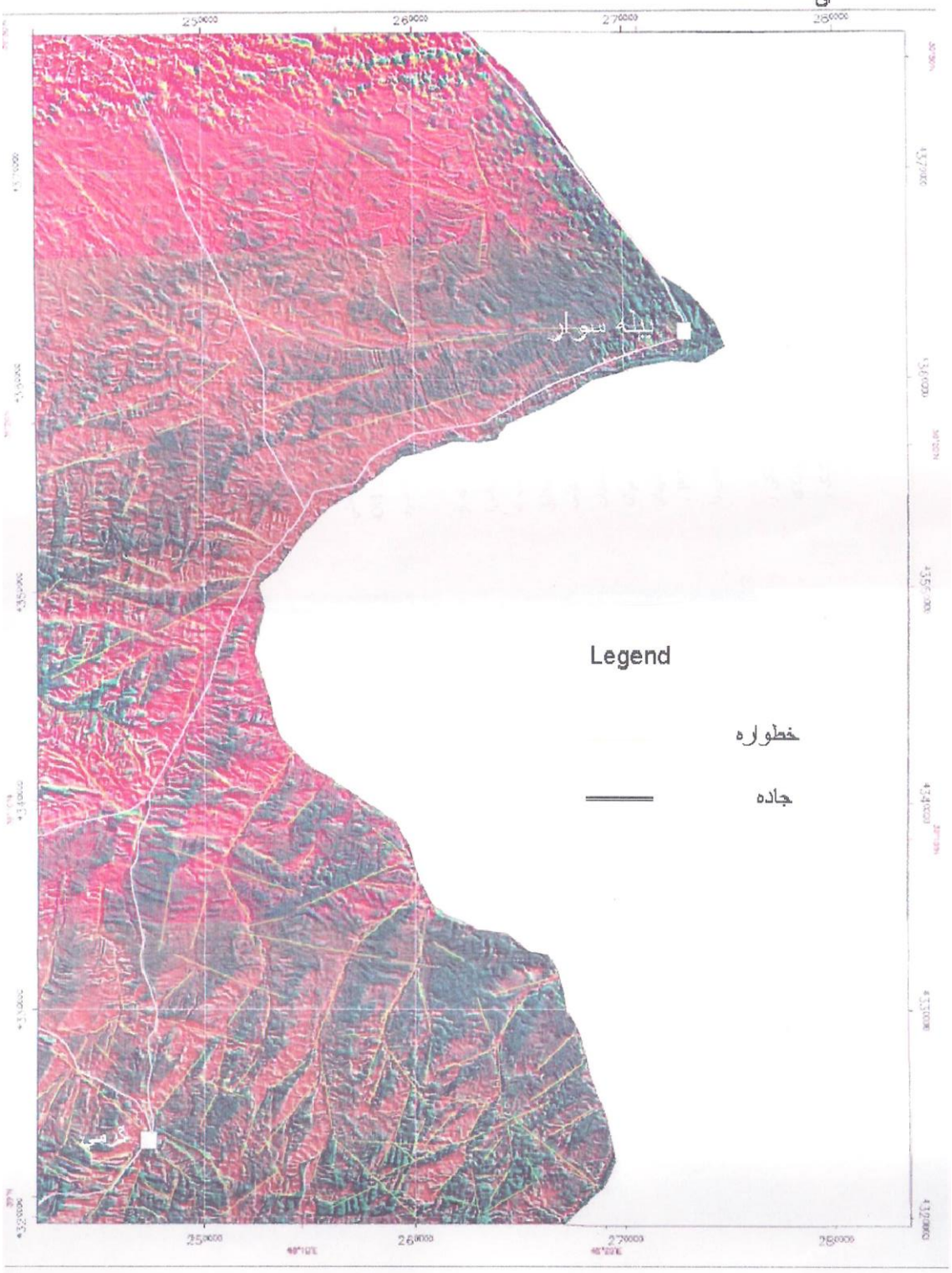
یکی دیگر از روش‌های مهم تفکیک ساختارهای خطی استفاده از فیلترهای 3×3 و 5×5 Directional بر تصاویر مولفه‌های اصلی و سپس تشکیل تصویر ترکیب رنگی آنها می‌باشد (شکل شماره 8).


243500
253500
263500
273500
283500
4370000
4360000
4350000
4340000
4330000
4320000
4310000
4300000
4290000
4280000
4270000
4260000
4250000
4240000
4230000
4220000
4210000
4200000
4190000
4180000
4170000
4160000
4150000
4140000
4130000
4120000
4110000
4100000
4090000
4080000
4070000
4060000
4050000
4040000
4030000
4020000
4010000
4000000
3990000
3980000
3970000
3960000
3950000
3940000
3930000
3920000
3910000
3900000
3890000
3880000
3870000
3860000
3850000
3840000
3830000
3820000
3810000
3800000
3790000
3780000
3770000
3760000
3750000
3740000
3730000
3720000
3710000
3700000
3690000
3680000
3670000
3660000
3650000
3640000
3630000
3620000
3610000
3600000
3590000
3580000
3570000
3560000
3550000
3540000
3530000
3520000
3510000
3500000
3490000
3480000
3470000
3460000
3450000
3440000
3430000
3420000
3410000
3400000
3390000
3380000
3370000
3360000
3350000
3340000
3330000
3320000
3310000
3300000
3290000
3280000
3270000
3260000
3250000
3240000
3230000
3220000
3210000
3200000
3190000
3180000
3170000
3160000
3150000
3140000
3130000
3120000
3110000
3100000
3090000
3080000
3070000
3060000
3050000
3040000
3030000
3020000
3010000
3000000
2990000
2980000
2970000
2960000
2950000
2940000
2930000
2920000
2910000
2900000
2890000
2880000
2870000
2860000
2850000
2840000
2830000
2820000
2810000
2800000
2790000
2780000
2770000
2760000
2750000
2740000
2730000
2720000
2710000
2700000
2690000
2680000
2670000
2660000
2650000
2640000
2630000
2620000
2610000
2600000
2590000
2580000
2570000
2560000
2550000
2540000
2530000
2520000
2510000
2500000
2490000
2480000
2470000
2460000
2450000
2440000
2430000
2420000
2410000
2400000
2390000
2380000
2370000
2360000
2350000
2340000
2330000
2320000
2310000
2300000
2290000
2280000
2270000
2260000
2250000
2240000
2230000
2220000
2210000
2200000
2190000
2180000
2170000
2160000
2150000
2140000
2130000
2120000
2110000
2100000
2090000
2080000
2070000
2060000
2050000
2040000
2030000
2020000
2010000
2000000
1990000
1980000
1970000
1960000
1950000
1940000
1930000
1920000
1910000
1900000
1890000
1880000
1870000
1860000
1850000
1840000
1830000
1820000
1810000
1800000
1790000
1780000
1770000
1760000
1750000
1740000
1730000
1720000
1710000
1700000
1690000
1680000
1670000
1660000
1650000
1640000
1630000
1620000
1610000
1600000
1590000
1580000
1570000
1560000
1550000
1540000
1530000
1520000
1510000
1500000
1490000
1480000
1470000
1460000
1450000
1440000
1430000
1420000
1410000
1400000
1390000
1380000
1370000
1360000
1350000
1340000
1330000
1320000
1310000
1300000
1290000
1280000
1270000
1260000
1250000
1240000
1230000
1220000
1210000
1200000
1190000
1180000
1170000
1160000
1150000
1140000
1130000
1120000
1110000
1100000
1090000
1080000
1070000
1060000
1050000
1040000
1030000
1020000
1010000
1000000
990000
980000
970000
960000
950000
940000
930000
920000
910000
900000
890000
880000
870000
860000
850000
840000
830000
820000
810000
800000
790000
780000
770000
760000
750000
740000
730000
720000
710000
700000
690000
680000
670000
660000
650000
640000
630000
620000
610000
600000
590000
580000
570000
560000
550000
540000
530000
520000
510000
500000
490000
480000
470000
460000
450000
440000
430000
420000
410000
400000
390000
380000
370000
360000
350000
340000
330000
320000
310000
300000
290000
280000
270000
260000
250000
240000
230000
220000
210000
200000
190000
180000
170000
160000
150000
140000
130000
120000
110000
100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000
0
-10000
-20000
-30000
-40000
-50000
-60000
-70000
-80000
-90000
-100000
-110000
-120000
-130000
-140000
-150000
-160000
-170000
-180000
-190000
-200000
-210000
-220000
-230000
-240000
-250000
-260000
-270000
-280000
-290000
-300000
-310000
-320000
-330000
-340000
-350000
-360000
-370000
-380000
-390000
-400000

شکل شماره ۷ - تصویر ترکیب رنگی RGB531 و خطوراره های تفسیر شده از آن



شکل شماره ۸ - تصویر ترکیب رنگی فیلتر شده R-PC1, G-PC2 & B-PC3 و خطوراره های تفسیر شده از آن



این نوع شواهد کانی‌سازی از روی تصویرهای فوق دیجیتایز گردیده و سپس با ترکیب‌های رنگی RBG741 بر روی مانیتور دیجیتایز (Scree Digitize) گردید تا بتوان در مرحله تلفیق نتایج نهایی سنجش از دور، برای معرفی محدوده‌های دارای پتانسیل بالای اکتشاف، ا ز آنها استفاده نمود. این شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی در بخش تصویر تلفیقی نتایج حاصله (فصل 4) بیشتر توضیح داده خواهند شد.

3-4- تفکیک زونهای آلتره

3-4-1- آلتراسیونهای نوع کانیهای دارای بنیان OH (Argillic Alteration & Gypsum)

آلتراسیونهای نوع کانیهای دارای بنیان OH بعنوان یکی از شواهد مهم کانی‌سازی فلزی در بخش فاکتورهای شاهد کانی‌سازی منطقه توضیح داده شد. برای تشخیص بهینه کانیهای دارای بنیان OH (عمدتاً ژیپس)، نقشه 1/100000 گرمی به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم و بطور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و سپس تصاویر حاصله با هم موزائیک گردیدند.

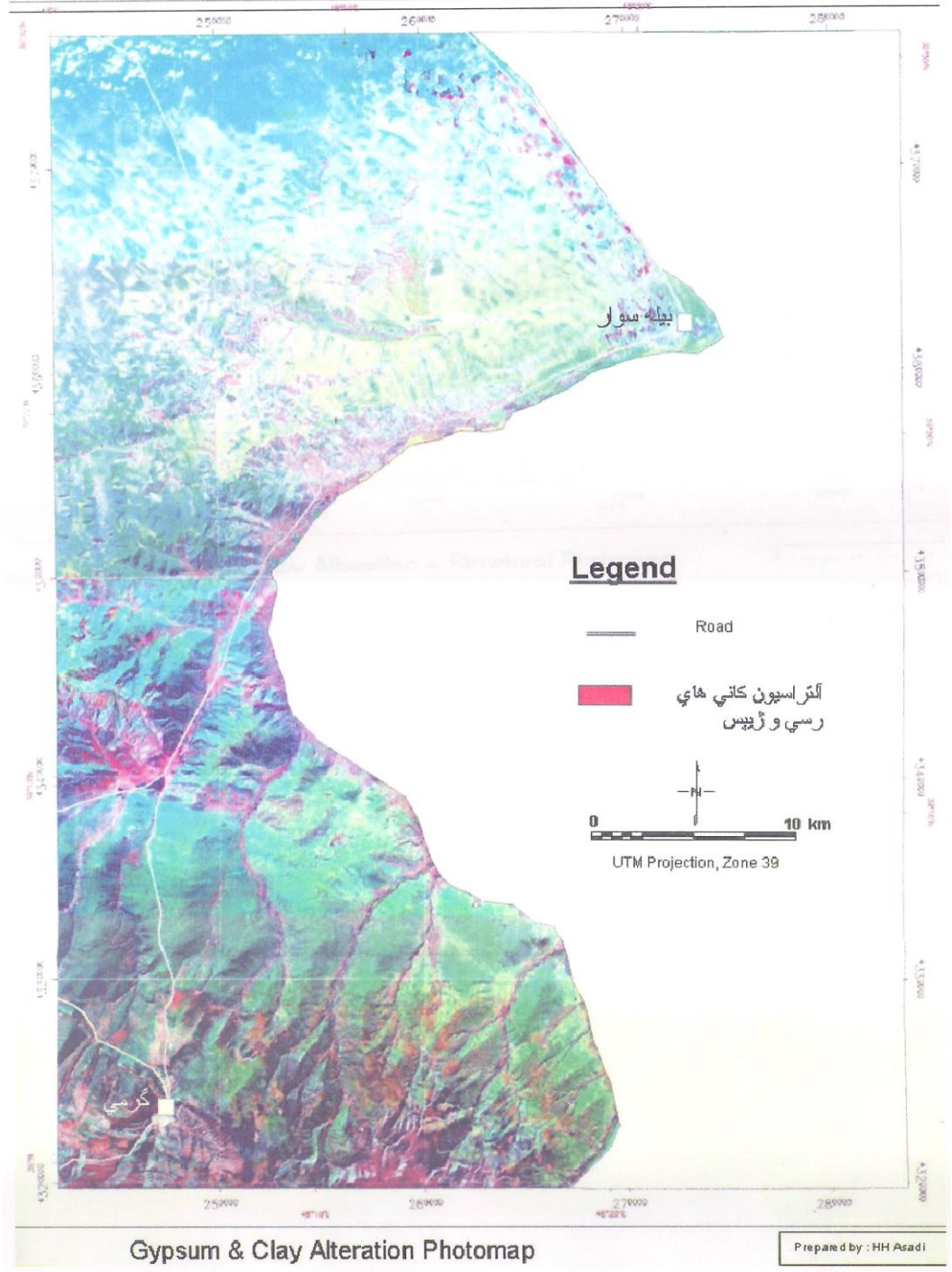
برای تشخیص آلتراسیونهای کانیهای دارای بنیان OH (عمدتاً ژیپس و زونهای آرژیلیکی) که از شاخص‌های اصلی پی‌جویی ذخائر فلزی هیدروترمال و ذخائر غیرفلزی تخیری (گچ، بور و پتاس) محسوب می‌شوند، ابتدا از روش Crosta با اعمال تغییرات اساسی استفاده گردید. بدین ترتیب که چهار باند 7، 5، 4، 1 انتخاب شده (باند 3 برای در نظر نگرفتن اکسیدهای آهن و باند 2 بدلیل مشابهت با باند 1 حذف شدند) و وارد مولفه اصلی Principal Components گردیدند. با توجه به خصوصیات طیفی کانیهای رسی (دارای بنیانOH)، Eigenvalue های مولفه اصلی و مشاهدات صحرایی (Training Sites)، پیکسلهای حاوی کانیهای رسی در PC4 حاصل از اجرای مولفه اصلی بصورت تیره ظاهر می‌شوند. برای روشن نشان دادن پیکسلهای حاوی آلتراسیونهای نوع کانیهای رسی عمل Negation انجام داده شد. ترکیب رنگی مجازی (rgb) باندهای PC4، PC3، PC2 و اجرای عمل Negation بر روی PC4، پیکسلهای حاوی کانی‌های رسی و ژیپس را بصورت قرمز-نارنجی نشان می‌دهد (شکل شماره 9).

در شکل شماره 9 زونهای حاوی کانی‌های دارای بنیان OH (آلتراسیون نوع آرژیلیکی و ژیپس) در ورقه 1:100000 گرمی بصورت نارنجی مایل به قرمز و زرد ظاهر می‌شوند. این زونها که عمدتاً در رابطه با رس، مارن و شیلهای سیاه الیگومیوسن می‌باشند از تصویر شکل شماره 9 تفکیک و به همراه ساختارهای خطی تفکیک شده بر روی تصویر 10 نشان داده شده‌اند.

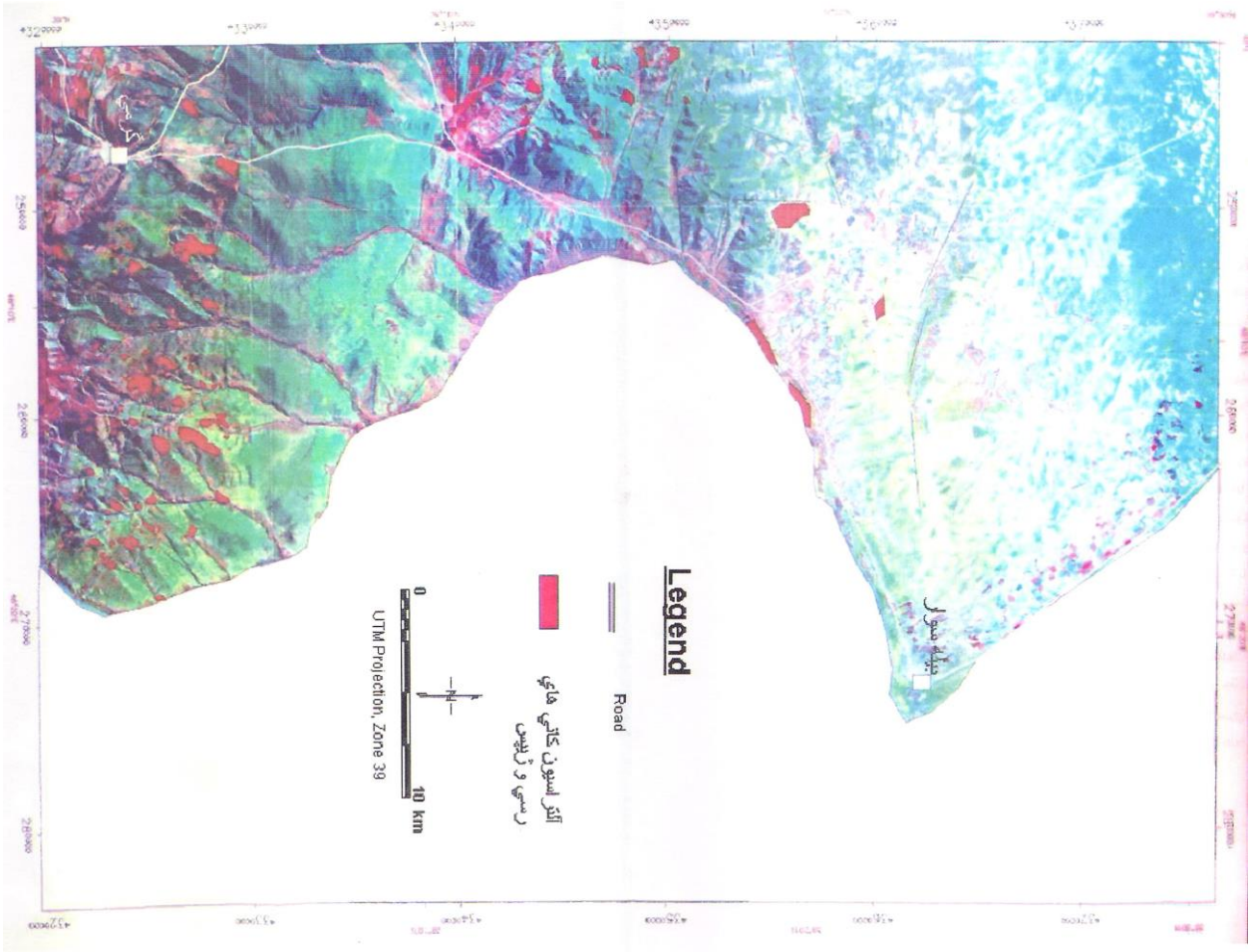
شکل شماره 9- نقشه التراسیون ورقه 1:100000گرمی تفسیر شده از داده‌های ماهواره‌های TM تهیه شده با استفاده از تغییرات اساسی بر روی روش Crosta (التراسونهای نوع کانی‌های رسی و عمدتاً ژیپس با رنگ نارنجی مشخص شده‌اند)

شکل شماره 10- نقشه التراسیون و خطواره‌های ورقه 1:100000 گرمی تفسیر شده از داده‌های ماهواره‌های TM با استفاده از تغییرات اساسی بر روی روش Crosta (آلتراسیونهای نوع کانی‌های رسی و عمدتاً ژیپس با رنگ نارنجی مشخص شده‌اند)

شکل شماره ۹- نقشه آلتراسیون ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمي تفسير شده از داده هاي ماهواره اي **TM** , تهيه شده با استفاده از تغييرات اساسي در روي روش **Crosta** (آلتراسيونهاي نوع كائي هاي رسي و عمدتا ژيپس با رنگ نارنجي مشخص شده اند)



شکل شماره ۹


Legend
Road
آلتر اسپون کاني هاي
رسمي و ژيپس
0
10 km
UTM Projection, Zone 39

شکل شماره 10

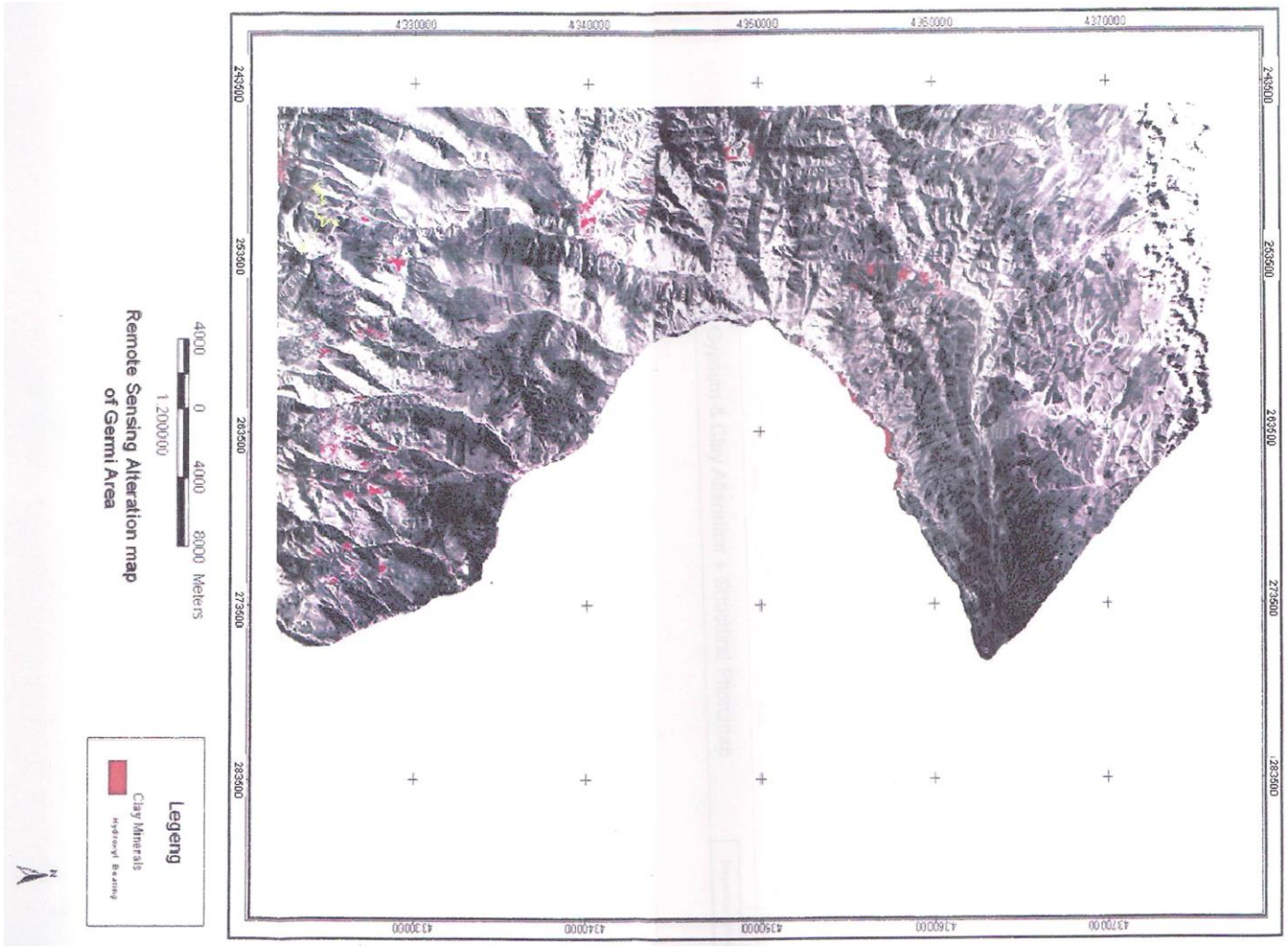
همانطوری که در شکل شماره 11 مشاهده می‌شود، کانی‌های دارای بنیان OH با استفاده از روش LsFit نیز تفکیک شدند. مقایسه این با شکل 10 نشان می‌دهد که تقریباً هر دو روش کروستا وLsFit در تفکیک کانی‌های دارای بنیان OH (عمدتاً ژیپس) به نتیجه مشابه رسیده‌اند.

2-4-3- آلتراسیونهای نوع اکسیدهای آهن

آلتراسیونهای نوع اکسید آهن بعنوان یکی از شواهد مهم کانی‌سازی در بخش فاکتورهای شاهد کانی-سازی منطقه توضیح داده شد. برای تشخیص بهینه کانی‌های اکسیدهای آهن، یک منطقه Training site در جنوب ورقه 1:100000 گرمی انتخاب و با استفاده از روش کروستا اکسیدهای آهن آن منطقه کوچک مشخص و سپس روش مشابه برای کل ورقه مورد استفاده قرار گرفت.

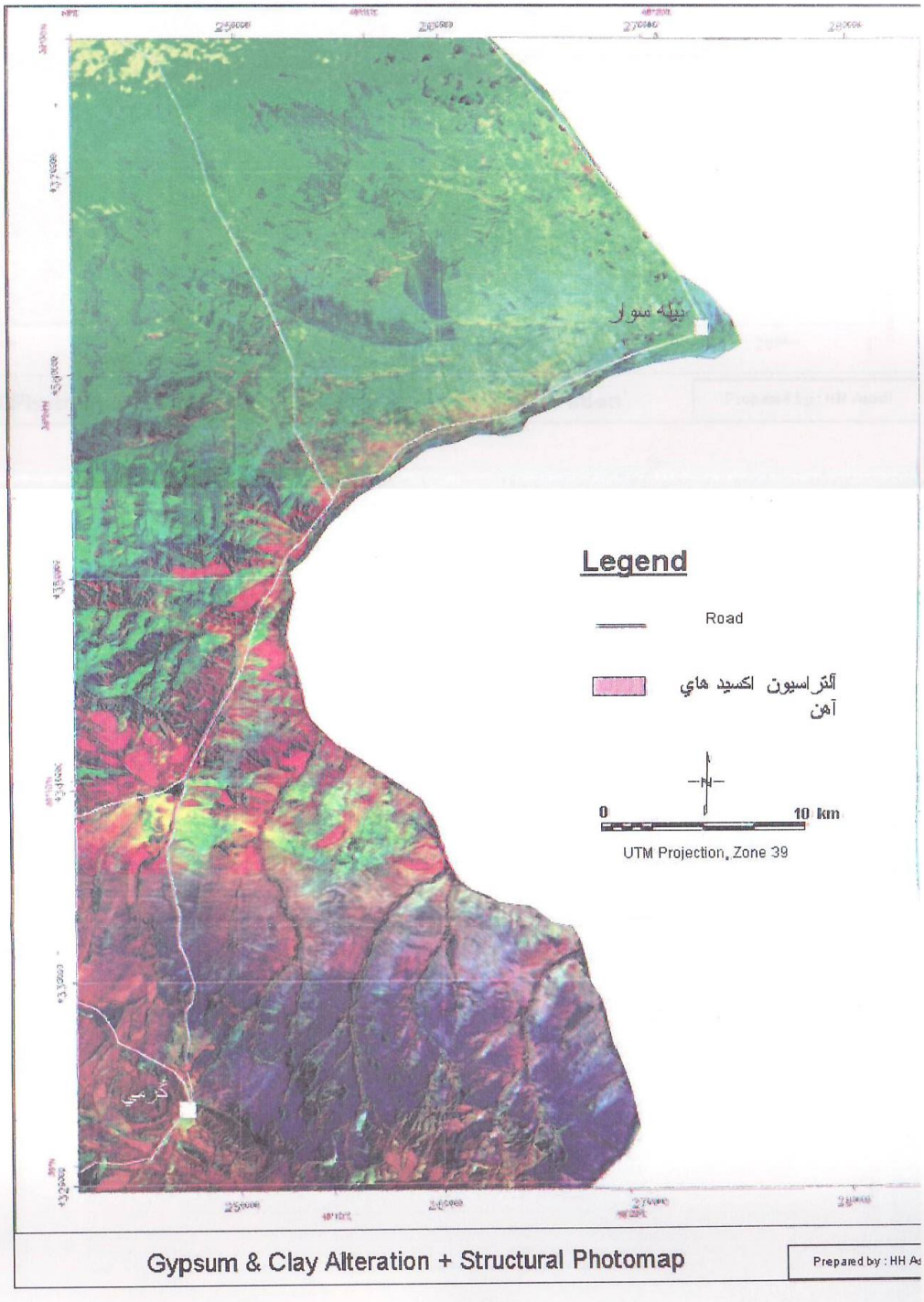
برای تشخیص آلتراسیونهای اکسیدهای آهن که از شاخص‌های اصلی پی‌جویی ذخائر فلزی هیدروترمال وماسیو سولفید محسوب می‌شوند، نیز از روش Crosta با اعمال تغییرات اساسی استفاده گردید. بدین ترتیب که چهار باند 5، 4، 3، 1 انتخاب شده (باند 7 برای در نظر نگرفتن کانی‌های دارای بنیان OH و باند 2 بدلیل مشابهت با باند 1 حذف شدند) و وارد مولفه اصلی Principal Components گردیدند. با توجه به خصوصیات طیفی کانیهای دارای اکسید آهن، Eigenvalueهای مولفه اصلی و مشاهدات صحرایی (Training Sites) پیکسلهای حاوی این کانیهای در PC4 حاصل از اجرای مولفه اصلی بصورت تیره ظاهر می‌شوند. برای روشن نشان دادن زونها یا پیکسلهای حاوی اکسیدهای آهن عمل Negation (ضرب در منفی) انجام داده شد. تصویر حاصل از ترکیب رنگی (RGB) باندهای PC4، PC3 و PC2 و اعمال Negation بر روی PC4، پیکسلهای حاوی اکسید آهن را بصورت قرمز-زرد ظاهر می‌شوند (شکل شماره 12).

پیکسلهای حاوی اکسید آهن و کانیهای رسی در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS و با استفاده از نرم‌افزار Mapinfo بصورت لایه‌های باینری جدا و بر روی تصویر Grey Sacle مولفه اصلی 1 به همراه واحدهای مختلف سنگی و ساختارهای خطی نشان داده شده‌اند. این لایه‌های باینری در بخش تلفیق داده‌ها برای مشخص کردن زونهای ادرای پتانسیل بال منطقه مورد استفاده قرار خواهند گرفت (شکل شماره 13).

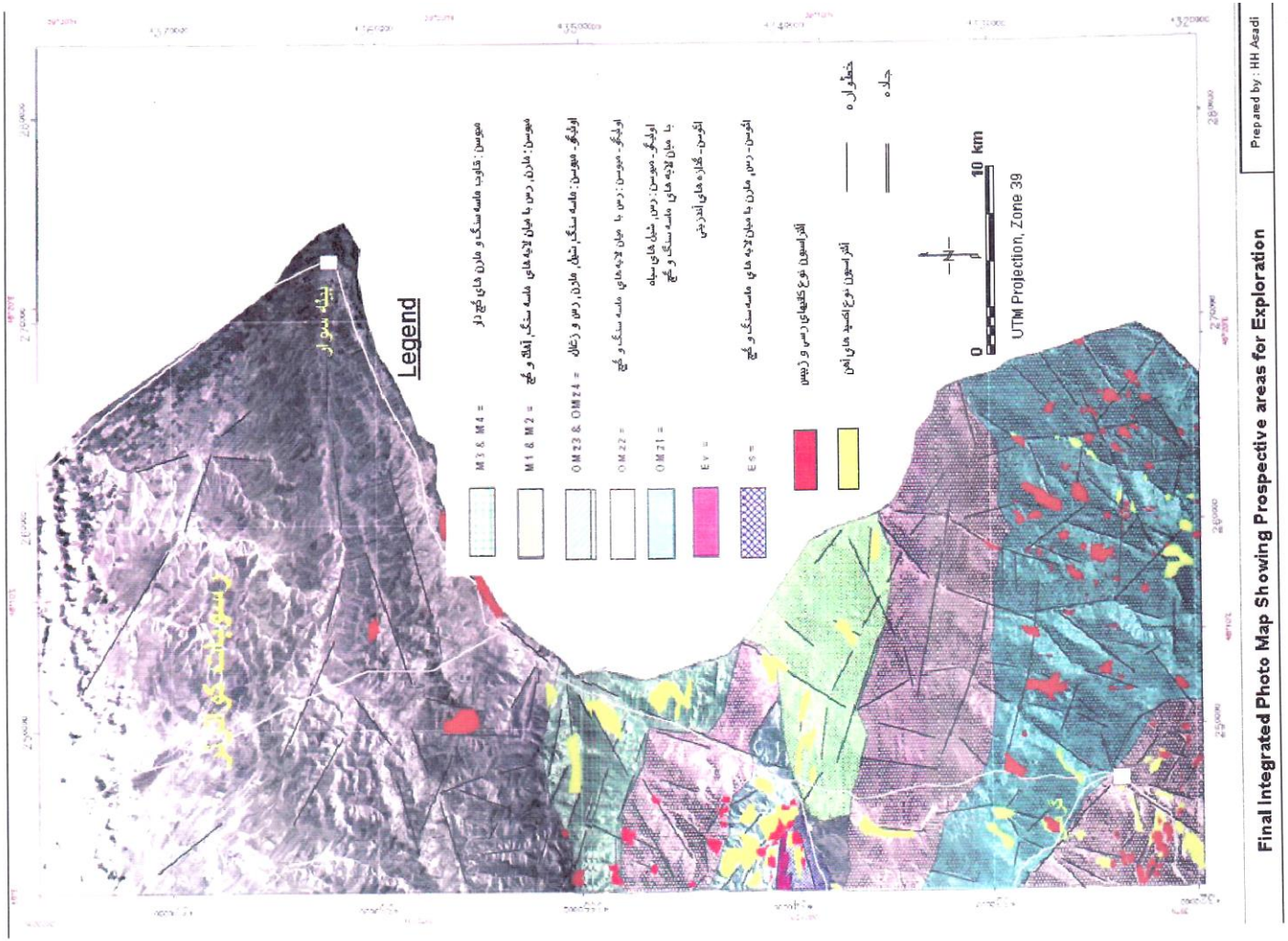


شکل شماره 11- نقشه آلتراسیون‌های کاني هاي رسي و عمدتاً ژیپس ورقه 1:100000 گرمی

شکل شماره ۱۲ - نقشه آلتراسیون های اکسید آهن و خطواره های ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی تفسیر شده از داده های ماهواره ای **TM** با استفاده از تغییرات اساسی بر روی روش **Crosta**



شکل شماره 12- نقشه آلتراسیون‌های اکسید آهن و خطواره‌های ورقه 1:100000 گرمی تفسیر شده از داده‌های ماهواره‌ای TM، با استفاده از تغییرات اساسی بر روی روش Crosta



شکل شماره 13- نقشه نهائی تلفیقی ورقه 1:100000 گرمی نشان دهنده مناطق امیدبخش (عمدتاً غیرفلزی) برای اکتشافات بعدی

فصل چهارم:

تلفیق داده‌ها و تهیه نقشه‌های امیدبخش کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی

4-1- مقدمه

در مرحله اکتشاف منطقه‌ای ذخایر معدنی، عموماً چند لایه اطلاعاتی مورد نیاز می‌باشد، که بنحوی خصوصیات مناطق کانی‌سازی فلزی یا غیرفلزی را نشان می‌دهد. ذخایر معدنی معمولاً با یک آنومالی یا ناهنجاری در یک لایه اطلاعاتی خاص یافت نمی‌شوند، بلکه با همپوشانی چند آنومالی یا ناهنجاری در چند لایه اطلاعاتی مشخص می‌شوند. لذا برای مشخص کردن مناطق امیدبخش نیاز به تلفیق چندین شاهد کنترل‌کننده کانی‌سازی در چند لایه اطلاعاتی می‌باشد. برای تلفیق شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی و مشخص نمودن مناطق دارای اولویت اکتشافی بالا، عملیاتی بترتیب ذیل انجام گرفت:

1- ابتدا با استفاده از نرم‌افزار ILWIS پیکسلهای حاوی زونهای آلتره نوع اکسید آهن و کانیهای رسی (آلتراسون هیدروترمال نوع آرژیلیک) ورقه 1:100000گرمی از تصاویر پردازش شده به روش کروستا، تفکیک و تبدیل به لایه‌های جداگانه باینری شدند.

2- با استفاده از روش ILWIS لایه‌های شاهد کانی‌سازی دگرسانی اکسید آهن و آرژیلیک به همراه نقشه‌های شاهد کانی‌سازی لیتولوژیکی و ساختاری تفسیر شد (همانگونه که در بخشهای قبل توضیح داده شد). تحت شرایط زمین مرجع (Dereferencing) مشابه با انتخاب اندازه پیکسل 30×30 مورد نمونه‌برداری مجدد (Resembling) واقع شدند. این عمل برای ایجاد نقشه‌های یک اندازه اجرا گردید.

3- کلیه نقشه‌های شاهد کانی‌سازی ورقه 1:100000 گرمی از داده‌های ماهواره‌ای TM تفسیر گردیدند، بطور جداگانه و با استفاده از نرم‌افزار MapInfo برای اجرای تلفیق نهایی در لایه‌های خاص، با فرمت مشابه قرار گرفتند.

4- از همپوشانی 7 لایه شاهد کانی‌سازی لیتولوژیکی، یک لایه شاهد کانی‌سازی ساختار خطی، یک لایه شاهد آلتراسون نوع کانی‌های رسی (در بسیاری موارد ژیپس) و یک لایه شاهد آلتراسون نوع اکسیدهای آهن و یک نقشه تلفیقی نهائی بدست آمد که این نقشه، نشان دهنده مناطق دارای پتانسیل بالا برای اکتشاف ذخایر فلزی و غیرفلزی با ذکر اولویت‌های اکتشافی یک و دو می‌باشد.

با استفاده از تکنیکهای دورسنجی و GIS و بکارگیری نرم‌افزارهای GIS (MapInfo, ILWIS, Oasis) و سنجش از دور (اساساً ENVI و ILWIS) یکسری نقشه‌های یک کلاسه و چند کلاسه نشان دهنده شواهد کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی تهیه شد و سپس با استفاده از روش همپوشانی و تلفیق کلیه شواهد کانی-سازی (نقشه‌های یک کلاسه، چند کلاسه و تصایر ماهواره‌ای)، نقشه نهائی در مقیاس1:100000 که مناطق دارای پتانسیل بالا (مناطق امیدبخش) ذخایر فلزی و غیرفلزی را مشخص می‌نمایند، ارائه گردید.

4-2- تلفیق شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی ورقه 1:100000 گرمی

شکل شماره 13 نشان دهنده نقشه تلفیقی نهائی در ورقه 1:100000 گرمی است. محدوده‌های دارای اولویت‌های یک و دو که برای پی‌جویی صحرائی و اکتشافات بعدی پیشنهاد می‌شوند، بشرح زیر می-باشند:

1- محدوده امیدبخش A1 با اولویت اکتشاف درجه 1:

موقعیت UTM مرکز این محدوده: 274400E , 4340800N

این محدوده در غرب ورقه 1:100000 گرمی، حدود 17 کیلومتری شمال گرمی واقع است. این محدوده دارای آلتراسیونهای کانی‌های دارای بنیان OH و اکسیدهای آهن در رابطه با تشکیلات رسوبی و ولکانیکهای ائوسن (سنگهای رس، مارن، گچ و گدازه‌های آندزیتی) می‌باشد. آلتراسیونهای کانی‌های دارای بنیان OH عمدتاً در رابطه با ژیپسهای موجود در سنگهای رسوبی ائوسن بوده و با توجه به سکانس رسوبی منطقه که بسیار شبیه به سکانس رسوبی معدن بور قره گل زنجان است، این محدوده می‌تواند برای اکتشاف ذخایر غیرفلزی رسوبی- تبخیری (بور، گچ و پتاس) مهم باشد. علاوه بر این حضور گدازه‌های آلتره این منطقه می‌تواند شاهدی بر کانی‌سازی فلزی هیدروترمال آن باشد.

2- محدوده امیدبخش با اولویت اکتشاف درجه 1 و 2:

با توجه به نقشه نهایی تلفیقی نشان دهنده مناطق امیدبخش می‌توان، محدوده‌های دارای پتانسیل متوسط و بالای ذخایر غیرفلزی (عمدتاً تبخیری) و احتمالاً فلزی را مشخص نمود.

محدوده‌هایی که با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند،می‌توانند آلتراسونهای مربوط به کانیهای اداری بنیان OH نظیر ژیپیس وکانی‌های رسی در رابطه با محلول های هیدروترمال باشند. این محدوده ها دارای اولویت اکتشاف درجه 1 برای ذخایر غیرفلزی تبخیری نظیر بر، پتاس و مخصوصاً گچ باشند.

در مواردی که آلتراسیونهای مربوط به کانیهای دارای بنیان OH در ارتباط با واحدهای شیل سیاه و کربناته، ساختارهای خطی و اکسیدهای آهن (رنگ زرد درشکل 13) تفکیک شده، از داده‌های لندست TM باشند، احتمال دارد این گونه مناطق دارای پتانسیل بالای ذخایر فلزی نظیر طلا و عناصر پایه باشند.

محدوده‌های تفکیک شده و یا آلتراسیونهای مربوط به کانیهای دارای بنیان OH (رنگ قرمز) و اکسید آهن (رنگ زرد) در مواردی که به تنهایی وجود داشته باشند به ترتیب جزء محدوده‌های امید بخش درجه 2 و درجه 3 محسوب می‌شوند.

4-3 جمع بندی و نتیجه گیری

استفاده از تکنیک‌های مدرن دورسنجی و GIS زمین شناس اکتشافی را قادر می‌سازد که در مدت زمان کوتاه و با هزینه‌های نسبتاً پایین محدوده‌های امید بخش و دارای پتانسیل بالای ذخایر فلزی و در مواردی غیر فلزی را با دقت بالا مشخص نماید. در خصوص 11 محدوده معرفی شده در ورقه 1:100000 گرمی می‌توان گفت که، اگرچه کانی‌سازیهای شناخته شده در منطقه گزارش نشده است، ولی نواحی زیادی بعنوان مناطق دارای پتانسیل بالای ذخایر غیر فلزی در رابطه با حوضه‌های رسوبی- تبخیری (گچ، بر و پتاس) ومناطق محدودی در ارتباط با کانی‌سازی فلزی با بکارگیری فنون دورسنجی و GIS و البته با در نظر گرفتن مدلهای زمین شناسی و مفهومی (ژنتیکی) در منطقه معرفی گردید.

نواحی معرفی شده با اولویت‌های اکتشافی درجه 1 و2 و3 در ورقه 1:100000 گرمی برای اکتشافات صحرایی بعدی و نمونه گیری از سنگ و خاک (اکتشاف بر و پتاس) پیشنهاد می‌کردند. این نقشه‌ها می‌توانند، توسط یک تیم شامل زمین شناسان با تجربه اکتشافی در اکتشافات بعدی صحرایی مورد استفاده بهینه قرار گیرند.

فصل پنجم- ضمیمه

دور سنجی یا سنجش از دور (remote sensing)، دانشی است که با مشاهده و اندازه‌گیری یک شئ یا پدیده زمینی از فاصله دور و بدون تماس فیزیکی با آن، می‌توانند اطلاعات ارزنده‌ای را کسب نموده و در مرحله بعد با تجزیه و تحلیل آنها، داده‌های ارزشمندی را استخراج کرد. امروزه از تکنیک‌های دور سنجی در جهان استفاده‌های فراوانی می‌شود که یکی از کاربردهای مهم آن اکتشاف معادن و سایر منابع زمینی می‌باشد.

ماهواره Landsat آمریکا یکی از ماهواره‌هایی است که جهت مطالعه منابع زمینی در چند سال اخیر بیش از سایر ماهواره‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. سنجنده تعبیه شده در ماهواره لندست از نوع اسکن کننده نوری-مکانیکی است که به TM معروف است. این سنجنده دارای قابلیت تفکیک زمینی، 30متر بوده و در هفت باند طول موجی، تصویربرداری می‌کند. این سنجنده تصاویر را به صورت 8 بیتی و در 256 تراز خاکستری ثبت می‌کند. نکته مثبت این ماهواره، توان تفکیک طیفی بالای آن می-باشد. ولی توان تفکیک زمینی و رادیومتریک آن جهت مطالعات زمین‌شناسی و معدنی کافی نیست لذا جهت رفع این مشکل می‌توان از داده‌های ماهواره‌ای دیگر و تلفیق داده‌های ماهواره‌های متفاوت استفاده می‌شود.

برای پردازش داده‌های لندست از روشهای زیر در پروژه دورسنجی ورق اردبیل استفاده گردید.

1- **مغایرت (Contrast Enhancement)**

مغایرت را میتوان با استفاده از فرمول ذیل تعریف نمود:

Cr=b (max)/b (min)

در این فرمول نسبت b(max)، روشنترین پدیده و b (min)، تیره‌ترین پدیده می‌باشد. هر چه مغایرت و نسبت آن شدیدتر باشد به همان نسبت تفکیک پدیده‌ها آسانتر و بهتر خواهد بود. مغایرت Cr کل یک تصویر در شناسائی جزء به جزء پدیده‌ها در سراسر یک تصویر عامل بسیار موثری است. در صورتی که در یک تصویر حداقل روشنایی برابر صفر باشد، نسبت مغایرت به بی‌نهایت خواهد رسید و زمانی که حداکثر وحداقل روشنایی تصویر برابر هم باشند، نسبت مغایرت برابر یک وشناسایی پدیده‌ها از زمینه با توجه به عامل مغایرت با اشکال اساسی مواجه خواهد شد. تصاویری دارای مغایرت کم باشند، اصطلاً تصاویر محو یا Washed out نامیده می‌شوند. اینگونه تصاویر از لحاظ تن کاملاً یکنواخت بوده و از نظر تفسیر، کیفیت بسیار پایینی دارند. البته با تکنیک‌های پرداش تصویر، می‌توان مغایرت تصویر را بالا برده و کارایی تصویر حاصله را زیاد کرد. یکی دیگر از روش‌های تفکیک واحدهای مختلف از یکدیگر استفاده از تصاویر رنگی مرکب است.تصاویررنگی مرکب، تصاویری هستندکه از تلفیق سه باند به وجود می‌آیند. بطور مثال اگر باند 1 به گان آبی و باند 2 به گان سبز و باند 3 به گان قرمز نسبت داده شود، تصویر حاصله تصویری با RGB=321 نامیده شد ونشاندهنده رنگ واقعی منطقه است. به ترکیب True Color،RGB=321 گفته می‌شود. تمامی حالات

بغیر از False color،RGB=321 نامیده می‌شوند. بر طبق محاسبات ریاضی با باندهای سنجنده TM ماهواره لندست، می‌توان 120 ترکیب رنگی ساخت. برای این محاسبه از فرمول جایگشت استفاده می‌شود:

$$P(n,r)=n!/(n-r)!$$

در ماهواره لندست اگر از 7 باند ماهواره لندست، 6 باند را(غیر از باند حرارتی) مورد استفاده قرار دهیم، تعداد ترکیبات ایجاد شده عبارتند از:

$$P(6, 3) = 6! / (6-3)! = 120$$

یکی از بهترین ترکیبات برای جدایش واحدهای زمین‌شناسی از یکدیگر RGB=531 است که بیشتر از سایر ترکیبات مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیبات دیگر باندهای 1 و3 و5 ، دارای اطلاعات مشابه ولی با رنگ متفاوتند. هنگامی که اطلاعات کافی یک من در دسترس نباشد. از طبقه‌بندی نظارت نشده Unsupevised Classification استفاده می‌شود که در آن از ویژگی‌های طیفی کلاسترهای مختلف استفاده گردیده و اقدام به دسته بندی می‌شود. در این روش تمام پیکسلها آنالیز شده و به تعدادی دسته که توسط کاربر مشخص شده تقسیم می‌شود. تصویر حاصل از طبقه بندی نظارت شده می‌تواند مطالعه مناطق ناشناخته را بسیار تسهیل نماید.

مطالعه تصاویر ماهواره‌ای یک منطقه قبل از مطالعه صحرایی یک عمل کاملاً مفید است زیرا:

1- مناطقی که مطالعه جزئیات روی زمین در آنها مهم است، را مشخص می‌کند.

2- مطالعه مقدماتی تصاویر ماهواره‌ای در سازمان دادن و مرتب کردن اجرای طرحهای زمین‌شناسی و بررسی زمینی آنها، پایه و اساس جدیدی را به وجود می‌آورد.

3- توجه زمین‌شناس را به نواحی جلب می‌کند که مطالعه زمین‌شناسی آن در تهیه نقشه زمین‌شناسی ناحیه بااستفاده از عکس های هوایی نتایج سودمندی را به وجود می‌آورد.

4- مطالعه تصاویر ماهواره‌ای سبب آشنایی فرد با جغرافیای ناحیه شده و میتواند در انتخاب محل، مسیر و ... کمک شایانی نماید.

5- استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بعلت دید بسیار وسیع (نسبت به عکسهای هوایی) این اجازه را به مفسر می‌دهد که همبستگی بین عوارض مختلف زمین‌شناسی ناحیه را تعیین کند.

6- مطالعه تصاویر ماهواره‌ای و پردازش داده‌های در تشخیص نوع سنگ، کنتاکتها، خطواره‌ها و... امکانات زیادی را در اختیار قرار میدهد.

در تفسیر ساختارهای زمین‌شناسی و لیتولوژیکی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از باند پانکروماتیک ماهواره‌ای مختلف میتوان استفاده شایانی نمود. برخی از این روشها در فتوژئولوژی مورد استفاده قرار میگیرند (در این پروژه از باند پانکروماتیک ماهواره Landsat ETM استفاده شده است). داده-

های ماهواره‌ای بصورت رقومی برداشت میشوند واین مساله امکان اعمال برخی روشهای ریاضی و تکنیک‌ها بر روی تصاویر را به ما میدهد که به بعضی از روشها بطور مختصر پرداخته می‌شود.

2-روش تقسیم باندی Band ratio

یکی از روشهای رایج در پردازش تصویر، روش Band ratio میباشد. این روش اثرات توپوگرافی و سایه‌ها را از بین برده و یکسری از نویزها را افزایش و سری دیگری را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار کرده و مرزها را مشخص‌تر می‌سازد. بنابراین برای جدا کردن مرز واحدهای سنگی و تشخیص سنگها بکار می‌رود. با شناخت خصوصیات انعکاسی پدیده‌های مختلف و با استفاده از روش فوق می‌توان پدیده‌های مختلف را آشکار ساخت. بطور مثال می‌دانیم، آهن فریک در باند 3 ماهواره لندست دارای حداکثر انعکاس و در باند 1 این ماهواره دارای حداکثر جذب (حداقل انعکاس) است. با توجه به این خاصیت و با تقسیم باند 3 بر باند 1 می‌توان آهن فریک را مشخص نمود. خواص انعکاسی پدیده‌های مختلف از روی دیاگرام طیفی آنان در کتب مرجع موجود است و قابل بررسی می‌باشد. ما با توجه به خواص طیفی پدیده‌های مورد نظر، می‌توانیم تصمیم به استفاده یا عدم استفاده از این روش بگیریم. بعضی از نسبتهایی که بطور معمول در علوم طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد در ذیل ذکرشده است:

کاربرد	نسبت باندی
تشخیص سنگ‌های دگرسان شده هیدروترمال	TM5/TM7
جدا سازی سنگ های حاوی لیمونیت	TM3/TM1
جدا سازی گیاهان و غیر گیاهان	TM5/TM4
جدا سازی زمینهای بایر از دایر	MSS7/MSS5

3-تحلیل مولفه اصلی(Principal Component Analisys) (PCA)

تحلیل مولفه اصلی جهت کاهش بعد داده‌ها به تعداد کمتری مولفه اصلی بکار می‌رود. در تحلیل مولفه اصلی تجمع اطلاعات در چند مولفه اول بیشتر بوده ومولفه‌های بعدی بیشتر شامل Noise می‌باشند (این مولفه‌ها فقط وقتی با تصاویر قویتر ترکیب شوند میتوانند دارای کاربرد موثری باشند).

در این روش یک محور درر راستائی که دارای بیشترین مقدار اطلاعات است، ایجاد شده و تصویر این محور شامل بیشترین اطلاعات نسبت به محورهای دیگر خواهد بود. در روش PCA اطلاعات چند تصویر در یک تصویر متراکم شده و اختلاف درجات روشنائی به حداکثر می‌رسد. تعداد PCA ساخته شده، بستگی به تعداد باندهای انتخاب شده دارد و ما می‌توانیم پس از اعمال روش PCA، چند تصویر جداگانه داشته باشیم. همانطوریکه مشخص است PC1 بطور ماثال دارای 8 تا 95 درصد اطلاعات

است، PC2 حاوی مثلاً 1 درصد اطلاعات و مولفه‌های بعدی بترتیب دارای مقادیر کمتری از اطلاعات می‌باشند. در انتخاب باندها، برای اعمال تکنیک PCA باید باندهایی را انتخاب کرد که با هم همبستگی کمتری داشته باشند. زیرا هر چه میزان همبستگی باندها کمتر باشد ترکیب آنها حاوی اطلاعات بیشتری خواهد بود. قابل ذکر است که ضریب همبستگی هر باد با خودش 1 است و ضریب همبستگی که معمولاً آن را با r نشان می‌دهند عددی بین صفر تا 1 است. اطلاعات آماری حاصله از PCA نیز در انتخاب روش شناسائی می‌تواند کمک شایانی بما نماید.

همانطوری که گفته شد همبستگی هر باند با خودش 1 است (همبستگی کامل) و معمولاً بین باند 6 و سایر باندها کمترین همبستگی وجود دارد. وجود همبستگی بین باندها نشان دهنده وجود داده‌های مشترک یا به عبارت دیگر تکرار داده‌ها است. بنابراین در جایی که تلفیق داده‌ها جهت بدست آوردن حداکثر اطلاعات ممکن، مد نظر باشد، مطالعه و بررسی دقیق ماتریس همبستگی لازم به نظر می-رسد.

از شاخص‌های مهم دیگر، مقدار ویژه (eigenvalue)، واریانس ماتریس همبستگی و بردار ویژه (eigenvector) می‌باشد. مقدار eigenvalue نمایشگر طول محور هر مولفه بوده و بیانگر مقدار اطلاعات در هر مولفه می‌باشد. نکته قابل تأمل دیگر اینست که سنگهای ولکانیکی بیشتر در باندهای 1 تا 4 بارز هستند. بنابراین مولفه‌ای که در آن باندهای 1 تا 4 بیشتر مؤثر باشند، می‌تواند به بهترین شکل سنگهای ولکانیکی را تفکیک نماید.

4- روش کروستا (Crosta)

یکی دیگر از کاربردهای اطلاعات آماری، روش موسوم به کروستا می‌باشد که جهت تفکیک زونها آلتراسیون و بارز کردن اکسیدهای آهن و کانی‌های دارای یون هیدروکسیل بکار می‌رود. دستورالعمل اجرای روش کروستا بشرح زیر است:

الف- دو سری اطلاعات مناسب می‌سازیم. یکی حاوی TM5, TM4, TM3, TM1 (بعنوان سری اطلاعات1) و دیگری حاوی باندهای TM7, TM5, TM4, TM1 (بعنووان سری اطلاعاتی 2). به منظور اجتناب از rescaling داده‌ها از هر لایه transform را حذف کرده و به هر لایه برچسب جهت شناسائی باندی می‌زنیم.

ب- اطلاعات آماری هر دسته را محاسبه می‌کنیم.

ج- برای دسته اطلاعات 1، آمار مربوط به کوواریانس eigenvector را مطالعه می‌کنیم. آن PC که بیشترین اختلاف را برای باندهای TM3 و TM1 داشته باشد، مشخص می‌کنیم که معمولاً PC3 یا PC4 است. این PC اکسید آهن را نشان می‌دهد.

د- برای سری دوم اطلاعاتی نیز کوواریانسeigenvector را مطالعه می‌کنیم و مشخص می‌کنیم که بیشترین اختلاف برای باندهای TM5 و TM7 مربوط به کدام PC است که معمولاً PC3 یا PC4 می-باشد. این PC نمایش دهنده تشکیل دهنده‌های هیدروکسیل می‌باشد.

ح- PC مناسب سری اطلاعاتی اول F و PC مناسب سری اطلاعاتی دوم H را در نظر گرفته و سپس از ایندو PCA، PC جدیدی با دو مولفه می‌سازیم و آن را HF می‌نامیم.

و- یک RGB با محتوی زیر می‌سازیم R(HPCE), G(HFPC1), (FPC4) و در هر لایه یک کشیدگی تباین خطی بکار می‌بریم. تصویر حاصله معمولاً آبی رنگ است که در آن مناطق دگرسان روشن‌تر می‌باشد. در صورت تمایل می‌توانیم با اعمال فیلتر روی تصویر، تصویر حاصله را جهت کار خود مناسبتر گردانیم.

5- روش LS-Fit

LS-Fit (Linear Band Prediction)

LS-Fit performs a linear band prediction using a least squares fitting technique. It can be used to find regions of anomalous spectral response in a data set. It calculates the covariance of the input data and uses it to predict the selected band as a linear combination of the predictor bands plus and offset. The difference (residual) between the actual band and the modeled band is calculated and output as an image. Pixels with a large residual (positive and negative) indicate the presence of a feature not predicted (i.e. and absorption band). The modeled band image is also included in the output. The predicted band can be calculated using existing statistics or from new statistics.

فصل ششم: مراجع

1- نقشه و گزارش ورقه 1:100000 زمین شناسی گرمی سازمان زمین شناسی کشور

2- نقشه و گزارش ورقه 1:100000 زمین شناسی گرمی سازمان زمین شناسی کشور

3- نقشه و گزارش ورقه 1:100000 زمین شناسی گرمی سازمان زمین شناسی کشور

4- بررسی‌های دورسنجی به منظور شناسائی نواحی پتانسیل‌دار ذخایر معدنی در استان لرستان، شرکت مهندسی مشاور پی‌یاب. هوشنگ اسدی هارونی و ماهیار سلطانی

5- Asadi, H.H.,2000, The Zarshuran gold deposit ,model applied in a mineral exploration GIS in IRAN. Delft University, Holland, 160pp.

6- Asadi, H.H., Carranza, E. J. M. and Hale M., 1998. GIS and Remote Densing for Epithermal
7- Gold Exploration in the Northwest Iran. Proceedings of International Conference on GIS for Earth Science Applications, Liublijana, Slovenia, 17-22 May 1998. pp 57-73.
8- Asadi, H.H.and Hale, M. 1999a.Integrated analysis of aeromagnetic, Landsat TM and mineral occurrence data for epithermal gold exploration in northwest Iran. Proceedings of the thirteenth International Conference on Applied Geologic Remote Sensing, Vancouver, British Columbia, Canada, 1-3 March, 8pp.
9- Bonham-Carter, G.F.1994. Geographic Information Systems for Geoscientists, Modeling with GIS. Pergamon, Ontario, 398 pp.

جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن استان اردبیل

گزارش زمین‌شناسی اقتصادی در محدوده چهارگوش 1:100.000 گرمی

مجری طرح:

محمدعلی پرزحمت

مهندسین مشاور کاوشگران

با همکاری

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

تشکر و قدردانی

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی مدیریت و کارشناسان مهندسین مشاور کاوشگران و مهندسین مشاور زرناب اکتشاف را از جناب آقای مهندس علی پرزحمت، ریاست محترم سابق سازمان صنایع و معادن استان اردبیل و مجری طرح، به خاطر حمایت‌های همه جانبه اعلام می‌دارد. همچنین از جناب آقای مهندس محمدعلی عزیز محمدی ریاست جدید سازمان که با حمایت خود راه را برای ادامه عملیات اکتشافی در سطح استان هموار نموده‌اند، کمال تشکر را داریم. از ناظر محترم طرح آقای نوروزی که با مساعدت بی‌دریغشان در به انجام رسیدن این مطالعات ما را یاری داده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

از آقای مهندس ابراهیم آقازاده که با کوله‌باری از تجربه معدنی، اینجانبان را در پر بار شدن مطالعات یاری داده‌اند، سپاسگزاریم.

فهرست **صفحه**

- تشکر و قدردانی

فصل اول: کلیات

- مقدمه

1-1- موقعیت جغرافیایی، اجتماعی و راههای دسترسی

1-2- چگونگی انجام عملیات اکتشافی و روش مطالعه و بررسی

1-3- مطالعات انجام شده قبلی

فصل دوم: زمین‌شناسی- چینه‌شناسی

2-1- زمین‌شناسی عمومی منطقه

2-2- چینه‌شناسی

2-2-1- ائوسن

2-2-2- الیگوسن

2-2-3- الیگوسن-میوسن

2-2-3-1- چینه‌شناسی سازند زیوه

- سازند زیوه پائینی

- سازند زیوه میانی
- سازند زیوه بالایی
2-2-4- میوسن میانی
1-4-2-2- تورتونین پائینی
2-2-5- میوسن بالایی
2-2-6- رسوبهای کواترنر
2-3- تکتونیک
فصل سوم: زمین‌شناسی اقتصادی
- مقدمه
1-3- مطالعات دورسنجی
1-1-3- تلفیق شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی ورقه 1:100000 گرمی
1- محدوده امیدبخش A1 با اولویت اکتشاف درجه 1
2- محدوه امیدبخش با اولویت اکتشاف درجه 1 و درجه 2
2-1-3- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از مطالعات دورسنجی ورقه 1:100000 گرمی
2-3- اکتشاف ژئوشیمیایی ورقه 1:100000 گرمی
1-2-3- تلفیق کلیه داده‌های ژئوشیمیایی و معرفی مناطق امیدبخش
1- منطقه ناهنجار محور سلاله- دمیرچی پائین- تازه کند زهرا
2- منطقه ناهنجار محور قشلاق شور دره- ادگدلوی انگوتلار
3-3- معادن و اندیس‌های معدنی
1-3-3- معدن سنگ لاشه گرمی
2-3-3- معدن سنگ لاشه انجیرلو
3-3-3- کانی‌سازی باریت در محور سلاله- دمیرچی پائین- تازه کند زهرا
فصل سوم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
- منابع

فصل اول

کلیات

مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه 1:100/000 گرمی،تحت عنوان تهیه لایه‌های اطلاعاتی ژئوشیمی،زمین‌شناسی اقتصادی و دورسنجی ورقه 1:100/000 رضی، با نظارت سازمان صنایع و معادن استان اردبیل وتوسط مهندسین مشاور کاوشگران و مهندسین مشاور زرناب اکتشاف انجام گردیده است. گزارش حاضر شرح بررسیهای زمین‌شناسی اقتصادی صورت گرفته در برگه 1:100/000 گرمی است که شامل بررسی اندیسهای معدنی،معادن فعال،معادن متروکه،کارگاههای فرآوری مواد معدنی و بررسی زونهای دگرسانی و کانی‌سازی موجود در این برگه است. در هر یک ازاین موارد اطلاعاتی شامل موقعیت جغرافیایی،راههای دسترسی(با کروکی)، نوع ماده معدنی،سنگ

میزبان،میزان ذخیره و... برداشت شده است. با توجه به لایه‌های اطلاعاتی ژئوشیمی و دورسنجی این ورقه، در این گزارش با استفاده از نتایج حاصله اقدام به تلفیق اطلاعات معدنی موجود خواهد شد.

با گذشت زمان و افزایش جمعیت کشور، نیاز به مواد معدنی خام، هر روز بیشتر احساس می‌شود. با توجه به اینکه گذشتگان ما با روشهای ابتدایی، قادر به استفاده از ذخایر معدنی عیار بالا و با ذخیره کم بودند.در حال حاضر، تقریباً این ذخایر در سطح کشور رو به اتمام است و جوابگوی نیازهای فعلی کشور نمی‌باشد. در این وضعیت استفاده از روشهای اکتشافی نوین جهت دسترسی به ذخایر معدنی با ذخیره زیاد، کاملاً ضروری است. این روشها به سرعت در حال تکامل بوده واستفاده از آنها در کشورهای پیشرفته نتایج بسیار پربار و چشمگیری را بوجود آورده است. روشهای ژئوشیمیایی امروزه از روشهای بسیار مطمئن و کم‌هزینه در راه اکتشاف مواد معدنی می‌باشد. بررسی ذخایر معدنی و پتانسیلهای یک منطقه نیاز به جمع‌آوری و تعبیر و تفسیر داده‌های منطقه در تمام لایه‌های اطلاعاتی از جمله زمین‌شناسی، ژئوفیزیک،دورسنجی و... دارد که در گزارش حاضر تحت عنوان زمین‌شناسی اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. به همین خاطر در مرحله اکتشاف منطقه‌ای ذخایر معدنی، عموماً نیاز به چند لایه اطلاعاتی می‌باشد که به نحوی خصوصیات مناطق کانی‌سازی فلزی یا غیرفلزی را نشان دهد. ذخایر معدنی معمولاً با یک نوع آنومالی یا ناهنجاری در یک لایه اطلاعاتی خاص یافت نمی‌شوند، بلکه با همپوشانی چند آنومالی یا ناهنجاری در چند لایه اطلاعاتی مشخص میشوند. لذا برای مشخص کردن مناطق امیدبخش نیاز به تلفیق چندین شاهد کنترل کننده کانی‌سازی در چند لایه اطلاعاتی می‌باشد.

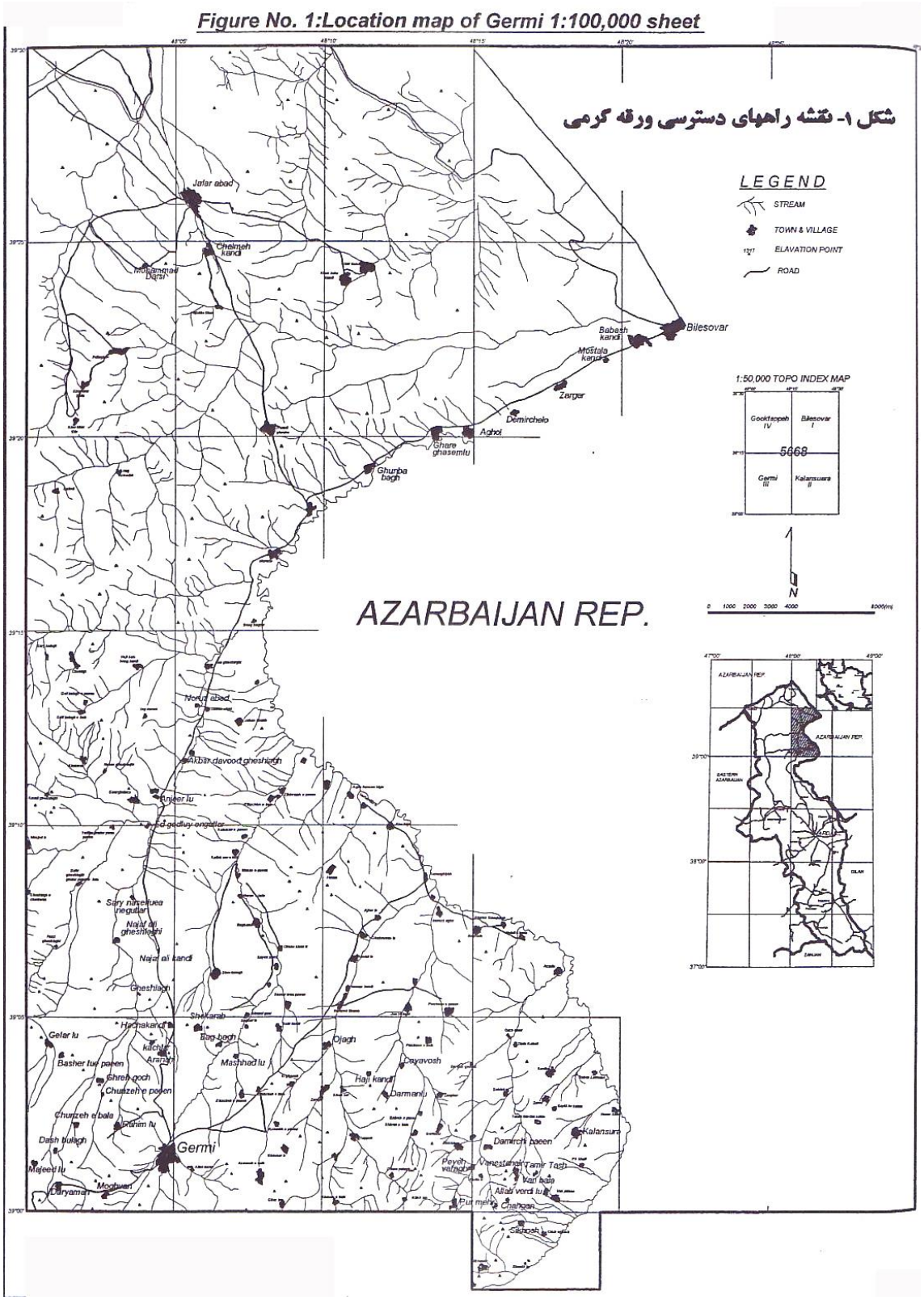
1-1- موقعیت جغرافیایی،اجتماعی و راههای دسترسی

محدوده ورقه 1:100000 گرمی جزئی از استان اردبیل و در شمال استان واقع شده است. استان اردبیل یک استان مرزی می‌باشد که از طرف شمال با کشور جمهوری آذربایجان، از غرب با استان آذربایجان شرقی، از شرق با استان گیلان و از جنوب با استان زنجان همسایه است. این استان حدود 400 کیلومتر مرز مشترک با جمهوری آذربایجان دارد. چهار گوش 1:100/000 گرمی در بین عرضهای°00،°30،°39 تا°00،°00،°48 شمالی و طولهای °00،°30،° 48 شرقی واقع شده است. نیمه شرقی این برگه در کشور جمهوری آذربایجان واقع شده است. استان اردبیل دارای 6 شهرستان به مرکزیت‌های اردبیل، خلخال، مشکین شهر، بیله‌سوار، گرمی و پارس‌آباد بوده و دارای 10 شهر، 16 بخش، 61 دهستان و 1902 پارچه آبادی است.

این ناحیه در یک زون فروافتاده به نام کورا-ارس جای گرفته است.بلندترین نقطه محدوده به ارتفاع 1313 متر از سطح دریای آزاد در غرب روستا در پایین‌ترین نقطه آن به ارتفاع 50 متر در شمال غربی بیله‌سوار واقع‌اند.

محدوده برگه گرمی در بخشهای جنوبی دارای آب و هوای سرد تا معتدل و بخش شمال دارای آب و هوای مرطوب است میانگین بارندگی سالانه حدود 350 میلی‌متر در این محدوده ثبت شده است. شغل بیشتر اهالی کشاورزی (کشت و زرع گندم، جو، سیب زمینی، پنبه، نخود، عدس، چغندر قند، صیفی جات، دانه‌های روغنی) دامداری و پرورش طیور، زنبورداری و صنایع دستی است. بزرگترین شهر ناحیه، شهر گرمی است، که در گوشه جنوب باختری محدوده واقع شده و از جنوب به شهرستان اردبیل و از طرف شمال غربی به شهرستان پارس‌آباد مربوط می‌شود. از دیگر آبادی‌های بزرگ منطقه می‌توان بیله‌سوار- جعفرآباد (شاه آباد سابق) و کلانسور را نام برد. راه‌های ارتباطی که منطقه را به سایر قسمت‌های استان مربوط می‌سازد، جاده آسفالته اردبیل- گرمی- پارس‌آباد مغان می-باشد(نقشه راههای دسترسی، شکل 1). بقیه راه‌های ارتباطی، خاکی و اغلب بدون شن‌ریزی می‌باشد، که به هنگام بارندگی آمد و رفت وسایط نقلیه را با دشواری فراوان روبرو می‌سازد. دسترسی به نقاط مختلف منطقه به دلیل وجود راه‌های فرعی قابل عبور با وسایل موتوری به آسانی امکان‌پذیر است.

پایین بودن سطح محدود نسبت به سطح دریای آزاد و دشت بود نبخش بزرگی، بویژه نیمه شمالی آن که به دشت مغان معروف است و همچنین به دلیل داشتن آب و هوای گرم در تابستان و معتدل در فصل زمستان و دارا بودن خاک مساعد برای کشاورزی و دامداری، منطقه را به صورت یکی از مراکز عمده تولید کشاورزی و دامی کشور در آورده است.



شکل 1- نقشه راه‌های دسترسی ورقه گرمی

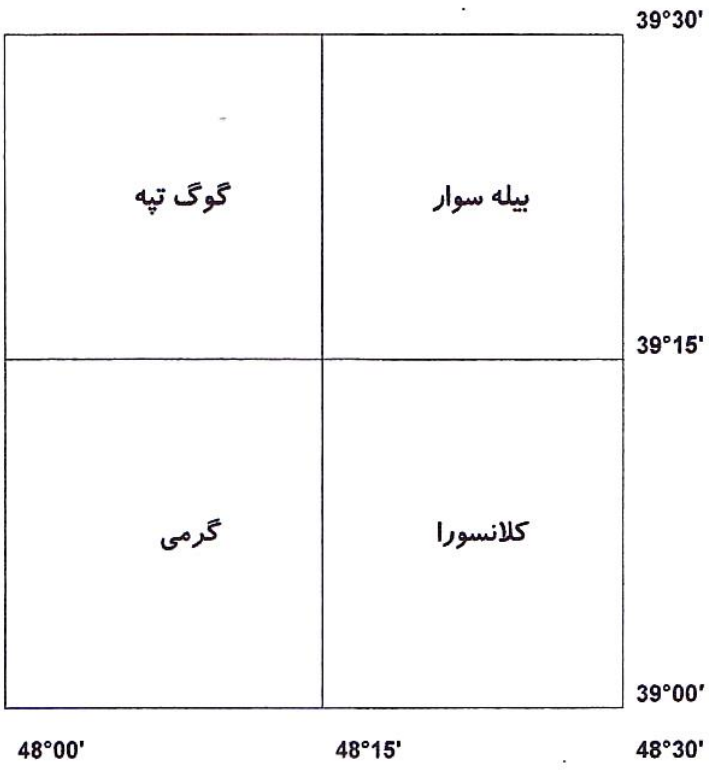
گذران زندگی اهالی منطقه بیشتر از راه کشاورزی و دامداری تامین می‌گردد. صنایع دستی مانند گلیم، جاجیم، ورنی در میان زنان منطقه رواج دارد. شرایط سازگار برای کشاورزی و دامداری باعث

گردیده که تراکم جمعیت منطقه در سطح بالایی قرار بگیرد. بیشتر اهالی ناحیه از دیرباز شیوه زندگی عشایری را دنبال می‌کنند. عشایر منطقه به نام ایل‌سون (شاهسون سابق) از قبیله‌های قدیم ایران به حساب می‌آید. ایجاد مراکز کشت و صنعت مغان در سالهای اخیر چهره منطقه را دگرگون ساخته و سبب گسترش و رونق کشاورزی شده است. با ایجاد سد بر روی رودخانه مرزی ارس و آبراهه‌های انحرافی از این سد، منطقه وسیعی از دشت به زیر کشت آبی رفته است. فرآورده‌های عمده کشاورزی شامل گندم، جو، پنبه، چغندرقند، حبوبات، صیفی‌جات و میوه‌های سردرختی می‌باشد.

رودخانه اصلی و دائمی که بتواند برای منطقه سودآور باشد در این ناحیه وجود ندارد، ولی رودخانه-های فصلی که در ناحیه جریان دارند عبارتند از: رودخانه بلغارچای که از بلندی‌های خاور و جنوب خاوری شهرستان گرمی سرچشمه می‌گیرد. و به طرف شمال با نام بالها رود پس از طی مسافت زیاد در مرز ایران و جمهوری آذربایجان در سامل شهرستان بیله‌سوار و در خاک جمهوری آذربایجان به رودخانه ارس می‌پیوندد و سرانجام به دریای خزر می‌ریزد. رودخانه دیگر گرمی‌چای (رودخانه گرمی) می‌باشد، که از بلندی‌های جنوب این شهرستان سرچشمه گرفته و پس از گذر از میان شهر به طرف شمال غرب جاری شده و به بالها رود متصل می‌گردد. آبکنده‌های بزرگ و کوچک فراوان در منطقه وجود دارد که فقط به هنگام بارندگی دارای آب بوده و آب زمین‌های منطقه را به طرف بالها رود زهکشی می‌نمایند.

از نظر ریخت‌شناسی منطقه اساساً دارای توپوگرافی ملایم است. بخش شمالی آن دشت گسترده و همواری است به نام دشت مغان، که بخش بزرگی از آن از رسوبهای آبرفتی پوشیده است. آبکندهای این بخش عموماً کم‌عمق، پهن و فصلی هستند. از شمال به طر ف جنوب بتدریج، بلندی‌ها افزایش می-یابد. در حاشیه جنوبی محدوده، رسوب‌ها بیشتر از شیل، فورش سنگ و ماسه سنگ تشکیل شده است، که به خاطر ناهمگونی رسوب‌ها، توپوگرافی آن تا اندازه‌ای خشن می‌شود و دره‌های ژرف و نسبتاً کم پهناور در میان این رسوب‌ها دیده می‌شود، وجود لایه‌های ماسه سنگی توفی ستبر و فرسایش نرم شیلی و سیلتی اطراف ماسه سنگ‌ها سبب شده که طبقات ماسه سنگی به صورت دیواره خودنمایی کنند.

ورقه 100/000 گرمی شامل چهار برگه توپوگرافی 1:50/000 گرمی، بیله‌سوار، گوگ تپه و کلانسورا است. شکل شماره 2 ضعیت قرارگیری برگه‌های 1:50/000توپوگرافی را نشان می‌دهد.



شکل ۲- مشخصات و وضعیت قرارگیری نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ پوشش دهنده ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ گرمی

شکل 2- مشخصات و وضعیت قرارگیری نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس 1:50.000 پوشش‌دهنده ورقه 1:100.000 گرمی

2-1- چگونگی انجام عملیات اکتشافی و روش مطالعه و بررسی

به منظور اجرای مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی در ورقه گرمی، نخست بر پایه اصول متداول در اجرای چنین پروژه‌هایی، مراحل مختلف به گونه‌ای قدم به قدم به اجراء گذاشته شد. در این راستا مراحل زیر انجام شد:

1- مجموعه‌ای از نقشه‌ها و گزارش‌ها که به عنوان عناصر پایه در امر اکتشاف به شمار می‌آیند، گردآوری شد. این مجموعه شامل:

- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس 1:50/000 برگه‌های گرمی، بیله‌سوار، گوگ‌تپه و کلانسورا.
- نقشه زمین‌شناسی 1:250/000 بیله‌سوار
- نقشه زمین‌شناسی 1:100/000 گرمی

- گردآوری و بازبینی گزارشهای لایه‌های اطلاعاتی ژئوشیمی و دورسنجی ورقه 1:100/000 گرمی (تهیه شده توسط مهندسین مشاور کاوشگران و زرناب اکتشاف، 1382).
- مطالعه دفتری مدارک موجود، به ویژه اطلاعات معدنی بدست آمده از عملیات اکتشافی انجام شده.

2- پس از انجام مطالعات دفتری محدوده‌هائی برای بازدید صحرائی و نمونه‌برداری، انتخاب شدند.

3- در هنگام بازدید از بعضی از آثار یا نشانه‌های معدنی، نمونه‌برداری نیز انجام شد.

4- در هنگام نمونه‌برداری از هر نشانه معدنی کلیه اطلاعات زمین‌شناسی و معدنی یادداشت شدند. این اطلاعات عبارتند از:

- مختصات محل نمونه به وسیله G.P.S ثبت گردید.
- موقعیت مکانی آن نقطه بر روی نقشه توپوگرافی مربوطه تعیین شد.
- نوع سنگ دربرگیرنده و گانگ ماده معدنی مورد مطالعه قرار گرفت.
- ابعاد ماده معدنی، (تاحد ممکن) اندازه‌گیری و یا تخمین زده شد.
- وضعیت ساختاری پیکره معدنی بررسی شد.
- شکل ساخت و بافت کانسنگ، کانه‌های موجود در آن و کانه‌های فرعی همراه در حد مشاهدات صحرائی بررسی شد.
- کلیه فعالیتهای اکتشافی، استخراجی، فرآوری و احیاناً تأسیسات موجود در محل گزارش شد.

با توجه به موارد فوق نمونه‌بردای سیستماتیک از کلیه نشانه‌ها و محدوده‌های پتانسیل‌دار به عمل آمد که پس از تنظیم و آماده‌سازی، کیله نمونه‌ها جهت انجام مطالعات XRD و XRF به آزمایشگاه ارسال گردید.

موقعیت معادن فعالی، متروکه، اندیسهای معدنی، زونهای دگرسان و مناطق دارای آثار کانی‌سازی و موقعیت نمونه‌های تهیه شده حین بازدید از این مکانها در نقشه ضمیمه شماره 2 نشان داده شده است.

3-1- مطالعات انجام شده قبلی

نخستین مشاهدات زمین‌شناسی و معدنی ثبت شده در منطقه استان اردبیل که در دسترس قرار دارد، مربوطه به شخصی بنام بیلی فریز می‌باشد که در سال 1826 میلادی در جریان سفرش از تهران به تفلیس، یادداشت‌هایی در توصیف سنگهای منطقه (سنگهای آبی تیره، سنگهای قهوه‌ای رنگ پورفیری و آهک‌های کمپاکت) ارائه کرده است. سپس هرمن آبیخ زمین‌شناس آلمانی بین سالهای (1841-1840) زمین‌شناسی منطقه ساوالان و قفقاز را مورد بررسی قرار داد. پس از وی در طول قرن 19 میلادی محققین و جهانگردان دیگری نیز از قسمتهای مختلف منطقه بازدید کردند و گزارش‌هائی به رشته تحریر درآوردند.

مطالعات نوین زمین‌شناسی در حد فاصل سالهای 1946-1940 و در مدت اشغال آذربایجان توسط قوای شوروی سابق توسط زمین‌شناسان روسی انجام شد و تنها نتایج اندکی از این مطالعات منتشر شده است.

در سالهای 1952-1950، شناسایی‌های مقدماتی زمین‌شناسی منطقه توسط زمین‌شناسان شرکت نفت انجام شد. سپس آلبرتی استاد یکی ازدانشگاههای ایتالیا به همراه همکارانش، ولکانیسم، پتروگرافی و مینرالوژی بخشهای مختلف شمال شرق آذربایجان را بطور دقیق مورد مطالعه قرار داد و برای نخستین بار بازالتهای قلیایی عهدهای ائوسن و الیگوسن را شناسایی و گزارش نمود.

ع.اسدیان و همکاران از سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه‌های زمین‌شناسی 1:100000 ورقه گرمی را در سال 1375 تهیه کرده‌اند.

از سایر مطالعات انجام شده در منطقه می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- پی‌جوئی سنگهای تزئینی و نما در سطح استان اردبیل توسط مرکز تحقیقات سنگهای تزئینی و نما 1374
- اکتشاف نیمه تفصیلی منگنز کرده ده- ویلا دره توسط مهندسین مشاور چکان در سال 1373
- عملیات اکتشافی معدن باریت عنبران توسط شرکت سبلان کاوش معدن در سال 1377
- طرح پی‌جویی و اکتشاف عمومی دیاتومیت و سایر نهشته‌های حوضه نئوژن جنوب غرب اردبیل، توسط شرکت همپا بهینه صنعت-380
- طرح ارزیابی ذخایر و منابع معدنی استان اردبیل، توسط شرکت مهندسین مشاور چکان-1374

جمع‌آوری اطلاعات معدنی موجود در استان اردبیل توسط پایگاه ملی داده‌های علوم زمین.

این اطلاعات در دو جلد گردآوری شده و شامل راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمی، دورسنجی و ژئوفیزیک هوائی رقومی شده می‌باشد. در مورد معادن حاوی اطلاعاتی شامل مختصات جغرافیایی، نوع و ابعاد ماده معدنی، روش استخراج، میزان ذخیره و جنس سنگ میزبان است.

- طرح تحقیقاتی، پتانسیل‌یابی و بررسی توان کانی‌سازی استان اردبیل، توسط شرکت تحقیقات کانی-شناسی و زمین‌شناسی کانپژوه
- اکتشاف عمومی خاکهای صنعتی استان اردبیل، توسط مهندسی مشاور زمین کاوگستر.

در محدوده برگه 1:100000 گرمی بدلیل پوشش گیاهی، عدم وجود فعالیتهای آتشفشانی (خروجی و درونی) و نامشخص بودن وضعیت کانی‌سازی و دگرسانی مطالعه گسترده و جامعی انجام نشده است.

بررسی‌هایی به منظور اکتشاف مواد نفتی (هیدروکربور) توسط شرکت ملی نفت ایران با همکاری کارشناسان فرانسوی در محدوده برگه و نواحی مجاور به عمل آمده است.

فصل دوم

زمین‌شناسی- چینه‌شناسی

2-1- زمین‌شناسی عمومی منطقه

برای نخستین بار بررسی‌های زمین‌شناسی در منطقه توسط ه-طراز انجام گرفته است. پس از آن نیز بررسی‌هایی به منظور اکتشاف مواد نفتی (هیدروکربور) توسط شرکت ملی نفت ایران با همکاری کارشناسان فرانسوی به عمل آمد که حاصل آن نقشه زمین‌شناسی 1:250000 و گزارش پیوست آن می‌باشد.

نقشه شکل 3، زمین‌شناسی برگه 1:100000 گرمی را نشان می‌دهد که توسط سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه شده است. بر اساس این نقشه، بیشتر برونزدهای منطقه را نهشته‌های رسوبی تشکیل می-دهد، که دارای ساختار چین‌خورده به صور تاقدیس و نا ودیس با راستای تقریباً شمال غربی- جنوب

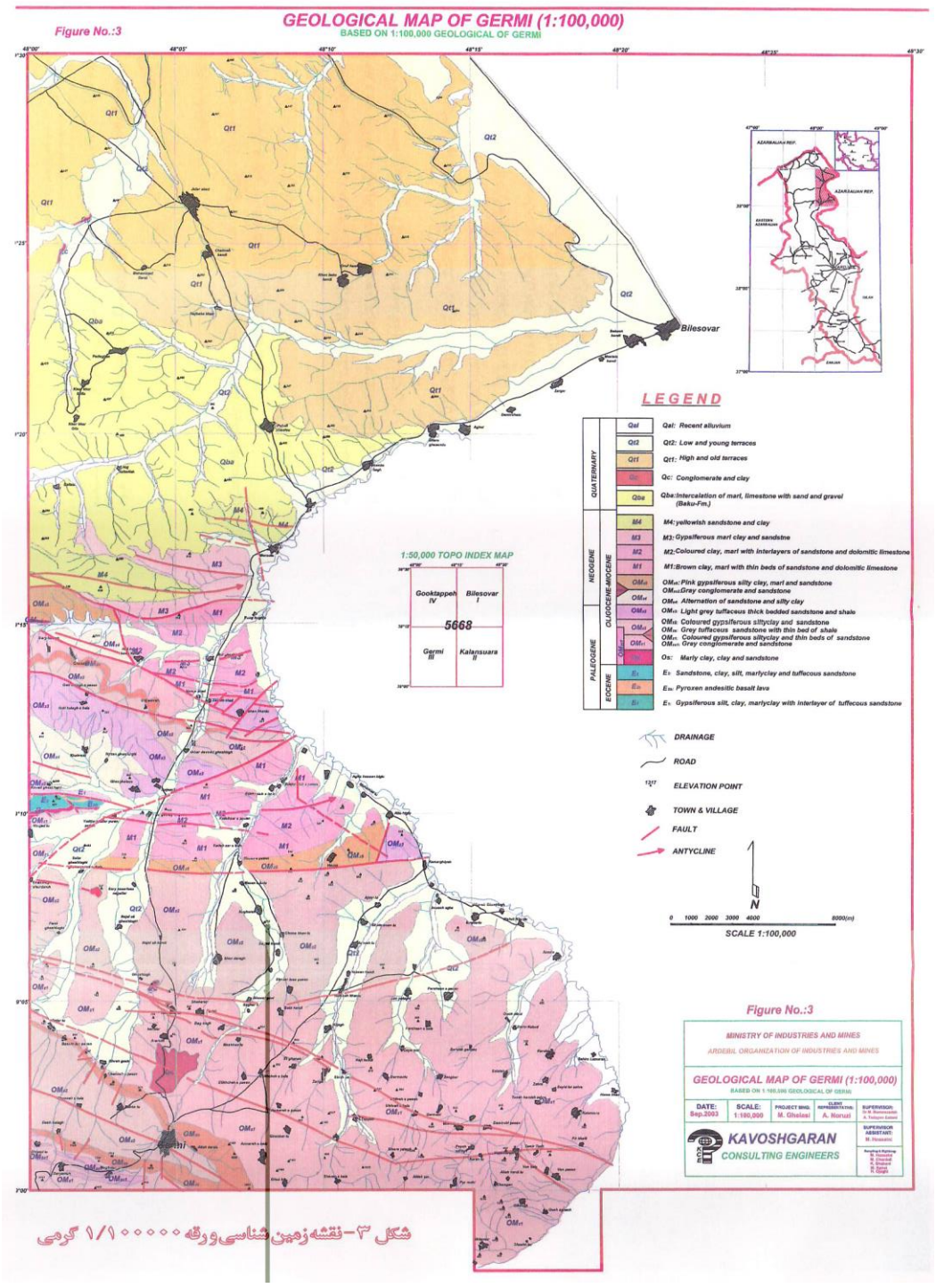
شرقی است. قدیمی‌ترین سنگهای محدوده گرمی با سنگهای رسوبی به سن ائوسن شروع می‌شود، که توسط چینه‌های رسوبی جوانتر به سن‌الیگوسن- میوسن پوشیده شده است.

ائوسن با یکسری رسوب‌های نرم آواری شامل شیل و ماسه سنگ توفی آغاز می‌گردد و به طرف بالا به ردیف‌هایی از شیلهای سیلتی و ماسه سنگی تبدیل می‌شود، سپس بر روی آن یک گدازه آندزی-بازالتی پیروکسن‌دار به رنگ تیره مایل به سبز پدیدار می‌شود و سپس با تناوبی از ماسه سنگ، رس، سیلت‌های گچ‌دار پایان می‌پذیرد.

در بخشی از محدوده بخصوص در غرب آبادی قیز قلعه سی رسوب‌ها بیشتر از ماسه‌سنگ، رس و مارن با سن‌الیگوسن تشکیل یافته‌اند. شرکت ملی نفت ایران این رسوب‌ها را سازند اوجاق قشلاق نام-گذاری کرده است.

برونزد سنگ‌های زمان الیگوسن- میوسن بیشتر از رسوب‌های نرم دارای برگه‌ها و پولک‌های گچ تشکیل یافته است. از ویژگی‌ای آشکار این رسوبها، وجود آثار گیاهی فراوان است که در تمام واحدهای رسوبی از ائوسن تا پایان میوسن به خوبی دیده می‌شوند.

واحدهای الیگوسن- میوسن حوضه مغان از خاور به سوی باختر و از جنوب به سوی شمال دارای تغییراتی جانبی و تدریجی است. از نظر ضخامت و رخساره نیز تفاوت‌های آشکاری در آنها دیده می-شود. برای مثال واحد OM^{Z1} در جنوب خاوری درمنطقه از تناوب شیل‌های تیره رنگ و ماسه سنگ-های توفی خاکستری تشکیل یافته است. به سوی باختر و شمال، رخساره این واحد بیشتر شامل رسوب‌های نرم شامل فورش‌های رنگارنگ، رس، شیل همراه با میان لایه‌های نازک ماسه‌سنگی می-باشد. که ژرف شدن حوضه رسوبی در قسمت‌های شمالی منطقه را تأیید می‌نماید. رسوب‌های پس از میوسن نیز برخلاف سایر نقاط آذربایجان ایران، بیشتر از سنگ‌های رسوبی آواری و نرم تشکیل یافته و هیچ‌گونه فعالیت آتشفشانی در میوسن و پس از آن در ناحیه مشاهده نمی‌شود. رسوب‌های جوان کواترنر به طور افقی بر روی سنگهای چین خورده کهن‌تر از خود قرار گرفته‌اند.



شکل 3- نقشه زمین‌شناسی ورقه 1/100000 گرمی

2-2- چینه‌شناسی

واحدهای سنگ چینه‌ای تفکیک شده عموماً متعلق به دوران سنوزوئیک (Cenozoic) است. این واحدهای سنگی از پائین به بالا به شرح زیر می‌باشد (نقشه شکل 3):

2-2-1- ائوسن

سنگهای بسن ائوسن در محدوده مورد بررسی تنها در قسمت کوچکی از باختر منطقه واقع در باختر و جنوب باختری آبادی قیز قلعه سی دیده می‌شود، که در سمت جنوب گسله‌ای با راستای تقریباً خاوری-باختری واقع شده و از پائین به بالا عبارتند از (نقشه شکل 3):

E_1: سنگهای اصلی این واحد شامل فورس سنگ، رس، مارن‌رسی، همراه با لایه‌های نازک ماسه سنگ توفی به رنگ عمومی سبز مایل به خاکستری می‌باشد. این رسوب‌ها دارای آثار گیاهی هستند و گچ به صورت برگه و پولک به طور پراکنده در رسوب‌ها دیده می‌شود.
ماسه‌سنگ‌های این بخش فرسایش پوست پیازی دارند، مرز زیرین این واحد در منطقه مشخص نیست، ولی مرز بالایی آن با یک لایه نسبتاً نازک گدازه آندزی-بازالت پیروکسن‌دار پوشیده می‌شود. زمین-شناسان شرکت ملی نفت ایران این واحد را سازند سلم آغاجی نامیده‌اند.

E_2^b: گدازه‌های آندزی- بازالت پیروکسن‌دار این واحد به رنگ عمومی تیره مایل به سبز می‌باشد. ضخامت این گدازه در منطقه حداکثر به 35 متر می‌رسد. محل برونزد آن در جنوب غربی آبادی قیز قلعه‌سی است. این گدازه آندزی-بازالت به صورت یک افق مشخص در سرتاسر منطقه مغان گسترش دارد. به طرف شرق ضخامت این گدازه افزایش می‌یابد، به طوری که در کوه‌های تالش واقع در خاک جمهوری آذربایجان ضخامت آن به 1000 متر می‌رسد. زمین‌شناسان جمهوری آذربایجان این گدازه را «بازالت پشت سر» نامگذاری کرده‌اند، به نظر می‌رسد این گدازه بازالتی از فعالیت‌های آتشفشانی کوههای تالش به وجود آمده است. از نظر سنگ‌شناسی بافت سنگ پورفیریتیک با زمینه میکرولیتی می‌باشد. کریستال‌های پورفیر شامل پلاژیوکلاز نیمه رخدار بوده و حداکثر قطر این کریستال‌ها به 2 میلی‌متر می‌رسد. بلورهای کلینوپیروکسن نیمه رخدار به صورت مجتمع در سنگ دیده می‌شوند. کانی-های فرومنیزین و کانی‌های فرعی مانند کلریت، اکسید آهن، بیوتیت در سنگ دیده می‌شوند. کاوک‌های موجود در سنگ اغلب توسط کانی‌های کلریت و کلسیت پر شده‌اند. این گدازه به عنوان یک لایه راهنما (Keybed) در مرز واحدهای رسوبی E_1 و E_3 قرار گرفته است.

E_3: سنگهای رسوبی این واحد بر روی گدازه آندزی-بازالت پیروکسن‌دار (بازالت پشت سر) قرار می-گیرد و تناوبی از ماسه سنگ توفی، رس فورش، مارن رسی و توف ماسه‌ای بیشتر از ذرات ولکانیکی

هستند. بعضی از لایه‌های ماسه سنگ دارای اجزار درشتر بوده و حالت میکروکنگلومرا دارند، ضخامت لایه‌های ماسه سنگ از چند سانتی‌متر تا 1/5 متر می‌رسد. آثار فسیل‌شناسان شرکت ملی نفت ایران با معرفی فسیل‌های (Nummulites sp. Globigerimidae, Conglobatus) این واحد را به ائوسن بالایی نسبت داده‌اند. ضخامت این واحد در محدوده گرمی به 200 متر می‌رسد، ولی به طرف باختر و بیرون محدوده ضخامت آن افزایش می‌یابد.

2-2-2- الیگوسن

مرز رسوب‌های ائوسن و الیگوسن درمنطقه به طور دقیق مشخص نمی‌باشد. رسوب‌های واحد E_3 به تدریج و بدون دگرشیبی به طرف بالا به یک واحد ریز دانه شامل رس، ماسه سنگ، تبدیل می‌شود، که به احتمال نشانه کاهش انرژی محیط رسوبی ا ست. این رسوب‌ها با علامت O^S بر روی نقشه نشان داده شده است (نقشه شکل 3).

O^S: رسوب‌های ریز دانه این واحد شامل رس، مارن زرد آجری رنگ و ماسه سنگ است. اجزای ماسه سنگها بیشتر از قطعات ولکانیکی تشکیل یافته و سیمان ماسه سنگها، آهکی است. چینه‌های ماسه سنگی نازک تا متوسط هستند و آثار گچ به صورت پولک‌های ریز در رس‌ها و مارن‌های این واحد به چشم می‌خورد. جایگاه برونزد این واحد در جنوب غربی آبادی قیز قلعه سی (و شمال اوجاق قشلاق واقع در غرب بیرون از محدوده گرمی) است. ضخامت این واحد در منطقه به 350 متر می‌رسد و به طرف باختر و بیرون محدوده کنونی، ضخامت آن افزایش می‌یابد. این سازند تحت عنوان سازند اوجاق قشلاق نامگذاری کرده‌اند.

2-2-3- الیگوسن- میوسن

رسوب‌های دوره الیگوسن- میوسن را به خاطر قرار داشتن برش الگوی آن در باختر روستای زیوه سازند زیوه نامیده‌اند. سنگ‌های الیگوسن- میوسن در تمام دشت مغان که محدوده گرمی بخشی از آن را شامل می‌شود به طور تدریجی بر روی رسوب‌های متعلق به ائوسن (E_3) و الیگوسن پائین O^S قرار می‌گیرند. رخساره واحدهای سازند زیوه از باختر به خاور و از جنوب به شمال تغییراتی را نشان می‌دهد که تا حد امکان کوشش شده این تغییرات در توصیف چینه‌ای واحدها گنجانده شود (نقشه شکل 3).

2-2-3-1- چینه‌شناسی سازند زیوه

برای آسانی، واحدهای سازند زیوه به سه بخش پائینی-میانی-بالایی تقسیم شده است (نقشه شکل 3).

- **سازند زیوه پائینی**

OM^{ZC1}: این واحد شامل یک‌سری کنگلومرا به همراه ماسه سنگ و رسوب‌های نرم فورشی و رسی است. مرز OM^{ZC1} و E_3 در بیرون و باختر محدوده کنونی جای دارد و سنگ‌های واحد OMZC1 به طور عادی بر روی واحد E_3 می‌نشیند. اجزای کنگلومرا بیشتر از قطعات ولکانیکی تشکیل شده است، و این قطعات کاملاً گرد شده هستند. سیمان کنگلومرا آهکی و رنگ عمومی واحد، خاکستری روشن است. اندازه قطعات به چند میلی‌متر تا 30 سانتی‌متر می‌رسد.

این کنگلومرا در یال جنوبی ناودیس گرمی و در پایانه مرز باختری محدوده ورقه، بخش‌هایی از واحد OM^{ZS} را نیز در بر می‌گیرد و به صورت زبانه‌هایی در داخل OM^{Z1} دیده می‌شود. ضخامت واحد OM^{ZC1} به طرف باختر (محدوده زیوه) افزایش چشمگیری پیدا می‌کند.

OM^{Z1}: این واحد در قسمت‌های شمالی محدوده بیشتر از رسوب‌های نرم فورش و رس، به رنگهای مختلف همراه با میان لایه‌های نازک ماسه سنگ توفی تشکیل گردیده است. رسوب‌های این واحد به شدت گچ‌دار است و آثار گچ به صورت برگه‌های چند سانتیمتری و رگچه و پولک‌های ریز دیده می-شود. در خاور شهرستان گرمی این واحد بیشتر از تناوب شیل‌های خاکستری تیره و ماسه سنگ توفی با سیمان آهکی تشکیل شده است،که منطقه وسیعی را می‌پوشاند. ضخامت این واحد به بیش از 1200 متر می‌رسد. آثار فراوان شاخه و برگ گیاهی در رسوب‌های شیلی و ماسه سنگی به چشم می‌خورد.

در قسمت‌های مرکزی محدوده بویژه در باختر آبادی قیز قلعه‌سی بخش‌های پائین این واحد از تناوب ماسه سنگ، فورش و رس تشکیل گردیده است. مرز این واحد با واحد پائین (OM^{ZS}) یک گذر عادی و تدریجی می‌باشد و به طرف بالا از مقدار ماسه سنگها کاسته شده و به مقدار فورش و رسهای رنگارنگ افزوده می‌شود.

در جنوب غربی شهرستان گرمی رخساره این واحد بیشتر شیلی و ماسه سنگی است و به صورت پنجه‌ای به طرف غرب به کنگلومرای OM^{ZC1} تبدیل می‌شود. در واقع می‌توان گفت که بخش‌هایی از این واحد از نظر زمانی هم ارز واحد OM^{ZC1} است.

OM^{ZS}: واحد ماسه سنگی ستبر لایه پائین لایه‌های نازک شیلی که به طور عادی بر روی واحد OM^{Z1} قرار می‌گیرد، کامل‌ترین جایگاه برونزد این ماسه سنگ در دو یال ناودیس گرمی است، که به صورت یک دیواره مشخص دیده می‌شود.

ضخامت این ماسه سنگ در منطقه مغان از صفر تا حدود 200 متر تغییر می‌کند. ضخیم‌ترین بخش این ماسه سنگ واقع در نوک خاوری ناودیس گرمی و بیرون از محدوده قرار گرفته است، که به طرف غرب رفته رفته از ضخامت آن کاسته شده و سرانجام در یال جنوبی ناودیس گرمی واقع در گوشه جنوب غربی محدوده به صفر می‌رسد. در یال جنوبی ناودیس گرمی و در مرز باختری محدوده بخش‌هایی از این ماسه سنگ‌ها به کنگلومرای OM^{ZS1} تبدیل می‌شود.

از نظر سنگ شناسی رسوبی این ماسه سنگ اغلب از قطعات سنگهای ولکانیکی و کانی‌های پلاژیوکلاز تشکیل گردیده، که بوسیله سیمان آهکی به هم پیوسته‌اند و جز ولکانیت‌ها دسته‌بندی می-شود. رسوب‌های شیلی و فورشی تیره خاکستری که به صورت میان لایه هستند، دارای آثار فراوان گیاهی می‌باشد.

واحد ماسه سنگ OM^{ZS} بین واحد نرم سیلت، رس OM^{Z1} و OM^{Z2} سازند زیوه پائین که گسترش وسیعی در منطقه دارد قرار گرفته است و هر جا که واحد ماسه سنگ تشکیل شده از آن به عنوان یک لایه راهنما

(Key bed) برای تقسیم‌بندی دو واحد نرم فورش (سیلت)، رس استفاده می‌شود و در جاهایی که این ماسه سنگها تشکیل نشده مشخص نمودن مرز دو واحد سازند زیوه به دلیل نایاب بودن فسیل، مشکل صورت می‌گیرد.

OM^{Z2}: این واحد با گذار تدریجی و عادی بر روی واحد OM^{ZS} (در جائیکه واحد OM^{ZS} تشکیل شده) و OM^{Z1} قرار می‌گیرد و تناوبی از فورش سنگهای رنگارنگ و فورش سنگ رسی (90-80 درصد فورش و 20-10 درصد رس) با میان لایه‌های نازک ماسه سنگ می‌باشد. آثار گیاهی و گچ به صورت برگه و پولک به مقدار فراوان در این رسوب‌ها دیده می‌شود. به دلیل نرم بودن رسوب‌های این واحد و واحد OM^{Z1} اغلب کارهای کشاورزی بر روی آنها صورت می‌گیرد. ضخامت این واحد به بیش از 300 متر می‌رسد. عمده‌ترین گسترش این واحد در بخش‌های جنوبی و قسمت مرکزی ناودیس گرمی و پیرامون آبادی شوردرق و جنوب چناق بلاغ می‌باشد. مرز بالایی این واحد به تدریج به یک ماسه سنگ ستبر لایه پایان می‌یابد.

- سازند زیوه میانی

OM^{Z3} : واحد ماسه سنگی ستبر و متوسط لایه فلدسپاتی و توفی به رنگ عمومی زرد خاکستری و خاکی می‌باشد که دارای میان لایه‌های چند سانتیمتری شیلی تیره و زرد رنگ همراه با رگچه‌های گچی و آثار فراوان گیاهی است. سیمان لایه‌های ماسه سنگ، آهکی می‌باشد. ضخامت این واحد نیز همانند سایر واحدها دستخوش تغییرات است. بیشترین ضخامت آن در کوه‌های خروسلوداغ واقع در غرب منطقه مورد بررسی به 850 متر می‌رسد. در برخی نقاط ضخامت این واحد کم شده و به کمتر از 50 متر کاهش می‌یابد (در باختر منطقه و بیرون از محدوده گرمی).

این واحد ماسه سنگی به دلیل واقع شدن در میان رسوب‌های نرم و ایستادگی در برابر عوامل فرساینده به صورت دیواره مشخصی در سرتاسر منطقه دشت مغان قابل تعقیب و شناسایی است. بزرگترین برونزد این واحد در محدوده مورد بررسی در پیرامون روستاهای انجیلو و قیزقلعه‌سی مشاهده می-شود. این جا در واقع پایانه خاوری کوه‌های خروسلوداغ می‌باشد. از نظر سنگ‌شناسی رسوبی این

ماسه سنگ لیتارنیت می‌باشد، که اغلب با افزایش نسبت خرده سنگهای ولکانیکی به ولکانیت تبدیل می‌گردد.

این ماسه سنگ نیمه رسیده (Submature) و قطعات آن نیمه زاویه‌دار است. افزون بر قطعه سنگهای ولکانیکی، کوارتز رزی بلورین (میکروکریستالین)، قطعات کربناتی، پلاژیوکلاز، پیروکسن و بیوتیت در آن وجود دارد. با استناد به بررسی‌های شرکت ملی نفت ایران، این واحد به الیگوسن بالائی و میوسن پائینی تعلق دارد، مرز بالایی این واحد به تدریج به واحد OM^{Z4} تبدیل می‌شود.

- سازند زیوه بالایی

واحدهای سازند زیوه بالایی به شرح زیر هستند (نقشه شکل 3):

OM^{Z4}: این واحد به طور عادی و تدریجی بر روی وحد ماسه سنگی زیوه میانی قرار گرفته است. رسوب‌های این واحد در ناودیس قیزقلعه‌سی (پایانه خاوری کوههای خروسلوداغ) بیشتر آواری و شامل ماسه سنگ توفی فورش سنگ و شیل می‌باشد، لی به طرف شمال (در شمال چناق بلاغ) رخساره این واحد بیشتر ریزدانه شده و به فورش، رس، مارن با میان لایه‌های ماسه سنگی و ماسه آهکی تبدیل می‌شود. در بخش‌هایی که واحد دارای رخساره ریزدانه می‌باشد، لایه‌های چند میلیمتری تا 3 سانتی-متری زغالی سیاه رنگ (لیگنییت) دیده می‌شود. آثار گیاهی نیز در رسوب‌های این واحد به فراوانی یافت می‌شود، ولی فسیل جانوری در آن کم و گاهی نایاب است. در بخش‌های شمالی رنگ این واحد زرد تا کرم است. مرز بالایی این واحد به توسط کنگلومرای OM^{zc2} مشخص می‌گردد.

OM^{zc2}: واحد کنگلومرایی و ماسه سنگی به رنگ خاکستری تیره همراه با لایه‌های شیلی و فورشی می‌باشد. این واحد به طور عادی و تدریجی بر روی واحد OM^{Z4} قرار می‌گیرد. بیشتر اجزای کنگلومرا از قطعات ولکانیکی تشکیل شده است، گهگاه قطعات آهکی نیز در آن دیده می‌شود. این واحد به عنوان یک لایه راهنما (Key bed) در بین واحد OM^{Z4} در زیر واحد OM^{Z5} در بالا قرار می‌گیرد و هر جا که این کنگلومرا نازک شده و از بین رفته جدا کردن مرز واحدهای پائینی و بالایی آن دشوار می‌باشد. ضخامت این واحد متغیر است و در گسترش خود در بیشتر جاها نازک شده و به میکروکنگلومرا و یا ماسه سنگ تبدیل می‌شود. با این حال تا حدودی در خور پیگیری و شناسایی در منطقه می‌باشد. قطر قطعات کنگلومرا از چند میلی‌متر تا 80 سانتی‌متر تغییر می‌نماید. کنگلومرای OM^{zc2} در محدوده مورد بررسی گسترش کمی دارد و تنها برونزد آن در شمال غربی چناق بلاغ مشاهده می‌گردد. واحد OM^{z5} به طور تدریجی به توسط واحد رسی OM^{z5} پوشیده می‌شود.

OM^{z5}: این واحد تناوبی از رسوبات ریزدانه فورش، رس، مارن با میان لایه‌های ماسه سنگی و گاهی لایه‌های نازک آهک دولومیتی می‌باشد. در رسوب‌های نرم، آثار گچ به صورت برگه‌های نازک و پولک به فراوانی دیده می‌شود ماسه سنگ‌ها اغلب زرد رنگ هستند و از نظر سنگ‌شناسی رسوبی

بیشتر به خانواده لیتارنیت‌ها تعلق دارند.دانه‌ها متوسط و نارس (Immature) هستند و بیشتر از قطعه سنگ‌های ولکانیکی، کوارتز پلی کریستالین، خرده سنگ کمی فلدسپار آواری تشکیل گردیده و دارای سیمان آهکی می‌باشد. در لایه‌های کربناتی نیز ذرات درشت در اندازه فورش که حدود 30-16 درصد سنگ را تشکیل می‌دهد، دیده می‌شود. این لایه‌ها اغلب اسپارایتی هستند، برونزد این واحد در شمال غربی چناق بلاغ که بر روی واحد OM^{zc2} قرار گرفته دیده می‌شود. لایه‌ها در این منطقه برگشته می-باشد. واحد OM^{z5} به طور عادی و تدریجی به مارن‌های قهوه‌ای رنگ تورتونین تبدیل می‌شود.

4-2-2- میوسن میانی

نهشته‌هایی که از دید موقعیت استراتیگرافی به میوسن تعلق می‌گیرد از تناوب رس، فورش، میان لایه-های ماسه سنگی و آهکی دولومیتی تشکیل گردیده‌اند. از نظر سنگ‌شناسی هیچ‌گونه تقسیم‌بندی در این واحد نمی‌توان انجام داد، ولی با توجه به تغییر رنگ رسوب‌ها و بررسی‌هایی که به توسط Ch. Willm et al در این منطقه انجام گرفته است. این نهشته‌ها را به دو بخش تقسیم کرده‌ایم، که بر روی نقشه با علامت M_2, M_1 نشان داده شده‌اند (نقشه شکل 3).

بر اساس میکروفسیل‌های جانوری که در سال 1961 به توسط Ch. Willm et al مورد بررسی قرار گرفته، چهار واحد Tarkhan, Tehokrak تورتونین پائین Konka, Kargan تورتونین بالایی)در این نهشته‌ها تشخیص داده شده است. این واحدهای شناخته شده متعلق به بخش جنوبی جمهوری آذربایجان می‌باشد. براساس شواهد فسیلی سن الیگوسن-میوسن پیشین برای این واحدها پیشنهاد گردیده است، که با واقعیت چینه‌شناسی تطبیق نمی‌نماید.

1-4-2-2- تورتونین پائینی

M_1 : رخساره این قسمت بیشتر مارن، رس با میان لایه‌های ماسه سنگی و آهک دولومیتی و گاهاً عدسی‌هایی از شن می‌باشد. رنگ عمومی آن در منطقه قهوه‌ای تند می‌باشد. لایه‌های کربناتی و ماسه سنگی در اغلب موارد دارای فسیل‌های دو کفه‌ای و گاستروپود می‌باشد. لایه‌های کربناتی از نظر سنگ‌شناسی Biomicrospar هستند. ضخامت رسوب‌های این واحد متغیر بوده و در محدوده کنونی بیشترین ضخامت آن به 200 متر می‌رسد. برگه‌های نازک گچ در رسوب‌های این بخش مشاهده می-گردد. رسوب‌های این واحد به طرف بالا در برخی نقاط به یک لایه ماسه سنگی میکروکنگلومرایی تا کنگلومرایی تبدیل می‌شود و از این لایه به بعد رنگ عمومی رخساره تغییر یافته و به رنگ روشنتر در می‌آید. در جاهایی که لایه ماسه سنگی میکروکنگلومرایی وجود دارد، آن را مرز تورتونین پائینی و بالایی قرار دادیم و در جاهائی که این لایه شناخته نیست، مرز واحدها با تغییر رنگ رخساره مشخص گردیده‌اند.

M_2 : نهشته‌های این قسمت شامل رس، مارن، فورش با میان لایه‌های نازک ماسه سنگی و آهک دولومیتی است. رنگ عمومی رسوب‌ها زرد کم رنگ بوده و نسبت به رسوب‌های تورتونین پائینی روشنتر می‌باشد. مقدار گچ در این قسمت نسبت به پائین آن بیشتر می‌باشد، به طوری که در بعضی جاها لایه‌های چند سانتیمتری گچ در میان رسوب‌ها به چشم می‌خورد.

2-2-5- میوسن بالایی

نهشته‌های این بخش از میوسن بیشتر، از فورش‌های رسدار با میان لایه‌های ماسه سنگی یا کنگلومرایی به رنگ خاکستری تیره تا زرد رنگ تشکیل گردیده‌اند، که در قسمت پائین به طور عادی بر روی رسوبات تورتونین بالایی قرار می‌گیرد. مرز تورتونین با این قسمت بوسیله چند لایه میکروکنگلومرایی و ماسه سنگی تیره رنگ مشخص می‌گردد. این رسوب‌ها در بخش مرکزی برگه مورد بررسی، جنوب شرق روستای مرادلو تشکیل ناودیسی داده‌اند و از نظر سنگ‌شناسی به واحدهایی تقسیم شده‌اند (نقشه شکل 3).

M^3 : این بخش با چند لایه به ماسه سنگ و میکروکنگلومرا به رنگ خاکستری تیره آغاز می‌شود و به تدریج به مارن‌های گچ‌دار به رنگ زرد خاکستری تبدیل می‌گردد. لایه‌های ماسه سنگی این قسمت در جهت گسترش خود به کنگلومرایی با تکه‌های ولکانیکی بزرگ و کاملاً گرد شده تبدیل می‌گردد. ضخامت واقعی این واحد به علت گسلش آن با واحد زیرین در خور اندازه‌گیری دقیق نمی‌باشد، ولی ضخامت بخش برونزد دار آن به 140 متر می‌رسد.

آثار گیاهی به مقدار زیاد در این رسوب‌ها دیده می‌شود. رسوب‌های این بخش به تدریج به ماسه سنگ و مارن زرد رنگ تبدیل می‌شود.

M_4 :این واحد که در مرکز ناودیس دیده می‌شود، شامل تناوبی از ماسه سنگ و مارن زرد رنگ و گچ‌دار می‌باشد. لایه‌های ماسه سنگی از متوسط تا ستبر لایه می‌باشند و برخی از آنها حالت میکروکنگلومرایی به خود می‌گیرند. از نظر سنگ‌شناسی رسوبی ماسه سنگ‌ها دانه ریز و از خانواده لیتارنیت (ولکانیت) نیمه رسیده (Submature) و آهکی هستند هیچ‌گونه فسیلی که نشان دهنده سن این نهشته‌ها باشد، در این منطقه تشخیص داده نشده است و سن پیشنهادی تنها بر پایه دانسته‌های بیابانی و سنجش استراتیگرافی این نهشته‌ها با نهشته‌های همانند در مناطق مجاور تعیین گردیده است. قسمت بالایی این رسوب‌ها در محدوده مورد بررسی به وسیله رسوب‌های جوان متعلق به سیستم کواترنر به طور دگر شیب پوشیده می‌شود.

2-2-6- رسوبهای کواترنر

نهشته‌های کواترنر که بخش بزرگی از شمال محدوده گرمی را پوشانیده است، به دو قسمت قابل تفکیک می‌باشند. یک قسمت آن شامل رسوب‌های دریاچه‌ای کم ژرفا که بطور دگر شیب بر روی رسوب‌های قدیمی‌تر بخصوص رسوب‌های میوسن قرار می‌گیرد و بخش دیگر آن را رسوب‌های آبرفتی پادگانه‌ای تشکیل می‌دهند (نقشه شکل 3).

Q_{ba} : (سازند باکو) یک سری رسوبات دریاچه‌ای کم ژرفا شامل تناوبی از ماسه، مارن‌های گچ‌دار، آهک آب شیرین و ماسه آهکی و شن می‌باشد. این رسوب‌ها به طور دگر شیب بر روی رسوب‌های چین خورده متعلق به میوسن قرار می‌گیرد. در آهک‌های آب شیرین و ماسه‌های آهکی این واحد مقادیر درخورد ملاحظه‌ای ماکروفسیل‌های جوان از جمله دوکفه‌ایها و گاستروپودها دیده می‌شود. این رسوبات در منطقه گرمی دارای گچ مختصر بوده و شیب لایه‌ها از 10 تا 15 درجه در نوسان است. ضخامت این واحد حداکثر به 180 متر در منطقه می‌رسد.

Q^{t1}: رسوبات پادگانه‌های کهن که از رس، مارن، فورش و ماسه و توف به رنگ‌های زرد تا زرد کرمی تشکیل شده و به طور افقی بر روی رسوبات Q_{ba} قرار گرفته است. این رسوبات از دور یک لایه‌بندی دروغین را نشان می‌دهند. ضخامت این واحد حداکثر به 100 متر می‌رسد و منطقه پهناوری از شمال محدوده کار را پوشانیده است و از نظر بلندی بالاتر از رسوباتQ^{t1} قرار گرفته است.

Q^{t2}: رسوبات آبرفتی جوان که به صورت پادگانه‌های افقی در کناره آبراهه‌ها و رودخانه‌ها و کناره شمالی محدوده برونزد دارد و از نظر ارتفاع در سطح پائین‌تری قرار گرفته، عموماً از ویران شدگی و ته نشست رسوبات کهن که بیشتر رسی-فورشی هستند، تشکیل گردیده است. رسوبات Q^{t2}, Q^{t1} به علت داشتن شرایط سازگار و خاک مناسب برای کشاورزی در منطقه دارای اهمیت می‌باشد.

Q^{a1}: رسوب‌های آبرفتی بستر رودخانه‌های کنونی و دره‌های پهن که اغلب از شن و ماسه و سنگریزه و رس پوشیده شده‌اند. این رسوبات هم اکنون در بستر رودخانه‌ها تشکیل می‌گردند.

3-2-2- تکتونیک

حوضه رسوبی دشت مغان در شمال باختری ایران، باقیمانده حضه بزرگ رسوبی اقیانوس تتیس می-باشد. اقیانوس تتیس در آخرین مرحله گسترش خود در کناره شمالی، بک حوضه بزرگ رسوبی بین قاره‌ای را در اواخر سنوزوئیک تشکیل داده است. این حوضه رسوبی به توسط کسکارف (V.D.Lascarev) به نام پاراتتیس نامیده شده است. عامل بوجود آورنده پاراتتیس را جنبش‌های کوهزایی کمربند آلپ پنداشته‌اند. گسترش حوضه پاراتتیس در سطح پهناوری صورت گرفته است. پیدایش این حوضه را پژوهندگان شوروی سابق به آغاز الیگوسن نسبت داده‌اند. پیدایش و گسترش این حوه با ویژگی‌های رسوبی خاص و کاهش فراوان فسیل‌های جانوری مشخص می‌گردد. این حوضه در دوره-های بعدی به دو بخش خاوری و باختری تقسیم شده و باقیمانده بخش خاوری آن امروزه دریای خزر

را در شمال ایران به وجود آورده است. محدوده گرمی بخش جنوبی فرورفتگی است که به نام کورا-ارس نامیده می‌شود و بین بلندی‌های تالش در شرق، قفقاز در شمال (واقع در جمهوری آذربایجان) و قره‌داغ در جنوب قرار دارد. از الیگوسن تا میوسن بالایی مقادیر شایان ملاحظه‌ای از رسوب‌های آواری در این حوضه انباشته شده است و از ائوسن تا اواخر میوسن رخداد زمین‌ساختی در خور ملاحظه‌ای در این حوضه اتفاق نیفتاده است و رسوب‌های یاد شده به طور عادی بر روی هم انباشته گردیده‌اند. اثرات حرکت‌های اپیروژنیکی به صور تشکیل کنگلومرای قاعده سازند زیوه Om^{zc2}و Om^{zc1} در این منطقه دیده می‌شود. تمامی این رسوبات در اثر یک فاز تکتونیکی بزرگ که در پلیوسن به وقوع می‌پیوندد، چین خورده‌اند. این فاز تکتونیکی در واقع مربوط به فاز پایانی جنبش‌های کوهزایی آلپی است. تمام رسوبات انباشته شده در این حوضه رسوبی، چین خورده و از آب خارج می‌گردد. در اثر این حرکت کوهزایی دگرشیبی زاویه‌دار مهمی در قاعده رسوبات آگچگیل به وجود آمده و تاقدیسها و ناودیسهای متعددی با راستای محوری شرقی-غربی یا شرق جنوب شرقی- غرب شمال غربی تشکیل گردیده با روند لایه‌ها و محور چین‌های شمال غربی جنوب شرقی مناطق تالش و قفقاز فرق مشخص دارند.

ناودیسهای گرمی، قیزقلعه‌سی و تاقدیس هاچاکندی از جمله آنها می‌باشد. نبود چینه‌ای که در اثر این حرکت کوهزایی به وجود آمده از بالاترین بخش میوسن بالایی تا احتمالاً پلیوسن زیرین را در بر گرفته است. در خارج و غرب ورقه حاضر رسوبات سازند آگچگیل با دگر شیبی زاویه‌دار مشخص بر روی نهشته‌های میوسن بالایی قرار گرفته‌اند پس در این ورقه سازندهای آگچگیل و آبشرون برونزد ندراند. احتمالاً بخشی از آنها در اثر فرسایش زمان کواترنر از بین رفته‌اند و بخش دیگر توسط رسوبات ناشی از پیشروی زمان باکوئین پوشیده شده‌اند.

در اثر این چین خوردگی گسل‌های متعددی با راستای شمالی-جنوبی و شمال غربی جنوب شرقی در این منطقه به وجود آمده است، بیشتر گسل‌ها به موازات امتداد محورهای تاقدیس‌ها به وجود آمده‌اند. گسل‌های چندی با محور شمال غربی جنوب شرقی در منطقه دیده می‌شود، که از نظر ساختمانی ارزش و اهمیت چندانی به طرف شمال است، به طوری که در بیشتر نقاط یال‌های شمالی تاقدیس‌ها شیب برگشته دارند. قسمتی از این برگشتگی در شمال غربی آبادی چناق بلاغ دیده می‌شود.

بعد از این چین خوردگی کلیه جنبش‌های تکتونیکی به صورت خشکی‌زایی عمل نموده‌اند به طوری که رسوب‌های کواترنر به طور دگرشیب بر روی رسوب‌هاب چین خورده کهن قرار می‌گیرد.

فصل سوم

زمین‌شناسی

اقتصادی

- مقدمه

منطقه مورد بررسی از نظر متالوژنی از اهمیت و اعتبار چندانی برخوردار نمی‌باشد. رسوبات منطقه بیشتر از نوع رسوبات آواری شامل مارن، رس، فورشسنگ، ماسه سنگ و کنگلومرا است، که نشانه کم ژرفا بودن حوضه رسوبی است. آثار گیاهی فراوان در رسوبات منطقه این امر را تائید می‌نماید.

احتمال وجود نفت در این رسوبات می‌رود، به طوری که در منطقه‌ای به نام قیردره‌سی واقع در غرب آبادی مرادلو از داخل رسوبات میوسن بالایی مواد نفتی به صورت قیر از درزها و شکاف‌ها خارج و با رنگ سیاه در سطح سنگ‌ها جاری می‌شود.

شرکت ملی نفت ایران برای اکتشاف نفت حفاری‌های متعددی در منطقه انجام داده است. وجود مواد نفتی در سنگ‌های منطقه به اثبات رسیده است. از نظر مصالح ساختمانی یک سری از ماسه سنگ‌های

سازند زیوه در منطقه مورد توجه قرار گرفته و از آنها به عنوان مالون در ساختن دیواره پل‌ها و دیواره سدها و پی ساختمان‌ها استفاده می‌شود.

به علت گستردگس رسوبات کواترنر و ذخایر فراوان رس می‌توان مناطق مناسبی از این ماده اولیه شناسایی نمود تا در تهیه آجر مورد استفاده قرار گیرد.

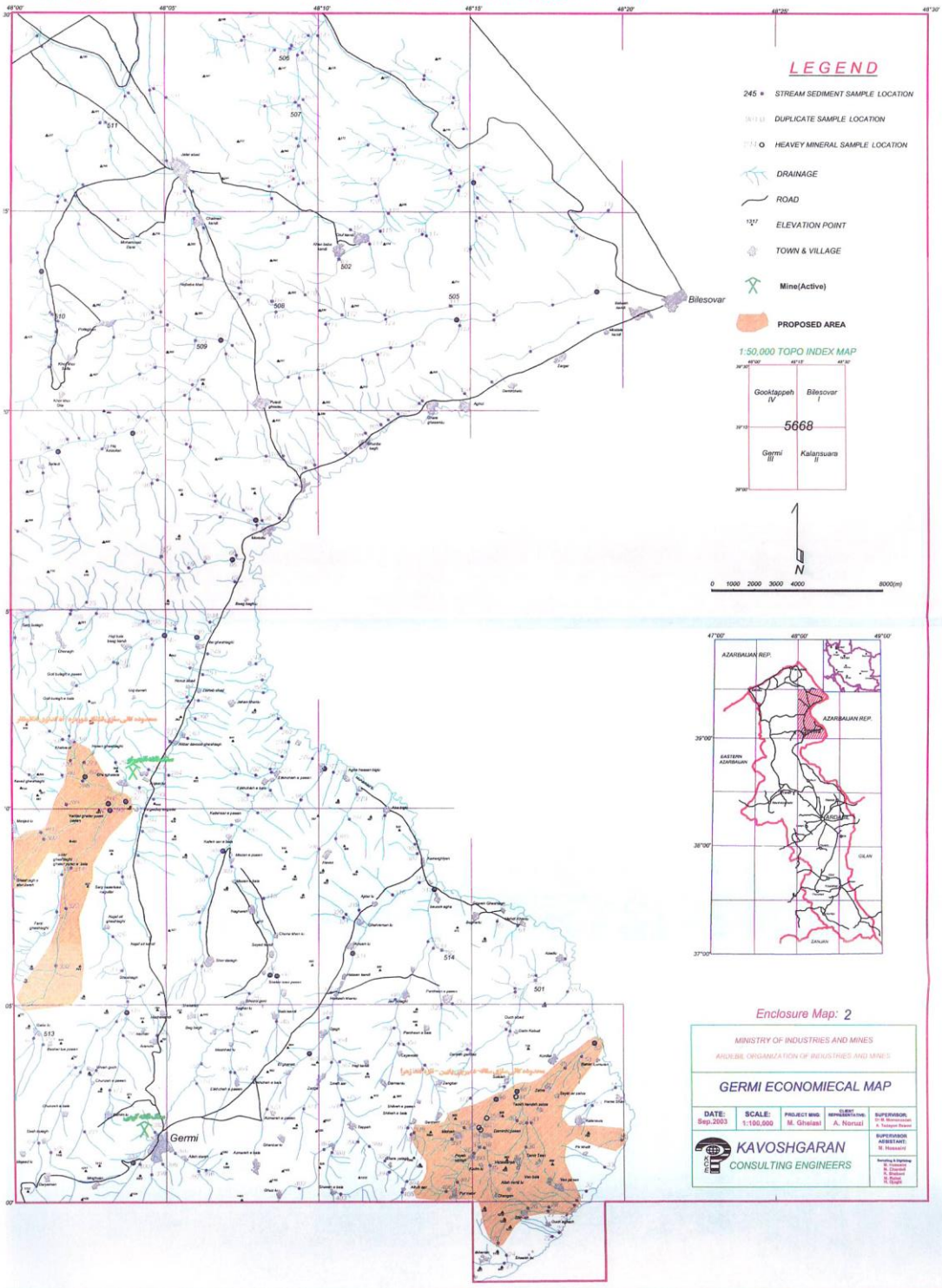
از رسوبات بستر رودخانه‌ها و رسوبات ماسه‌ای و سنگریزه Q_{ba} با روش سنتی بهره‌برداری می‌شود. وجود کانی‌های رسی مونت موریلونیت یا جذب کاتیونی فراوان در خاکهای منطقه یکی از دلایل حاصلخیزی آنهاست.

بطور کلی برگه از نظر معدنی و پتانسیل ذخایر معدنی 1:100000 گرمی بسیار ضعیف می‌باشد. با توجه به آلتراسیونهای موجود که با روش سنجش از دور شخص شده و همچنین آنومالی‌های ژئوشیمیایی بدست آمده می‌توان به اکتشاف باریت در محور ونستانک-گیلارلو امیدوار بود. آنومالیهای دیگری نیز در مطالعات ژئوشیمیایی شناسایی شده است، که قابل تأمل می‌باشند.

GERMI ECONOMIECAL MAP

1:100,000 GERMI SHEET(NORTH WEST OF IRAN)

Enclosure Map: 2



LEGEND

- 245 • STREAM SEDIMENT SAMPLE LOCATION
- DUPLICATE SAMPLE LOCATION
- HEAVEY MINERAL SAMPLE LOCATION
- DRAINAGE
- ROAD
- 1317 ELEVATION POINT
- TOWN & VILLAGE
- Mine(Active)
- PROPOSED AREA

1:50,000 TOPO INDEX MAP

N

0 1000 2000 3000 4000 8000(m)

Enclosure Map: 2

MINISTRY OF INDUSTRIES AND MINES

ARDEBIL ORGANIZATION OF INDUSTRIES AND MINES

GERMI ECONOMIECAL MAP

DATE:	SCALE:	PROJECT MNG:	CLIENT REPRESENTATIVE:	SUPERVISOR:
Sep.2003	1:100,000	M. Ghalassi	A. Norouzi	

KAVOSHGARAN
CONSULTING ENGINEERS

SUPERVISOR ASSISTANT:
M. Hassanzi

3-1- مطالعات دورسنجی

پروژه دورسنجی ورقه 1:100000 گرمی واقع در استان اردبیل به منظور تشخیص ذخایر معدنی منطقه انجام شد. اهداف اصلی این پروژه عبارت است از:

1- تشخیص زونهای دارای پتانسیل بالای کانی‌سازی غیرفلزی و احتمالاً فلزی

2- تشخیص زونهای آلتره و ژیپس در رابطه با کانی‌سازی‌های احتمالی

3- تشخیص ساختارهای خطی و حلقوی منطقه که احتمالاً در تشکیل کانی‌سازی نقش داشته‌اند.

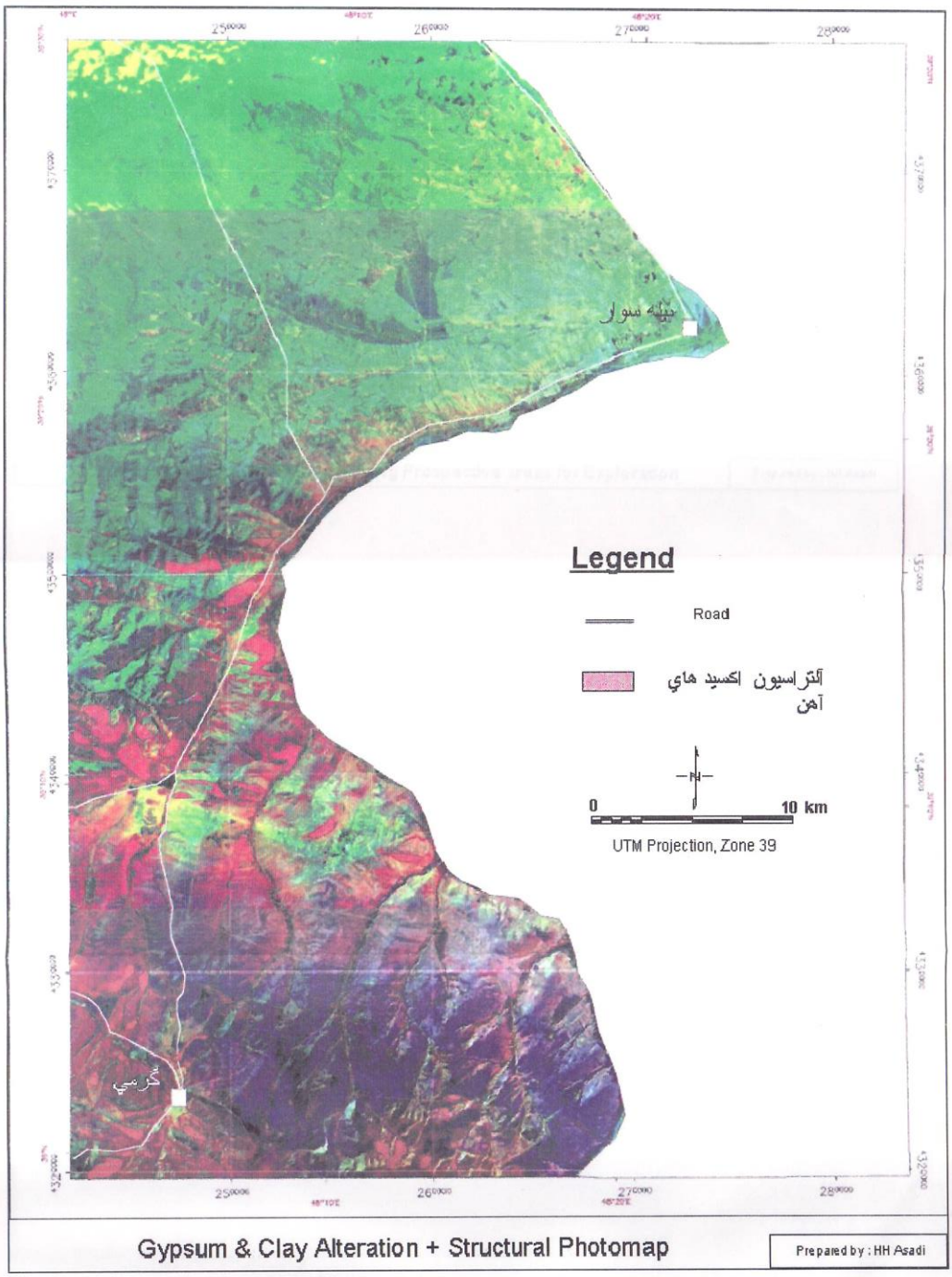
4- تشخیص عوارض و فاکتورهای کنترل‌کننده کانی‌سازی دیگر منطقه

برای تشخیص آلتراسیونهای اکسیدهای آهن، تصویر حاصل از ترکیب رنگی (RGB) باندهای PC4، PC3 و PC2 و اعمال Negation بر روی PC4، پیکسلهای حاوی اکسید آهن را بصورت قرمز- زرد ظاهر می‌شوند (شکل 4). پیکسلهای حاوی اکسید آهن و کانیهای رسی در محیط سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی GIS و با استفاده از نرم‌افزار Mapinfo بصورت لایه‌های باینری جدا و بر روی تصویر Grey Sacle مولفه اصلی 1 به همراه واحدهای مختلف سنگی و ساختارهای خطی نشان داده شده‌اند. این لایه‌های باینری در بخش تلفیق داده‌ها برای مشخص کردن زونهای دارای پتانسیل بالا منطقه مورد استفاده قرار خواهند گرفت (شکل 5).

شکل شماره 4- نقشه آلتراسیون‌های اکسید آهن و خطواره‌های ورقه 1:100000 گرمی تفسیر شده از داده‌های ماهواره‌ای TM با استفاده از تغییرات اساسی بر روی روش Crosta

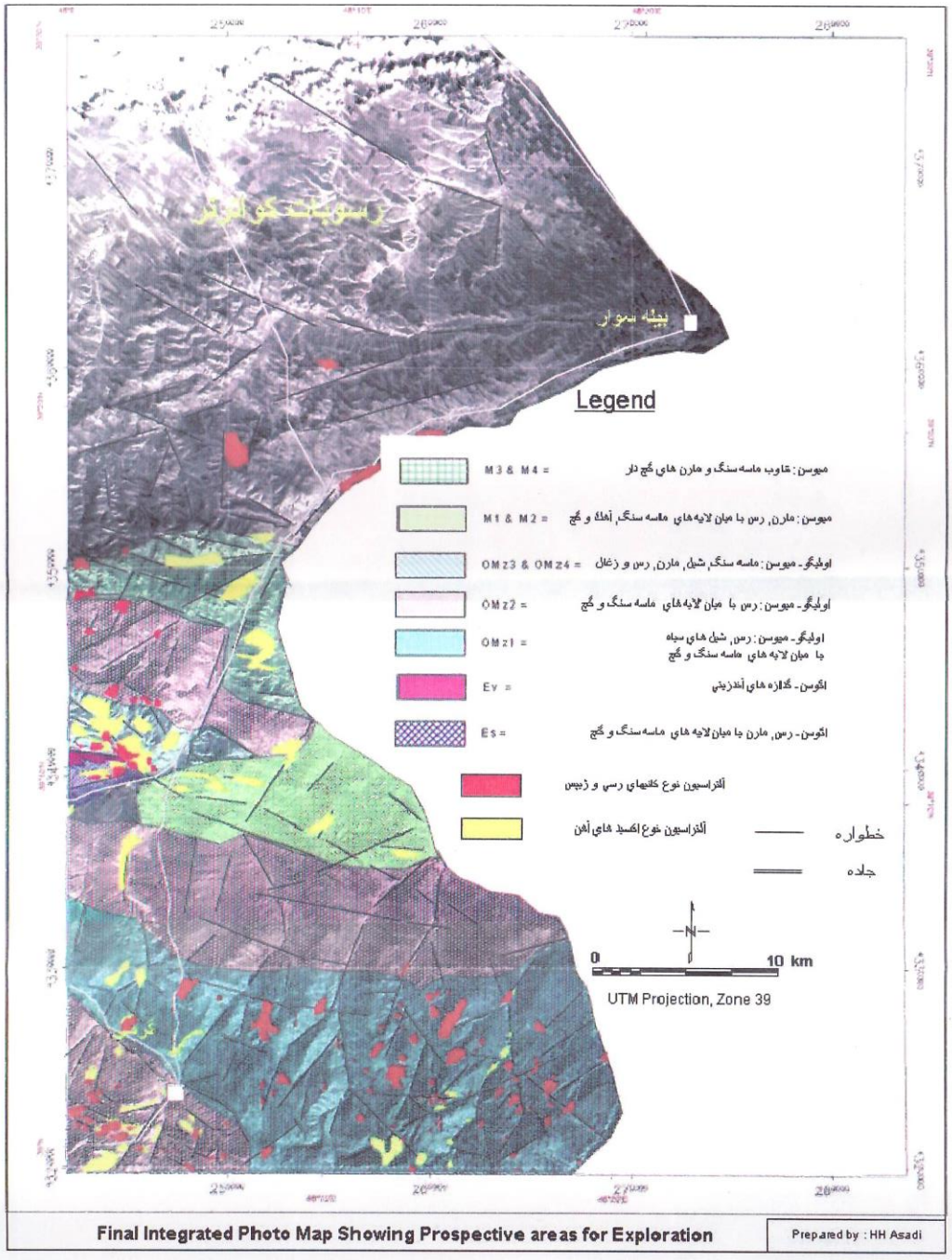
شکل شماره 5- نقشه نهائی تلفیقی ورقه 1:100000 گرمی نشان‌دهنده مناطق امیدبخش (عمدتاً غیرفلزی)برای اکتشاف بعدی

شکل شماره ۴ - نقشه آلتراسیون های اکسید آهن و خطواره های ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی تفسیر شده از داده های ماهواره ای **TM** با استفاده از تغییرات اساسی بر روی روش **Crosta**



شکل شماره 4

شکل شماره ۵ - نقشه نهائی تلفیقی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی نشان دهنده مناطق امید بخش (عمدتا غیر فلزی) برای اکتشافات بعدی



شکل شماره 5

1-1-3- تلفیق شواهد کنترل‌کننده کانی‌سازی ورقه 1:100000 گرمی

نقشه تلفیقی نهائی نشان‌دهنده، مناطق دارای پتانسیل بالا برای اکتشاف بعدی ذخایر فلزی و غیرفلزی با ذکر اولویت‌های اکتشافی یک و دو (حاصل کار مطالعه دورسنجی منطقه) می‌باشد.

همانطوری که در شکل‌های 4 و 5 نشان داده شده است، در محدوده ورقه 1:100000 گرمی چندین محدوده دارای اولویت‌های بالا برای پی‌جوئی صحرائی و اکتشافات بعدی ذخایر غیرفلزی تبخیری (گچ، بور، پتاس و نمک) و احتمالاً ذخایر فلزی در رابطه با آلتراسونهای نوع کانی‌های رسی و اکسید آهن پیشنهاد می‌گردد. این محدوده‌ها عبارتند از:

1- محدوده امیدبخش A1 با اولویت اکتشاف درجه 1 (موقعیت UTM مرکز این محدوده:274400E و 4340800N)

این محدوده در غرب ورقه 1:100000 گرمی و حدود 17 کیلومتری شمال گرمی واقع شده است. این محدوده دارای آلتراسیونهای کانی‌های دارای بنیان OH و اکسیدهای آهن در رابطه با تشکیلات رسوبی و ولکانیکهای ائوسن (سنگهای رس، مارن، گچ و گدازه‌های آندزیتی) می‌باشند. آلتراسیونهای کانی‌های دارای بنیان OH عمدتاً در رابطه با ژیپس‌های موجود در سنگهای رسوبی ائوسن بوده با توجه به سکانس رسوبی منطقه که بسیار شبیه به سکانس رسوبی معدن بور قره گل زنجان است، این محدوده می‌تواند برای اکتشاف ذخایر غیرفلزی رسوبی-تبخیری (بور، گچ و پتاس) مهم باشد. علاوه بر این حضور گدازه‌های آلتره، این منطقه می‌تواند شاهدی بر کانی‌سازی فلزی هیدروترمال این محدوده باشد.

2- محدوده امیدبخش با اولویت اکتشاف درجه 1 و درجه 2

با توجه به نقشه نهائی تلفیقی نشان‌دهنده مناطق امیدبخش می‌توان محدوده‌های دارای پتانسیل متوسط و بالای ذخایر غیرفلزی (عمدتاً تبخیری) و احتمالاً فلزی را مشخص نمود.

محدوده‌هایی که با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند (نقشه شکل 5)، می‌توانند آلتراسیونهای مربوط به کانیهای دارای بنیان OH نظیر ژیپس و کانی‌های رسی در رابطه با محلول‌های هیدروترمال باشند. این محدوده‌ها می‌توانند دارای اولویت اکتشاف در جه 1 برای ذخایر غیرفلزی تبخیری نظیر بور، پتاس و مخصوصاً گچ باشند.

در مواردی که آلتراسیونهای مربوط به کانیهای دارای بنیان OH در ارتباط با واحدهای شیل سیاه و یا کربناته، ساختارهای خطی و اکسیدهای آهن (رنگ زرد در شکلهای 4 و 5) تفکی شده از داده‌های لندست TM باشند، احتمال دارد این گونه مناطق دارای پتانسیل بالای ذخایر فلزی نظیر طلا و عناصر پایه باشند.

محدوده‌های تفکیک شده و یا آلتراسیونهای مربوط به کانیهای دارای بنیان OH (رنگ قرمز) و اکسید آهن (رنگ زرد) در مواردی که به تنهایی وجود داشته باشند به ترتیب جزء محدوده‌های امیدبخش درجه 2 و درجه 3 محسوب می‌شوند.

3-1-2- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از مطالعات دورسنجی ورقه 1:100000 گرمی

استفاده از تکنیک‌های مدرن دورسنجی و GIS زمین‌شناسی اکتشافی را قادر می‌سازد که در مدت زمان کوتاه و با هزینه‌های نسبتاً پایین محدوده‌های امیدبخش و دارای پتانسیل بالای ذخایر فلزی و در مواردی غیرفلزی را با دقت بالا مشخص نماید. در خصوص مناطق معرفی شده در ورقه 1:100000 گرمی می‌توان گفت که، اگر چه کانی‌سازی‌های شناخته شده در منطقه گزارش نشده است، ولی نواحی زیادی به عنوان مناطق دارای پتانسیل بالای ذخایر غیرفلزی در رابطه با حوضه‌های رسوبی-تبخیری (گچ، بور و پتاس) و مناطق محدودی در ارتباط با کانی‌سازی فلزی با بکارگیری فنون دورسنجی و GIS و البته با در نظر گرفتن مدلهای زمین‌شناسی و مفهومی (ژنتیکی) در منطقه معرفی گردید.
نواحی معرفی شده با اولویت‌های اکتشافی درجه 1 و 2 و 3 در ورقه 1:100000 گرمی برای اکتشافات صحرائی بعدی و نمونه‌گیری از سنگ و خاک (اکتشاف بور و پتاس) پیشنهاد می‌گردند. این نقشه‌ها می‌توانند توسط یک تیم شامل زمین‌شناسان با تجربه اکتشافی در اکتشافات بعدی صحرائی مورد استفاده بهینه قرار گیرند. موقعیت مناطق مطالعه شده در نقشه ضمیمه شماره 2 آورده شده و نتایج مطالعه نیز در بخشهای بعدی و همچنین در گزارش دورسنجی ورقه گرمی بخش کنترل مناطق ناهنجار تشریح شده است (تهیه شده توسط مهندسین مشاور کاوشگران و زرناب اکتشاف، 1382).

3-2- اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه 1:100000 گرمی

در عملیات اکتشافی ژئوشیمی با بررسی نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 چهار برگه گرمی، کلانسورا، گوگ‌تپه و بیله‌سوار حوضه‌های آبریز شناسائی و سیستم آبراهه‌ها تکمیل شد. سپس با استفاده از نقشه-های زمین‌شناسی مقیاس 1:100000 و 1:250000 منطقه و با در نظر گرفتن واحدهای سنگی متعدد، امکان کانی‌سازی در همبری‌های مهم، سیستمهای گسلی و نقشه‌های 1:250/000 ژئوفیزیک هوایی (در صورت موجود بودن) و ... طراحی 404 نمونه ژئوشیمی و 31 نمونه کانی سنگین انجام شده است. ذیلاً به تشریح مناطق امیدبخش که حاصل این مطالعات است، خواهیم پرداخت (نقشه شکل 6).

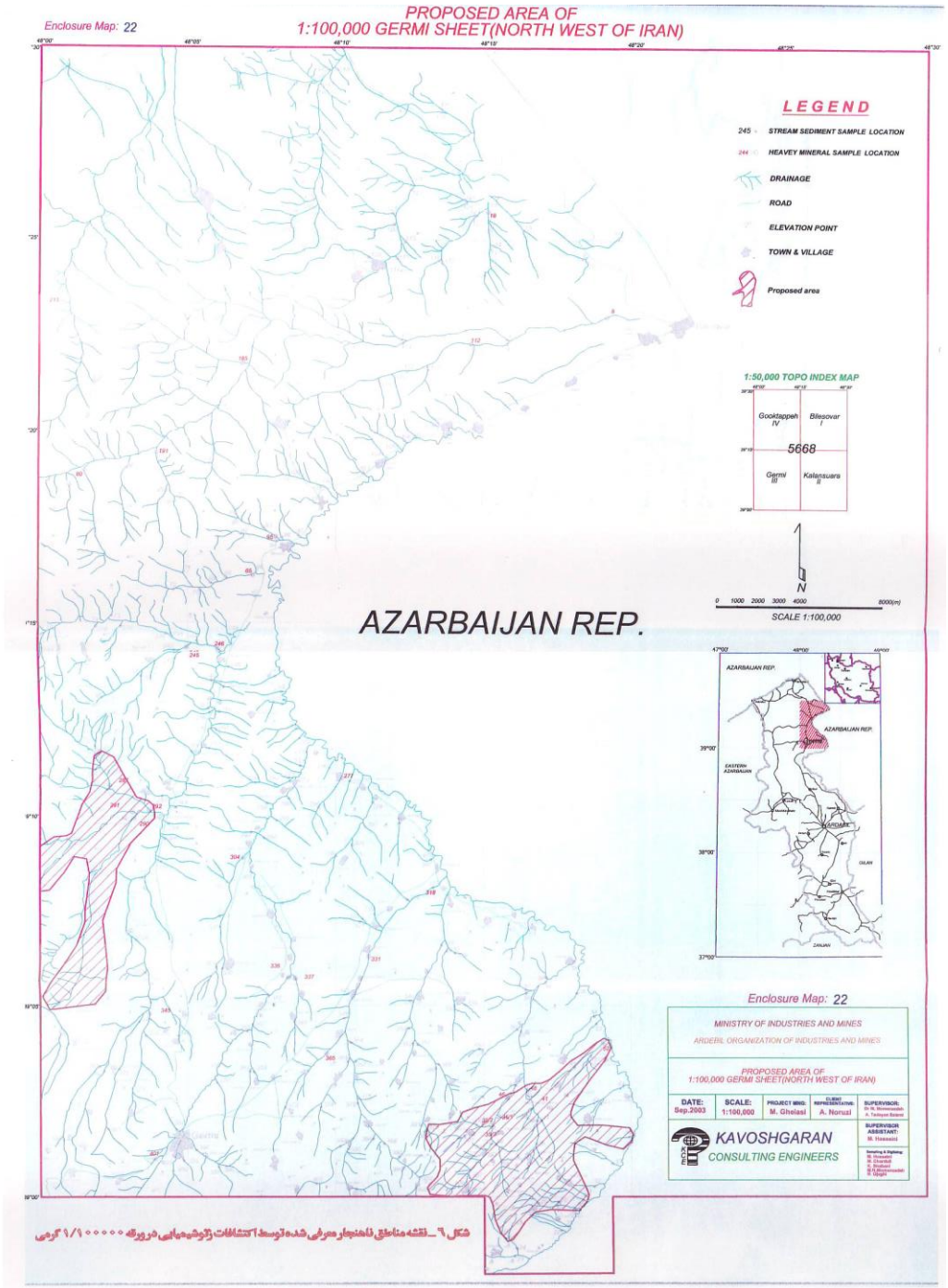
3-2-1- تلفیق کلیه داده‌های ژئوشیمیایی و معرفی مناطق امیدبخش

1- منطقه ناهنجار محور سلاله-دمیرچی پائین- تازه کند زهرا

در نمونه‌های ژئوشیمایی، عنصر جیوه ناهنجاری در جه یک و عناصر کروم، نقره، طلا و قلع ناهنجاری درجه دوم از خود نشان داده است. نمونه‌های کانی سنگین در این منطقه دارای کانیهای استیبنیت، ولفرامیت، زونیت، اسفالریت، انگلزیت، همی‌مورفیت، پیرومورفیت، گالن و سروزیت می-باشد. در این مجموعه احتمال کانی‌سازی رگه‌ای پلی‌متال همراه باریت یا باریت با کانیهای مس، سرب و روی می‌باشد (نقشه شکل 6).

2- منطقه ناهنجار محور قشلاق شور دره- ادگدلوی انگوتلار

این منطقه در بخش شمال غربی برگه 1:50000 گرمی واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی برداشت شده از این منطقه ناهنجاریهایی از عناصر مس، مولیبدن، روی و منگنز نشان داده‌اند. در نمونه‌های کانی سنگین این منطقه آثاری از گالن، سروزیت، مالاکیت، طلا و منگنز مشاهده شده است. در این منطقه احتمالاً می‌توان انتظار کانی‌سازی سرب و روی و مس (با توجه به وجود مالاکیت و همخوانی با ناهنجاری ژئوشیمی) را به صورت رگه‌ای یا پلی‌متال داشت (نقشه شکل 6).



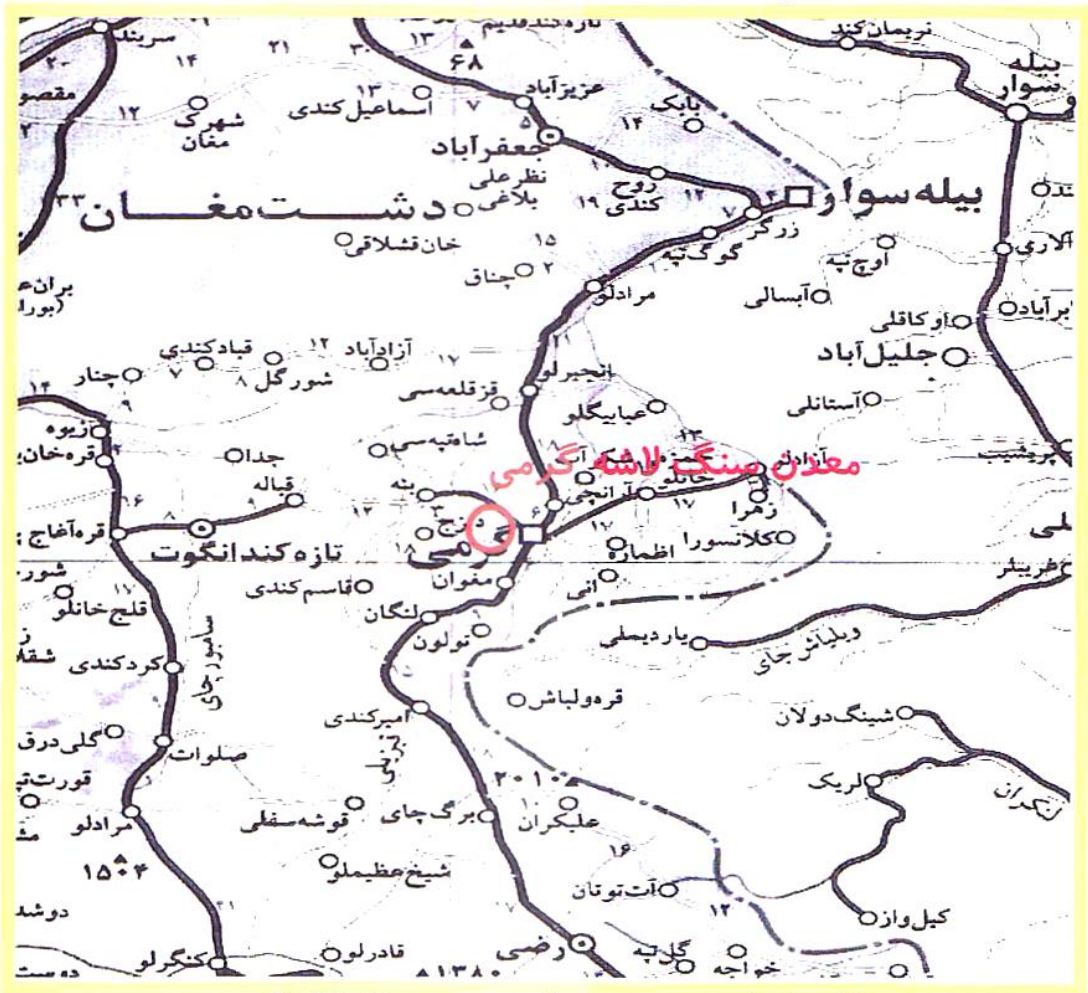
شکل شماره 6- نقشه مناطق ناهنجار معرفی شده توسط اکتشافات ژئوشیمی در ورقه 1/100000 گرمی

3-3- معادن و اندیس‌های معدنی

از نظر ذخایر فلزی و غیرفلزی ذخایر قابل توجهی در ورقه 1:100000 گرمی تاکنون شناسائی نشده است. در این برگه ذخایری که مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند، محدود به چند معدن سنگ لاشه می-باشد.

3-3-1- معدن سنگ لاشه گرمی

معدن سنگ لاشه گرمی در محلی به مختصات طول "30، ´5،48º شرقی و عرض "33، ´2،39º شمالی قرار گرفته است (نقشه ضمیمه 2). محدوده معدن سنگ لاشه گرمی در مجاورت شهر گرمی و در شمال غرب آن قرار گرفته است، راه دسترسی آن از داخل شهر میسر است (نقشه راههای دسترسی و شکل 7).

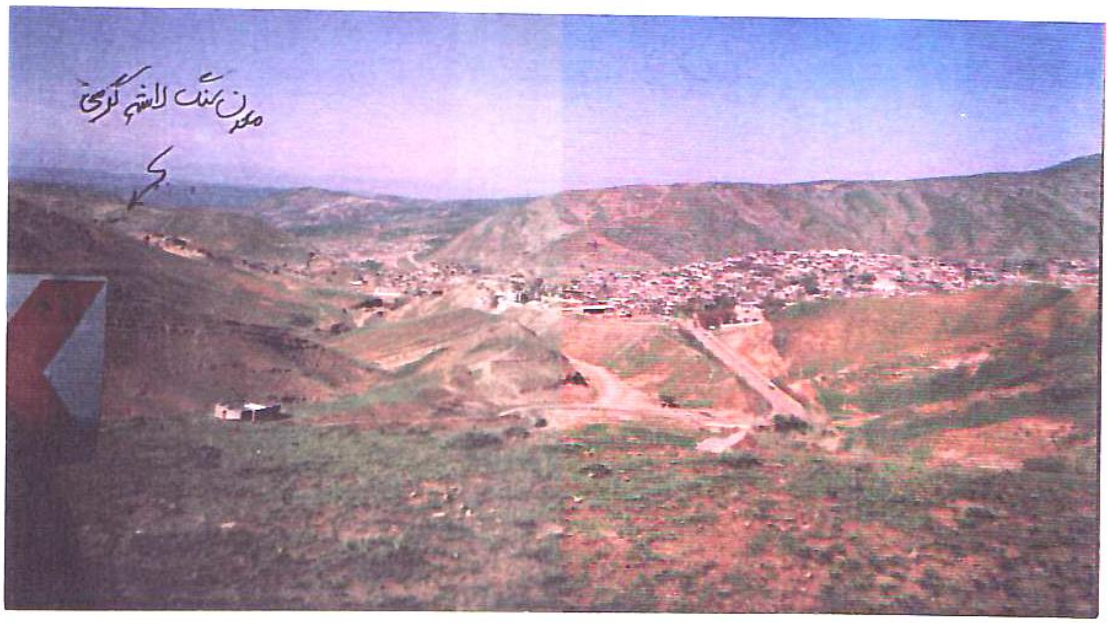


نقشه راههای دسترسی و موقعیت معدن سنگ لاشه گرمی

نقشه راههای دسترسی و موقعیت معدن سنگ لاشه گرمی

این واحد یک لایه ماسه سنگ است که دارای رنگ سبز روشن تا تیره می‌باشد. خردشدگی در میان واحد دیده می‌شود ولی چون مقاومت خوبی دارد جهت استفاده در پی ساختمان و پل قابل بهره‌برداری

می‌باشد. رخنمون این واحد که به صورت یک تاقدیس در اطراف شهر گرمی دیده می‌شود به چندین ده کیلومتر مربع می‌رسد. با توجه به نزدیکی به شهر، نیروی کار و انرژی و همچنین ذخیره بالا، قابلیت معدنکاری جهت سنگ پی در ساختمان‌سازی، پل‌سازی و غیره را دارد.



شکل۷ : معدن سنگ لاشه در مجاورت شهر گرمی، دید به سوی شمال.

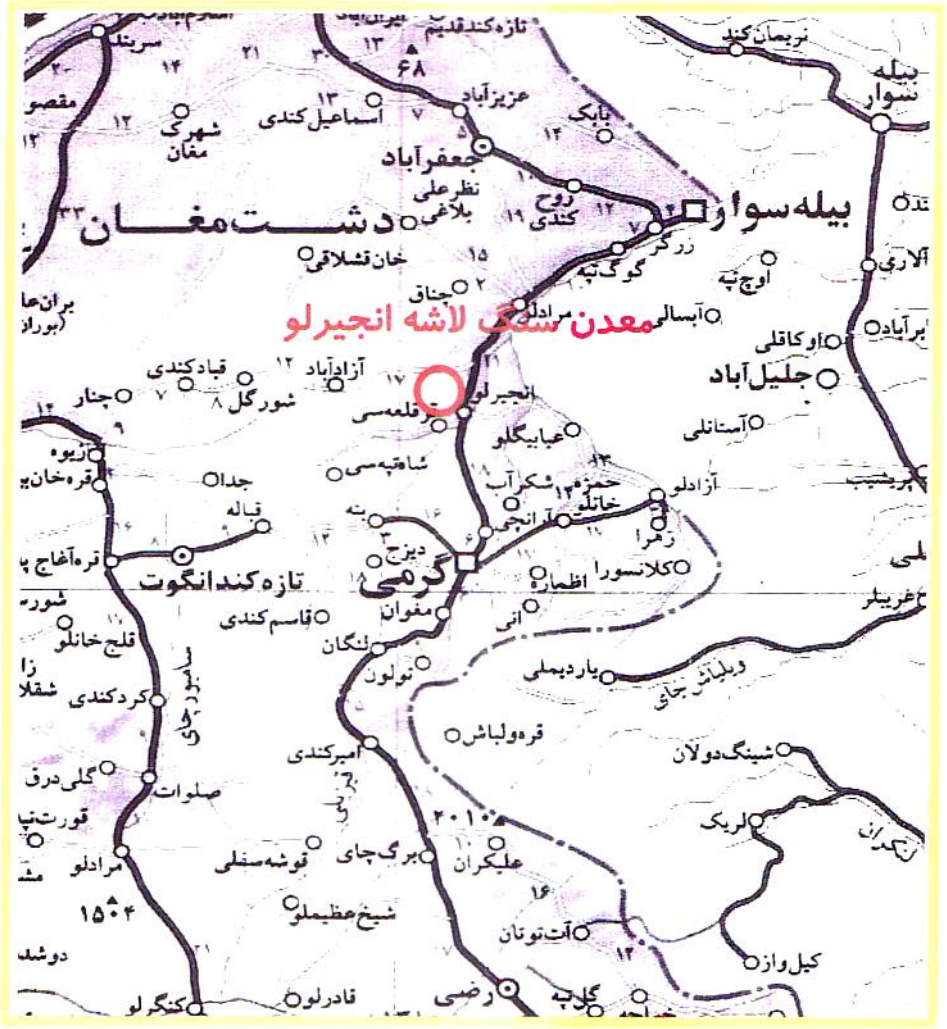
شکل 7: معدن سنگ لاشه در مجاورت شهر گرمی، دید به سوی شمال

شکل۸ : رخنمون واحد سنگی مورد بهره برداری سنگ لاشه گرمی، جاده گرمی – رضی ، دید به سوی جنوب غرب.

شکل 8: رخنمون واحد سنگی مورد بهره‌برداری سنگ لاشه گرمی، جاده گرمی- رضی، دید به سوی جنوب غرب

2-3-3- معدن سنگ لاشه انجیرلو

معدن سنگ لاشه انجیرلو در محلی به مختصات طول "00، ´3،48º شرقی و عرض "00، ´11،39º شمالی قرار دارد (نقشه ضمیمه 2). این معدن در فاصله حدود پانزده کیلومتری جاده آسفالته گرمی به طرف بیله‌سوار و در حدود دو کیلومتری غرب این جاده واقع شده است. ماده معدنی یک ماسه سنگ توفی است. ذخیره قطعی این معدن در حدود 750000 تن تخمین زده شده است.

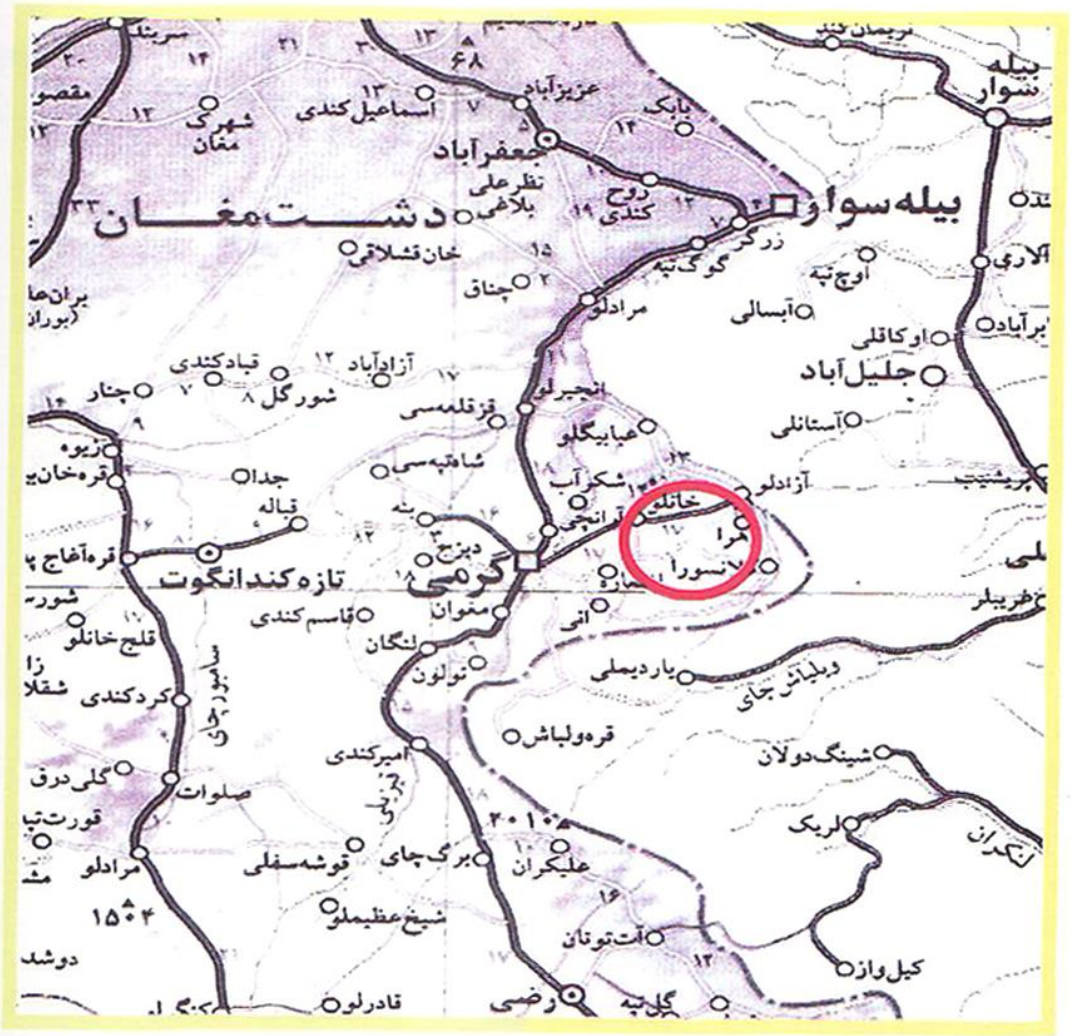


نقشه راههای دسترسی و موقعیت معدن سنگ لاشه انجیرلو

نقشه راههای دسترسی و موقعیت معدن سنگ لاشه انجیرلو

3-3-3- کانی‌سازی باریت در محور سلاله- دمیرچی پائین- تازه کند زهرا

نتایج مطالعات ژئوشیمیایی که براساس نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ها همراه با نمونه‌های کانی سنگین بدست آمده است، نشان از کانی‌سازی باریت به صورت رگه‌ای و احتمالاً پلی‌متال همراه با باریت در محور سلاله-دمیرچی پائین-تازه کند زهرا دارد (نقشه راههای دسترسی و نقشه ضمیمه 2). این محدوده در محدوده زون بشدت خردشده گسلهای هاچاکندی و شماره پایین قرار گرفته است. تمامی نمونه‌های کانی سنگین برداشته شده در این محدوده مقادیر بالایی از باریت را از خود نشان داده‌اند. این محدوده از نظر اکتشاف باریت دارای اهمیت می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد، که این محدوده به منظور اکتشاف تفصیلی مورد توجه قرار می‌گیرد.



نقشه راههای دسترسی و موقعیت محدوده کانی سازی باریت در محور سلاله _ دمیر چی پائین _ تازه کند زهرا

نقشه راههای دسترسی و موقعیت محدوده کانی‌سازی درمحور سلاله- دمیرچی پائین- تازه کند زهرا

فصل چهارم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در نقشه 1:100000 گرمی با استفاده از مطالعه دورسنجی آلتراسیونهایی از نوع آرژیلیک همراه با اکسید آهن در محدوده شرقی برگه شناسایی شده است. با توجه به این مطالعات می‌توان برای اکتشاف ذخایر غیرفلزی (عمدتاً تبخیری) و احتمالاً فلزی برنامه‌ریزی نمود. در اکتشاف ژئوشیمیایی نیز دو محدوده دارای آنومالی، یکی در محور سلاله-دمیرچی پائین- تازه کند زهرا با کانی‌سازی احتمالی رگه‌ای پلی‌متال همراه باریت یا باریت با کانیهای مس، سرب و روی و دیگری در محور قشلاق شور دره- ادگدلوی انگوتلار با کانی‌سازی احتمالی سرب و روی و مس به صورت رگه‌ای یا پلی‌متال، شناسائی شده داشت.

با توجه به موارد مذکور می‌توان به منظور اکتشاف نیمه تفصیلی و تفصیلی آنومالی‌های شناسایی شده برنامه‌ریزی نمود. پیشنهاد می‌گردد که این اکتشافات در مرحله اول، در قالب اکتشافات ژئوشیمیایی مقیاس 1:25000 و نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای انجام گردد. وسعت محدوده محور سلاله- دمیرچی پائین- تازه کند زهرا در حدود 100 کیلومتر مربع و محدوده محور قشلاق شور دره- ادگدلوی انگوتلار در حدود 50 کیلومتر مربع تخمین زده می‌شود. با توجه به پوشش طبیعی و واحدهای زمین- شناسی موجود در محدوده‌ها، تراکم نمونه‌برداری حدود 7 نمونه در کیلومتر مربع مناسب است. این عملیات بایستی همراه با نمونه‌برداری از زونهای دگرسان و کانی‌سازی و اکتشافات چکشی باشد.

- منابع

1- مهندسین مشاور کاوشگران با همکاری مهندسین مشاور زرناب اکتشاف، اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در محدوده چهارگوش 1:100000 گرمی، 1382، سازمان صنایع و معادن استان اردبیل.

2- مهندسین مشاور کاوشگران با همکاری مهندسین مشاور زرناب اکتشاف، بررسی‌های دورسنجی به منظور شناسایی نواحی پتانسیل‌دار ذخایر معدنی در چهارگوش 1:100000 گرمی، 1382، سازمان صنایع و معادن استان اردبیل.

3- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین‌شناسی چهارگوش 1:100000 گرمی، 1375.