

~
۲۹۷۲

۲۷
۴۰۰
الف
- ۹
۱۳۷۹

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن استان زنجان

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

اکتشاف بر در مناطق پیر قشلاق و اورجک

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
شماره ثبت: ۱۳/۵/۱۳
۱۱۵۶۷

شرکت مهندسين مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب

۱۳۷۹

فهرست مطالب

۱..... فهرست مطالب

۳..... بخش اول

۳..... فصل اول : کلیات

۳..... ۱-۱- مقدمه

۳..... ۲-۱- روش کار

۴..... ۳-۱- جغرافیا

۴..... ۱-۳-۱- جغرافیای طبیعی

۵..... ۲-۳-۱- جغرافیای سیاسی، اقتصادی و انسانی

۷..... فصل دوم : زمین شناسی عمومی

۷..... ۱-۲- مقدمه

۷..... ۲-۲- زمین ریخت شناسی

۸..... ۳-۲- چینه شناسی

۸..... ۱-۳-۲- سازند کهر (Kahar Formation)

۸..... ۲-۳-۲- سازند قرمز بالایی (Upper Red Formation)

۹..... ۳-۳-۲- نهشته‌های پلیوسن - پلیستوسن

۹..... ۴-۳-۲- نهشته‌های کواترنر

۹..... ۴-۲- ماگماتیسم

۹..... ۵-۲- ساختار زمین شناسی و تکتونیک

۱۱..... ۶-۲- تاریخ تکوین ساختمانی

۱۴..... فصل سوم : مدل سازی

۱۴..... ۱-۳- الگوی انتخابی

۱۴..... ۲-۳- مسائل تکتونیکی و دیپایریزم

۱۵..... بخش دوم

۱۵..... فصل اول : کلیات

۱۵..... ۱-۱- مقدمه

۱۵..... ۲-۱- موقعیت جغرافیایی

۱۵..... ۱-۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه اکتشافی بیرقشلاق

۱۶..... ۲-۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه اکتشافی اورجک

۱۷..... ۳-۱- روش کار

فصل دوم: زمین‌شناسی مناطق مورد بررسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ (مناطق اکتشافی پیرقشلاق و اورجک). ۱۹.

۱-۲-۱- زمین‌شناسی منطقه اکتشافی پیرقشلاق ۱۹.

۱-۱-۲- مورفولوژی ۱۹.

۲-۱-۲- چینه‌شناسی ۲۰.

۱-۲-۱-۲- پرکامبرین (سازند کهر، واحدهای سنگی CK, Crs, Cd) ۲۱.

۱-۲-۲-۱- اولیگومیوسن (اولیگوسن بالا- میوسن زیرین سازند قم، واحد Omt) ۲۲.

۱-۲-۳-۱-۲- میوسن میانی - بالایی (سازند قرمز بالایی) ۲۴.

۱-۲-۴-۱-۲- کواترنری ۲۶.

۲-۲- زمین‌شناسی منطقه اکتشافی اورجک (خاور ارزه خوران) ۲۷.

۱-۲-۲- مورفولوژی ۲۸.

۲-۲-۲- چینه‌شناسی ۲۸.

۱-۲-۲-۲- میوسن میانی - بالایی (سازند قرمز بالایی) ۲۹.

۱-۲-۲-۲- میوسن میانی (واحدهای سنگی M_1, M_2, M_3, M_4) ۲۹.

۲-۲-۱-۲-۲- میوسن بالایی (واحدهای سنگی UM, UMtc, UMI, UM2) ۳۱.

۲-۲-۲-۲- کواترنری ۳۴.

۳-۲- تکتونیک ۳۵.

۱-۳-۲- بررسی اوضاع ساختاری، ساختمانی و تکتونیک مناطق اکتشافی ۳۵.

۲-۳-۲- بررسی رویدادهای مهم تکتونیک در تکوین بلندیها و فرورفتگی‌ها و تشکیل حوضه‌های رسوبی در مناطق اکتشافی بُر دار. ۳۷.

فصل سوم: ترانسه‌ها و نمونه برداری ۴۰.

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها و نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۴۲.

پیوست ۱ - نیمرخ ترانسه‌های حفر شده ۴۶.

پیوست ۲ - عکس‌های ترانسه‌های حفر شده ۴۷.

پیوست ۳ - نتیجه آنالیز نمونه‌ها ۴۸.

بخش اول

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

در اجرای قرارداد شماره ۲/۴۷۴۵ به تاریخ ۷۹/۶/۳۰ بین اداره کل معادن و فلزات استان زنجان و مهندسين مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، اکیپ‌های زمین شناسی این مشاور در اوایل مهرماه ۱۳۷۹ عازم منطقه گردیدند. هدف این مطالعات اکتشاف ذخایر بر (B) در مناطق پیر قشلاق و اورجک از شهرستان ماهنشان می‌باشد. با استفاده از مدل سازی کانی سازی معدن بر قره گل و با تکیه بر شناخت نهشته‌های سازند قرمز بالایی و نهشته‌های پلیو-کواترنر و جایگاه تمرکز ماده معدنی، تعداد ۳۰ ترانسه با طول ۱۱۵۵ متر انتخاب و پس از اولویت بندی تعداد ۲۵ ترانسه به طول ۷۱۶ متر و حجم ۵۹۵ متر مکعب حفاری و نمونه برداری گردید. تعداد نمونه‌ها ۱۸۳ عدد است که به منظور آزمایشات اسپکترومتری عنصر بر، تیتراسیون B203، کانی شناسی به روش XRD و تهیه تیغه نازک برای مطالعه سنگ شناسی و فسیل شناسی، به آزمایشگاه سازمان زمین شناسی تحویل گردیدند.

۱-۲- روش کار

از آنجاییکه اکتشاف ترکیبات معدنی بر (B) موضوعی جدید در امر اکتشاف مواد معدنی در ایران محسوب می‌شود، عوامل متعددی مورد توجه قرار گرفتند و نکات زیر بعنوان پارامترهای اصلی تعقیب گردیدند.

الف - جمع آوری هرگونه اطلاعات از منابع داخلی و منابع خارجی قابل دسترس، در ارتباط با شناخت ماده معدنی بر و کلیه مسایل زمین شناسی و معدنی و کلیدهای اکتشافی مستقیم و غیر مستقیم آن و طبقه بندی آنها بر حسب اهمیت و توان استفاده.

ب - مطالعه کافی در مورد شناخت ماده معدنی بر از دیدگاه‌های مختلف علمی، زمین شناسی و معدنی، اعم از ویژگی‌های عنصری و کانی شناسی، شرایط ژئوشیمیایی محیط یا محیط‌های تشکیل، شناخت انواع تیپ‌های کانسارهای بر، مطالعات ژنتیکی و تغییر و تحول کانیهای ماده معدنی بر در شرایط گوناگون محیط حاکم بر محل

تشکیل آنها، مسایل چینه شناسی، سنگ شناسی و رسوب شناسی محیطهای تشکیل چنین نهشته‌هایی و نیز روشهای مختلف آزمایشگاهی برای حصول به نتایج بهتر.

پ - تطبیق اطلاعات حاصل از بند الف (جمع آوری اطلاعات) و مطالعات بند (ب)، با مشاهدات صحرایی بویژه در نقاطی که کانسارهای اقتصادی آن بوجود آمده‌اند و یا توان بالقوه تشکیل این نوع نهشته را داشته‌اند.

ت - جمع بندی و نتیجه گیری از این سه مرحله و ارائه الگوی صحیح و منطقی براساس داده‌ها و کلیدهای اکتشافی بدست آمده.

با استفاده از کلیدهای اکتشافی بدست آمده و تطبیق آنها با مشاهدات صحرایی، مناطق پیرقشلاق و اورجک جهت تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ و حفر تعدادی ترانشه به منظور رونمایی و نمونه برداری از مناطق عمقی تر نقاطی که در مراحل پیشین، مقادیر قابل توجهی از وجود بر را نشان داده بودند، مورد اکتشاف دقیقتر قرار گرفتند.

❖ در این راستا، حفر ترانشه بر روی مارنهای قرمز با لمس چرب و نزدیک به افقهای ژئوسی ضخیم واحد M3 در دستور کار قرار گرفت و نمونه برداری نیز با توجه به تغییرات رخساره‌ای سنگ شناسی و در درجه دوم رنگ سنگها، در فواصل تقریباً منظم از ترانشه‌ها صورت گرفت.

۱-۳- جغرافیا

۱-۳-۱- جغرافیای طبیعی

مناطق مطالعاتی اورجک و پیرقشلاق بخشی از شهرستان ماه نشان استان زنجان در چهارگوش تکاب محسوب و بین طولهای ۲۵'۴۰ تا ۴۵'۴۷ و عرضهای ۴۵'۳۶ تا ۳۷'۳۷ شمالی محدود می‌شود. ریخت شناسی عمومی این مناطق کوهستانی تا تپه ماهوری است و بلندترین ارتفاع آن در منطقه پیرقشلاق حدود ۲۳۱۹ متر و در منطقه اورجک حدود ۱۸۲۰ متر از سطح دریا افراز دارد.

پوشش گیاهی مناطق کوهستانی بسیار ضعیف است ولی در زمین‌های هموار یا با توپوگرافی ملایم شامل زراعت دیم گندم و جو و گیاهان مرتعی و در مسیر رودخانه‌های آبدار و اصلی محدوده شامل کشت برنج و گندم و درختانی نظیر سپیدار، نارون و سیب می‌باشد. مراتع این محدوده در رده مراتع متوسط قرار داشته و به این دلیل دامداری با روش سنتی در این منطقه رواج دارد.

از نظر آب و هوایی به دلیل به شرایط خاص ریخت شناسی، شهرستان ماه نشان جزو مناطق معتدل کوهستانی محسوب می‌شود و ویژگی آن، گرمای شدید دره‌ها در تابستان و اعتدال آنها در زمستان و برعکس سرمای شدید ارتفاعات در زمستان و اعتدال آنها در تابستان است.

مهمترین رودخانه‌هایی که در این مناطق جریان دارد رودخانه قزل اوزن است که از کوههای ساران و چهل چشمه سرچشمه گرفته و با عبور از اراضی زنجان، وارد گیلان شده و در نهایت به دریاچه خزر می‌ریزد و دیگری رودخانه قلعه چای است که از ارتفاعات علم کندی سرچشمه گرفته و در حوالی آبادی ینگجه به قزل اوزن می‌پیوندد.

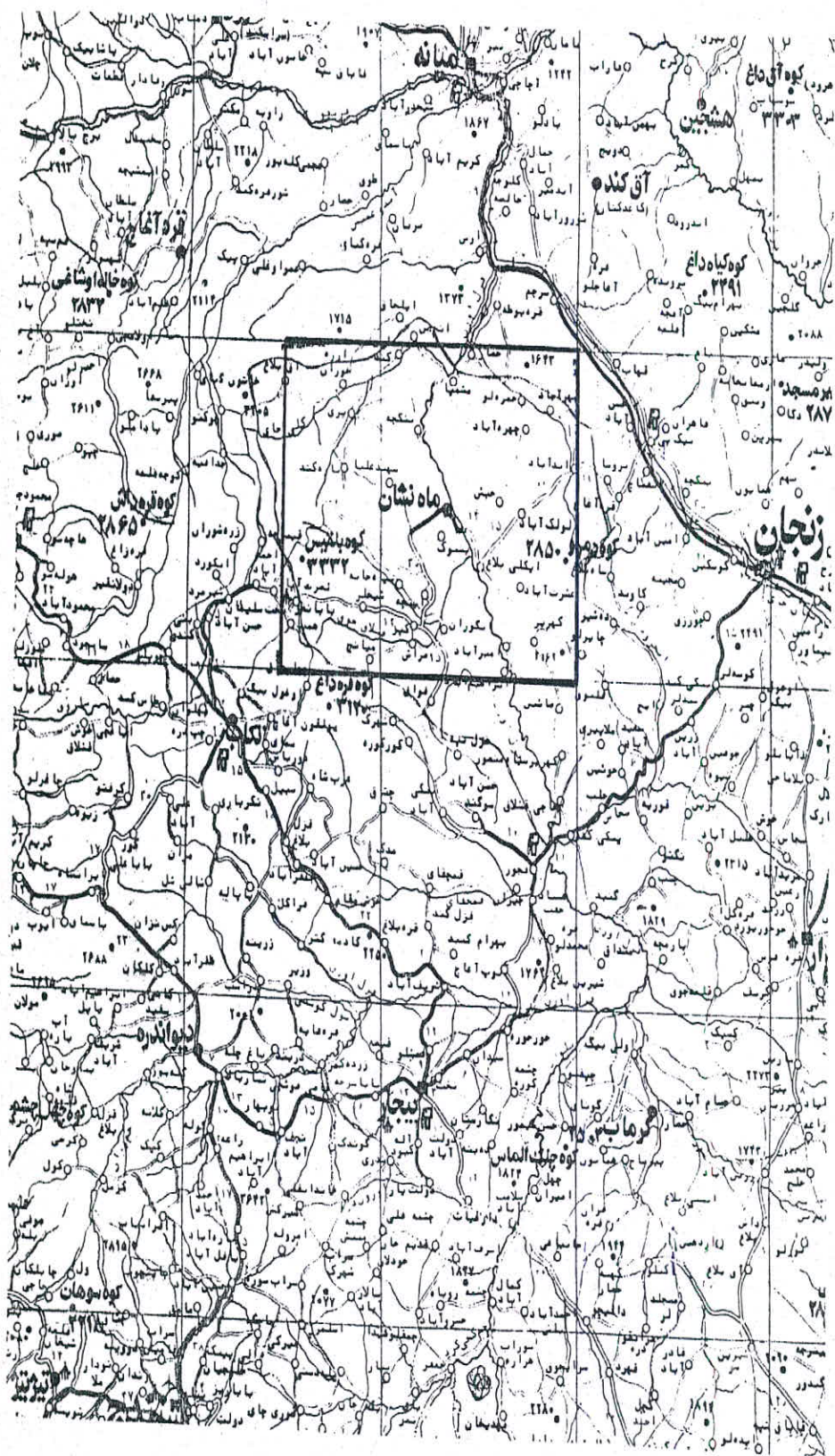
۱-۳-۲- جغرافیای سیاسی، اقتصادی و انسانی

زبان رایج مردم این منطقه ترکی آذری و مذهب آنان شیعه است. مناطق پیرقشلاق و اورجک در شهرستان ماهنشان، با مرکزیت ماهنشان واقع است و ۶۹ پارچه آبادی در مساحت ۱۴۷۱ کیلومتر مربع و حدود ۳۰۰۰۰ نفر جمعیت، ویژگی جغرافیای سیاسی - انسانی آن را تشکیل می‌دهد.

از نظر کشاورزی، علیرغم وجود رودخانه‌های قزل اوزن و قلعه چای در این محدوده، بدلیل تسلط شرایط کوهستانی، وسعت کشتزارها محدود است و اگرچه ماشین آلات کشاورزی تا حدودی به روستاها راه پیدا کرده ولی هنوز فرهنگ کشاورزی و دامداری سنتی برجسته‌ترین چهره است.

نزدیکترین واحد صنعتی به این محدوده، کارخانه تغلیظ سرب و روی دندی، کارخانه تولید گچ ماشینی ۲۵۰ تنی شرکت گچ ایده‌ال زنجان، معدن بر قره گل و معدن سولفات منیزیم میانج و برخی کارگاه‌های تولیدی کوچک است.

جاده آسفالتی این محدوده شامل جاده زنجان - دندی بطول ۸۵ کیلومتر است. جاده آسفالتی ماهنشان از حدود کیلومتر ۶۰ جاده زنجان - دندی جدا می‌شود و دسترسی به منطقه پیرقشلاق را میسر می‌سازد. برای دسترسی به منطقه اورجک از جاده زنجان - میانه در فاصله ۷۰ کیلومتری زنجان جاده‌ای به سمت مشمپا جدا می‌شود که آسفالتی بوده و از مشمپا به سمت باختر شوسه است. شکل شماره (۱) موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به مناطق مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل شماره (۱): موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مطالعاتی بر ماهنشان زنجان

فصل دوم: زمین شناسی عمومی

۱-۲- مقدمه

از دیدگاه واحدهای ساختمانی - رسوبی، محدوده مورد مطالعه در زون زمین ساختی ایران مرکزی (بربریان ۱۳۶۴) و در ادامه چینه شناسی رشته کوه‌های باختر زنجان قرار دارد. از کارهای اکتشافی انجام شده در این محدوده می‌توان به اکتشاف مقدماتی مواد صنعتی در منطقه ماه نشان توسط گروه اکتشافی اداره کل معادن و فلزات استان زنجان (۱۳۶۳) و بررسی و مطالعه منابع معدنی چهارگوش تکاب توسط مهندسین مشاور خاک خوب (۱۳۷۳) اشاره نمود. در ضمن معدن سرب و روی انگوران نیز بدلیل اهمیت کمی و کیفی آن، عملیات مختلف اکتشافی اعم از تهیه نقشه‌های زمین شناسی در مقیاس‌های مختلف و تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی را پشت سر گذارده است و در زمینه استخراج نیز به حفر گمانه، تونل و *Open pit* پرداخته‌اند.

۲-۲- زمین ریخت شناسی

محدوده مورد مطالعه که در بخشهای شمال خاوری چهارگوش زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تکاب قرار دارد، شامل قسمتی از حوضه آبریز رودخانه‌های قزل اوزن و قلعه چای می‌باشد. امتداد غالب ساختمانهای زمین شناسی در این بخش *NW-SE* و *E-W* است. مهمترین عامل شکل دهنده این حوضه آبریز در محدوده مورد مطالعه، عامل ساختمانی است که به شکل سیستم گسل‌های بازگون (*Reverse*) خود را نشان می‌دهد. این گسلها حوضه باریک و گسترده‌ای را ایجاد کرده‌اند که در آن نهشته‌های پلیوسن ته نشین شده و در حال حاضر، عمده رخنمون آنها در امتداد مسیر رودخانه قزل اوزن و حوضه آبریز آن و نیز در حوضه آبریز رودخانه قلعه چای قرار می‌گیرند. بدین ترتیب دشت‌های باریک قزل اوزن و قلعه چای را می‌توان بصورت یک فروزمین (*Graben*) در وسط دو سیستم گسل واژگون در نظر گرفت. رسوبات سازند قرمز بالایی در این ناحیه چین خوردگی ملایمی دارند و در برخی نقاط محور تاقدیس‌های موجود با مسیر رودخانه مطابقت دارد. در ساحل خاوری رودخانه قزل اوزن، عدسی‌های کنگلومرای موجود در سازند قرمز بالایی بدلیل قرار گرفتن در بین لایه‌های ماری و ژئپسی سست، تحت تاثیر فرسایش باد، اشکال ستون مانند مرتفعی از جمله پدیده دودکش جن را ایجاد کرده‌اند.

۲-۳- چینه شناسی

در مناطق مورد مطالعه، علاوه بر سنگهای دگرگونی پرکامبرین، نهشته‌های رسوبی - قاره‌ای که مختص الیگوسن، میوسن میانی - بالایی و پلیوسن است رخنمون گسترده‌ای می‌یابند.

از این میان نهشته‌های مربوط به سازند قم (الیگوسن - میوسن)، سازند قرمز بالایی (میوسن میانی - پسین) و نهشته‌های تخریبی - رودخانه‌ای پلیوسن تا عهد حاضر (QPI) بیشترین رخنمون‌های سنگی را به خود اختصاص می‌دهند.

۲-۳-۱- سازند کهر (Kahar Formation)

قدیمی‌ترین سازند دگرگون نشده و یا در مرحله دگرگونی ضعیف که از شیل میکادار، اسلیت، شیل‌های اسلیتی سبزرنگ تا خاکستری و در برخی نقاط شیل‌های توفی تشکیل شده، بدلیل موقعیت چینه‌شناسی و ترکیب سنگ شناسی هم ارز سازند کهر در منطقه زنجان و کوه‌های البرز مرکزی است. این سنگها در خاور رودخانه قزل اوزن بلوک برخاسته‌ای را در حد فاصل دو گسل مایل (Oblique) و واژگون تشکیل می‌دهند. ضخامت سازند مذکور در این ناحیه حدود ۱۲۰۰ متر برآورد می‌شود.

۲-۳-۲- سازند قرمز بالایی (Upper Red Formation)

این سازند با گستره زمانی میوسن میانی تا پسین و با رخساره مارن و مارن ماسه‌ای قرمز، سبز و خاکستری همراه با افق‌های سیلتی و گاهی ژئپس دار بویژه در بخش‌های پایانی مشخص است و ۲۲۰۰-۷۰۰ متر ضخامت دارد. گذار از رسوبات دریایی میوسن به رسوبات قاره‌ای و تبخیری معمولاً تدریجی است و می‌توان آن را به جنبش‌های آرام و مثبت (بالا آمدگی Uplift) حوضه رسوبی نسبت داد. حضور سنگ‌های آتشفشانی از جمله توف داسیتی و ریولیتی، گواهی بر فعالیت آتشفشانی ادواری در حوضه‌های دریایی است. لایه‌های ژئپسی و تناوب مارن‌های رنگین ماسه‌ای از ویژگی‌های این سازند است. بخش پایینی این سازند بیشتر رخساره مارنی دارد و در سرتاسر آن، لایه‌های ژئپسی و بطور محلی نمک طعام و املاح دیگر دیده می‌شود و بخش‌های بالایی آن بطور عمده از طبقات ماسه‌ای دانه درشت، مارن قرمز رنگ و کنگلومرا تشکیل می‌شود. در مطالعات پیشین تمرکز و جایگاه احتمالی ذخایر بر در بخش‌های مارنی ژئپس دار قسمت‌های بالایی سازند قرمز بالایی تعیین و مشخص گردیده و نمونه برداری‌های گذشته، صحت آن را تایید مینماید.

۲-۳-۳- نهشته‌های پلیوسن - پلیستوسن

این نهشته‌ها شامل لایه‌ها و رسوبات رسی با رنگ صورتی تا قرمز روشن، آهک ماسه‌ای مربوط به آبهای شیرین و کنگلومرای ضخیم لایه و چور نشده (*unsorted*) با شیب بسیار کم تا نزدیک به افقی، رنگ عمومی زرد روشن تا قرمز و ضخامت ۱۲۰-۳۰۰ متر است که بطور ناپیوسته بر روی سازند قرمز بالایی، سازند قم و یا سنگهای قدیمی تر نهشته شده‌اند.

عنصر اصلی این واحد، لایه‌های سنگ رس (رس سنگ - *Claystone*) همراه با لایه‌های ماسه ریز دانه است که در برخی نقاط نودولهای ژپس و یا چند لایه ژپسی نازک به ضخامت ۴۰-۲۰ سانتیمتر در قسمت‌های تحتانی آنها دیده می‌شود. سنگ آهک آب شیرین *Chalky limestone* نسبتاً متخلخل به ضخامت ۱-۲ متر، بخش بالایی و مقاوم در مقابل فرسایش این واحد را تشکیل می‌دهد.

۲-۳-۴- نهشته‌های کواترنر

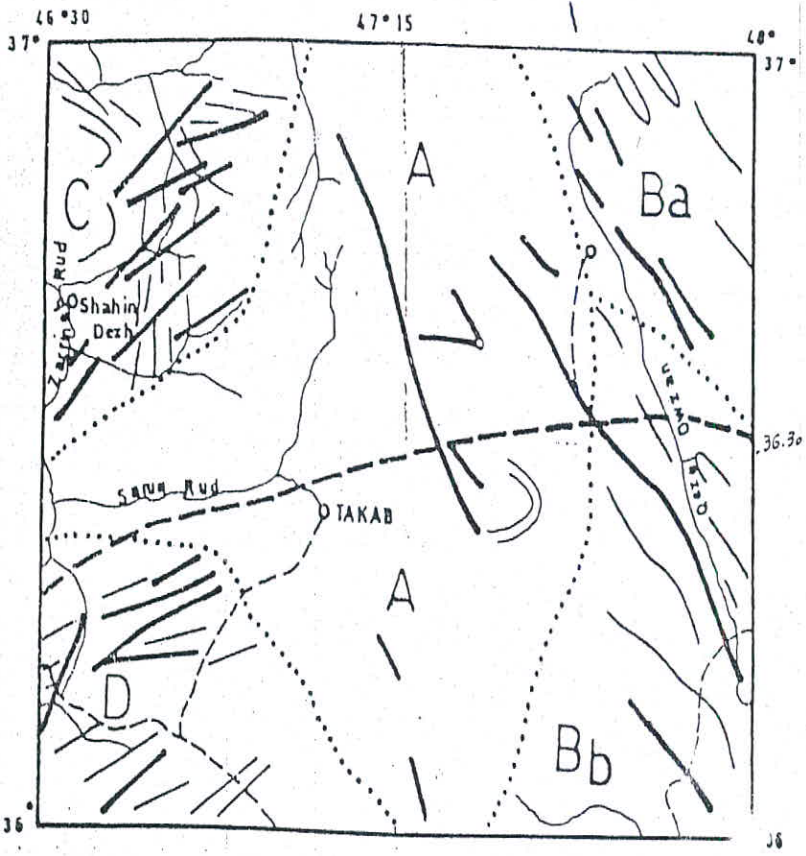
این نهشته‌ها شامل چینه‌های افقی متشکل از قلوه سنگ، ماسه و رس نامتراکم، نهشته‌های آبرفتی و تراس‌های رودخانه‌ای است. بخش آبرفتی این نهشته‌ها اغلب، زمین‌های مزروعی را تشکیل می‌دهند.

۲-۴- ماگماتیسم

در محدوده مورد بررسی، این فعالیتها بیشتر بصورت آتشفشان در محیط رسوبی دیده می‌شود. در جنوب مشرق سه ماهنشان و در مسیر ماهنشان - ینگجه، فعالیت آتشفشانی بصورت توف آندزیتی و داسیتی الیگوسن - میوسن با ضخامت‌های متفاوت رخنمون دارد. این توف‌ها در منطقه ماهنشان و شمال آن بصورت میانلایه توفی در بخش‌های پایینی سازند قم و نیز در بخش‌های بالایی آن بصورت آندزیت سبز رنگ با ضخامت ۴۰۰-۱۰۰ متر رخنمون یافته است که در مسیر ماهنشان - ینگجه بیشتر ترکیب آندزیتی دارد و در این منطقه شدت تجزیه شده و ظاهری شیلی پیدا کرده‌اند.

۲-۵- ساختار زمین شناسی و تکتونیک

مناطق پیرقشلاق و اورجک از دیدگاه زمین ساختی و بنابر گزارش نقشه زمین شناسی چهارگوش تکاب - سائین دژ (در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)، در زیر زون *Ba* قرار دارد. در این زون، قدیمی ترین سنگها متعلق به پرکامبرین و



- Limits of tectonic zones (A·B·C·D)
- Fault
- Strike
- ~~~~~ River
- Road

شکل شماره (۲): واحدهای ساختاری چهارگوش تکاب و موقعیت منطقه مطالعاتی ماهنشان

۲-۶- تاریخ تکوین ساختمانی

ساخت زمین شناسی زونهای محدوده چهارگوش تکاب و همچنین زون A و B احتمالاً در خلال کوهزایی

آسینتیک و آلبی شکل گرفته است.

دگرگونی ضعیف فیلیتهای سازند کهر شاهدی از رویدادهای ساختاری پیش از پرکامبرین پسین است (علاوه بر چین خوردگی احتمالی حاصل از کوهزایی آسینتیک). تزریق گرانیتهای دوران نیز می‌تواند محصول کوهزایی آسینتیک باشد.

سنگ شناسی نهشته‌های قاره‌ای و دریایی ژوراسیک گواهی بر فرونشست آرام منطقه مورد بحث و شبیه رویدادی است که دریای ژوراسیک در ناحیه زنگان و کوههای البرز ایجاد کرده است. امتداد پیشنهادی گسل اصلی که زونهای *Ba* و *Bb* را از یکدیگر جدا ساخته نیز می‌تواند موجد چنین جنبشی باشد.

فرونشینی ناحیه‌ای که پیش از میوسن پیشین روی داده و باعث پیشروی دریایی کم عمق شده است به همراه خود خروج مواد آذرین در زمانهای متفاوت و فعالیت آتشفشانی در خلال میوسن پیشین را نیز دنبال می‌کند. همراه با خروج تدریجی منطقه از زیر آب، شرایط قاره‌ای جایگزین محیط دریایی میوسن پیشین شده و رسوبات آواری سازند قرمز بالایی تشکیل شده‌اند.

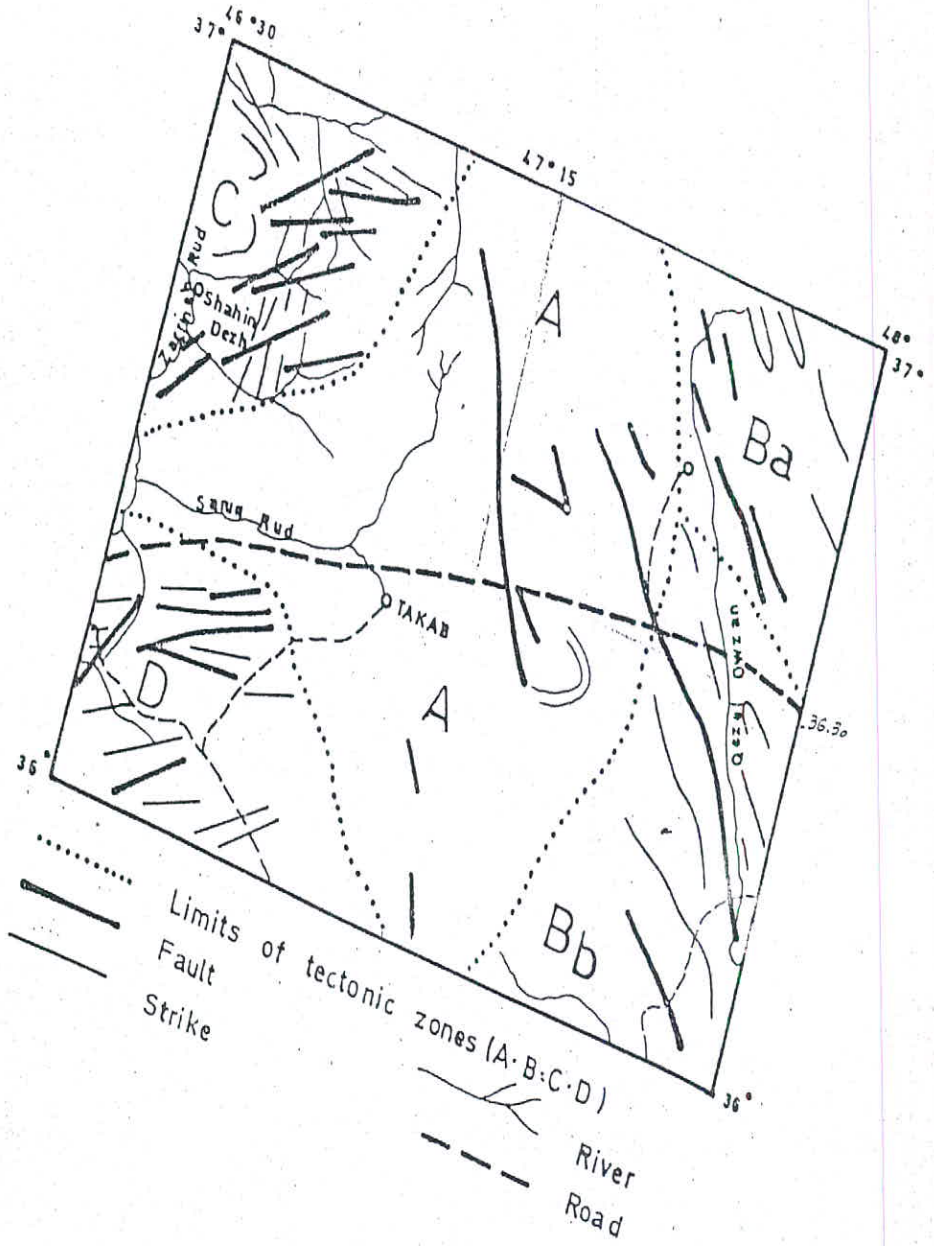
آخرین جنبش کوهزایی مهم در زمان پس از میوسن اتفاق افتاد که چین خوردگی ملایم طبقات میوسن را باعث شده و سیمای ساختاری اساسی کوههای کنونی را شکل بخشیده است.

جنبش‌های جزئی (*Slight Movement*) بعدی با ویژگی خشکی زایی، فرونشست حوضه‌های میوسن را دوبار فزونی داده و بدنبال پیشروی دریای پلئستوسن، لایه‌های تقریباً افقی رسی با دگرشیبی زاویه دار آشکار نسبت به نهشته‌های زیرین تشکیل شد.

بر اساس شواهد موجود و نتایج بدست آمده از داده‌های مشهود و ملموس صحرایی در محدوده‌های معدنی و زون‌های کانه دار شناخته شده مشخص گردید که اساساً دو نوع کانی سازی متفاوت در دو افق کانه دار مناطق معدنی و نیز دو نوع متفاوت از سنگهای در برگیرنده سنگ شناسی خاص مربوط به هر کدام از نهشته‌های ماده معدنی در افق‌های کانه دار مذکور وجود دارد، بطوریکه کانی‌های اصلی و اولیه آنها و به تبع آنها کانی‌های فرعی و ثانویه براتها در هر دو افق کانه دار بویژه در پاره‌ای از موارد شناخته شده کاملاً متفاوت هستند و از آنجا که اصولاً هر کدام از کانیهای برات خود نماینده ویژگی‌های ژئوشیمیایی خاصی در محیط تشکیل هستند و شرایط محیطی خاصی را نیز جهت ایجاد خود طلب می‌کنند لذا بنظر می‌آید که اصولاً بسیاری از ویژگی‌های بیرونی و درونی حوضه تشکیل

کانسارهای مذکور چه از نظر ژئوشیمیایی و چه از نظر شرایط حاکم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محیط تشکیل و نیز شرایط پالئوژئوگرافی، نوع حوضه‌های تشکیل کانیها و سایر ویژگی‌های مربوط به هر حوضه که برای تشکیل انواع کانیهای برات شرایط ویژه‌ای را از نظر موقعیت و محل تشکیل کانیها در حوضه اقتضا می‌نماید بایستی مورد توجه قرار گیرد.

شکل شماره (۲): واحدهای ساختاری چهارگوش تکاب و موقعیت منطقه مطالعاتی ماهنشان



فصل سوم: مدل سازی

۳-۱- الگوی انتخابی

بر اساس الگوی بدست آمده از مطالعات و بررسیهای بر زایی و کانی زایی بر در منطقه ماهنشان زنجان مسائل ژئوشیمیایی خاص حاکم بر حوضه تشکیل کانیهای تبخیری و بویژه براتها، مسایل دیاژنتیکی که نقش مهمی در تغییر و تحول کانیهای بر و گاهی تغییر، جابجایی و تبدیل آنها به یکدیگر دارند و همچنین سایر مسایل و مواردی که مستقیماً در کنترل ماده معدنی بر نقش دارند، از جمله مسایل چینه شناسی، سنگ شناسی، رسوب شناسی و نیز سن سنگ درونگیر ماده معدنی بر، مناطق پیرقشلاق و اورجک مورد توجه و بررسی بیشتری قرار گرفتند.

۳-۲- مسائل تکتونیکی و دیاپیریزم

در بسیاری از مواقع در محل تشکیل ذخایری از کانیهای تبخیری از قبیل نمک، گچ و نیز براتها یک نوع بهم ریختگی و تغییر و جابجایی واحدهای سنگی و به تبع آنها جابجایی و بی نظمی در چگونگی استقرار ماده معدنی را در زون معدنی مشاهده می کنیم. از ویژگی های این نوع پدیده های تکتونیکی پیدایش چین خوردگی ها، شکستگی ها و گسل های فراوانی است که در سنگها از جمله در زون های معدنی رخ می دهد. در این روند مواد معدنی تبخیری معمولاً بدلیل خاصیت انعطاف پذیریشان که ناشی از ویژگی فیزیکی آنها یعنی خاصیت پلاستیکی آنها می باشد تغییر فرم و شکل داده و عمدتاً به سمت مکانها و فضا های باز و یا تحت فشارهای لیتواستاتیکی کمتر حرکت می کنند. از جمله این، ع محل ها، زیر تاق چین خوردگی ها و احیاناً محل های باز و ضعیف شده ناشی از وجود گسل ها و شکستگی ها می باشند. در این جابجایی و جایگیریهای ماده معدنی، نیروها و تنش های تکتونیکی، ضخامت لایه های سنگی و بویژه ضخامت لایه های تبخیری، شدت اختلاف جنس سنگها و ویژگی های فیزیکی آنها در شکل گیری نهایی نقاط تحت تاثیر پدیده های تکتونیکی و دیاپیرزایی نقش مهم و تعیین کننده ای دارند. بویژه در مواردی که در چنین محل هایی انواع مختلفی از سنگهای تبخیری با هم در یک حوضه معدنی حضور داشته باشند مثل محدوده معدنی کانسار بر قره گل.

در بسیاری از موارد، نتیجه این گونه مسائل تکتونیکی باعث بیرون زدگی و عریان شدن ماده معدنی مورد نظر نیز گردیده است که خود این ویژگی می تواند کمک بزرگی به رخنمون یافتن ماده معدنی بویژه براتها که اصولاً در لای رسوبات رسی مدفون بوده و بندرت خود را نشان می دهند، باشد.

بخش دوم

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

در اجرای قرارداد شماره ۲/۴۷۴۵ مورخ ۱۳۷۹/۶/۳۰ بین اداره کل معادن و فلزات استان زنجان و مهندسين مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، این مشاور پس از بازدید اولیه از مناطق پیرقشلاق و اورجک و تعیین مکانهای مناسب برای حفر ترانشه در مهر ماه ۷۹، عملیات حفر ترانشه و تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ را آغاز نمود.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی

۱-۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه اکتشافی پیرقشلاق

منطقه اکتشافی پیرقشلاق در شمال - شمال خاور ماه نشان و در فاصله مستقیم حدود ۵ کیلومتری از آن واقع است. این منطقه حدوداً در محلی به طول جغرافیایی ۴۱' و ۴۷° خاوری و عرض جغرافیایی ۴۷' و ۳۶° شمالی واقع گردیده است. محدوده اکتشافی مذکور در منطقه‌ای کوهستانی قرار داشته و ارتفاع بلندترین نقطه آن از سطح دریای آزاد ۱۹۳۰ متر می‌باشد.

منطقه اکتشافی پیرقشلاق در جهت طولی خود در امتداد خاوری رودخانه قزل اوزن و تقریباً در نزدیکی و حاشیه آن قرار گرفته است. پوشش گیاهی در این منطقه بسیار اندک و بوته‌های خار به صورت تنک در سطح آن پراکند است.

این منطقه به طور محلی دارای ارتفاعات بلندی نیست و عمدتاً شکل ظاهری آن به صورت تپه ماهوری خودنمایی می‌کند. این منطقه دارای زمستانهای سرد و تابستانهای معتدل بوده و تقریباً ده ماه از سال را می‌توان در آن به فعالیت معدنی پرداخت.

دسترسی به این منطقه از طریق جاده آسفالتی زنجان - ماه نشان و جاده خاکی ماه نشان به پیرقشلاق امکان پذیر است، بدین ترتیب که پس از طی حدود پنج کیلومتر از جنوب زنجان به طرف بیجار جاده آسفالتی به سمت باختر جدا و پس از طی ۶۵ کیلومتر به سه راهی جاده دندی - ماه نشان می‌رسیم. از سه راهی به طرف ماه نشان پس از طی حدود ۳۰ کیلومتر جاده آسفالتی به پل ماه نشان می‌رسیم. از سمت راست و خاور پل مذکور از طریق

جاده خاکی پس از طی حدود ۶ کیلومتر به پیرقشلاق میرسیم که منطقه اکتشافی موردنظر در حاشیه خاوری آن واقع گردیده است.

۱-۲-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه اکتشافی اورجک

منطقه اکتشافی اورجک در بخش‌های شمال، شمال خاوری و شمال باختری اورجک و در حاشیه آن واقع گردیده است. این منطقه حدوداً در محلی به طول جغرافیایی ۲۲° و ۴۷° خاوری و عرض جغرافیایی ۵۵' و ۳۶° شمالی واقع گردیده است. محدوده اکتشافی در منطقه‌ای کوهستانی قرار داشته و ارتفاع بلندترین نقطه آن از سطح دریای آزاد ۱۶۴۲ متر می‌باشد.

منطقه اکتشافی اورجک در امتداد ساحل شمالی رودخانه قلعه چای و در نزدیکی آن قرار گرفته است. پوشش گیاهی در این منطقه تقریباً خوب است و عمدتاً به علت قرار گرفتن در حاشیه رودخانه بخش‌های زیادی از آن مزروعی می‌باشد.

این منطقه به طور محلی دارای ارتفاعات بلندی نیست و شکل ظاهری آن به صورت تپه ماهوری خود را نشان می‌دهد. این منطقه دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل بوده و تقریباً ده ماه از سال را می‌توان در آن به فعالیت پرداخت.

راه دسترسی به آن از دو طریق امکان پذیر است. راه اول مسیر جاده زنجان - ماه نشان - پری - خیرآباد - اورجک و راه دوم مسیر جاده زنجان - پرچم - حصار - مشمپا - انجمن - ساری کند - قره آغاج - اورجک می‌باشد. در مسیر اول پس از طی جاده خاکی درجه ۱ به طول حدود ۴۰ کیلومتر به بخش پری می‌رسیم. از پری به طرف شمال از طریق جاده خاکی درجه ۲ پس از طی حدود ۹ کیلومتر به آبادی خیرآباد و از آنجا از طریق جاده خاکی درجه ۱ به طول حدود ۷ کیلومتر به آبادی اورجک می‌رسیم که منطقه اکتشافی موردنظر ما در حاشیه شمال - شمال خاور و شمال باختر آبادی مذکور واقع گردیده است.

مسیر دوم از طریق جاده آسفالتی زنجان - میانه امکان پذیر است بدین ترتیب که ابتدا پس از طی ۷۵ کیلومتر در مسیر جاده آسفالتی زنجان - میانه که از سمت شمال باختر زنجان جدا می‌شود به آبادی پرچم می‌رسیم. از پرچم ادامه مسیر داده و از طریق جاده خاکی درجه ۱ که از آبادی‌های قره بوته، حصار، مشمپا، انجمن، ساری کند

و قره آغاچ می‌گذرد و پس از طی حدود ۶۵ کیلومتر به اورجک می‌رسیم که منطقه اکتشافی مورد نظر ما در حاشیه شمال - شمال خاور و شمال باختر آبادی مذکور واقع گردیده است.

۱-۳- روش کار

روش اتخاذ شده در این مرحله از ادامه عملیات اکتشافی بر مبنای نتایج به دست آمده از «مطالعات زمین‌شناسی و اکتشاف ژئوشیمیایی کانی‌های بُر در شهرستان ماهنشان - خاک خوب ۱۳۷۷» استوار گردیده که آن نیز خود بر اساس الگویی عملی و منطقی پی ریزی شده بوده که در آن حتی الامکان از جمیع جهات مسائل خاص مربوط به عوامل کنترل کننده زمین‌شناسی، اکتشافی، ژئوشیمی و موارد نظیر آن به دقت مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته بوده‌اند. بر اساس کارهای پیشین، ابتدا بخش‌هایی از سازندهای زمین‌شناسی مناسب (مارن قرمز تیره با محتوای ژئوپس در بخش‌های انتهایی سازند قرمز بالایی) مورد شناسایی و بررسی بیشتر قرار گرفتند و سپس بر حسب مورد نسبت به نمونه‌گیری از نقاط مورد نظر اقدام گردید. موضوع قرارداد حاضر، تهیه نقشه زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ در مناطق اکتشافی پیرقشلاق و اورجک بوده و حفر ۵۰۰ متر مکعب ترانشه در مناطق مزبور، به منظور برداشت نمونه‌های عمقی‌تر و تعیین جایگاه احتمالی تمرکز ماده معدنی بُر در دستور کار قرار گرفت.

در اولین بازدید کارشناسی از مناطق مورد نظر، جایگاه تعدادی ترانشه با ابعاد خاص خود انتخاب و در جریان تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ و حفر ترانشه‌ها، این ابعاد بهینه گردید تا در حد معقول و متناسب با ارقام مندرج در شرح خدمات قرارداد قرار گیرد.

در عملیات حفر ترانشه‌ها و نمونه برداری از آنها، اولویت به مارن‌ها و رسوبات قرمز تیره با لمس چرب داده شده و مناطقی که مارن‌های سبز رنگ، سیلتستون و ماسه سنگ دانه ریز قرمز، تظاهر می‌یافتند کمتر توجه گردید. راستای حفر ترانشه‌ها تقریباً عمود بر لایه بندی بوده و تظاهر افق‌های ژئوپسی در یکی از حدود ترانشه‌ها، تعیین کننده شروع یا پایان ترانشه بوده است.

بر اساس نتایج به دست آمده از عملیات پی جویی و اکتشافی مقدماتی در مرحله اول که در گستره‌ای بالغ بر ۶۱۵ کیلومتر مربع و در محدوده شش برگ نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ انجام شد و با انجام پیمایش بیش از ۵۲ مقطع مناسب زمین‌شناسی و برداشت بیش از ۱۲۲ نمونه به منظور آزمایشات مختلف و متنوع، محدوده‌ها و مناطقی

مشخص گردید که در آنها براساس داده‌های آزمایشگاهی که درعین حال همخوانی کامل با محتوای الگوی انتخابی اولیه و مشخصات زمین شناسی و اکتشافی خاص مناطق بُر دار نیز دارند جهت تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی به مقیاس ۱:۵۰۰۰ انتخاب گردید. از اساسی ترین عوامل انتخاب این دو محل قرائن زمین شناسی و ژئوشیمیایی می‌باشند که نشان دهنده حضور سازندهای مناسب کانی سازی بُر بوده و در تعدادی از نمونه‌های گرفته شده پیشین به نحو چشمگیری مقادیر بُر از حد زمینه محلی زیادتر بوده‌اند.

فصل دوم: زمین‌شناسی مناطق مورد بررسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ (مناطق اکتشافی پیرقشلاق و اورجک).

۱-۲- زمین‌شناسی منطقه اکتشافی پیرقشلاق

وجوه تشابه فراوانی از نظر انواع مقوله‌های زمین‌شناسی و اکتشافی بین این منطقه و مناطق بُر دار شناخته شده در گستره وسیع منطقه اکتشافی ماه نشان از قبیل معادن بُر قره گل، اندیس معدنی بُر قره گل، بُر میانج و نقاط نظیر آنها وجود دارد که در ذیل به مشخصات این منطقه اکتشافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ پرداخته می‌شود.

۱-۱-۲ مورفولوژی

منطقه اکتشافی پیرقشلاق در شمال - شمال خاور ماه نشان و در فاصله کمی از آن (حدود ۵ کیلومتری) واقع گردیده است. این منطقه بصورت یک منطقه کشیده به طول تقریبی ۶ کیلومتر و عرض تقریبی ۰/۸ کیلومتر محدود می‌شود. کشیدگی این منطقه اکتشافی در امتداد شمالی - جنوبی بوده و به موازات رودخانه قزل‌اوزن و تقریباً در حاشیه آن و در بخش‌های تقریباً پایینی شیب باختری دامنه رشته کوه‌های واقع در خاور رودخانه قزل‌اوزن قرار گرفته است. این محدوده اکتشافی در منطقه کوهستانی واقع گردیده و گرچه بلندترین نقطه ارتفاعی آن از سطح دریا ۱۹۳۰ متر است اما بطور محلی از ارتفاع زیادی برخوردار نبوده و بصورت تپه ماهورهای بلند با شیب تند مشاهده می‌گردد.

استقرار این محدوده اکتشافی در واقع یال خاوری دره V شکل قزل‌اوزن می‌باشد که در خط القعر دره مذکور رودخانه بزرگ قزل‌اوزن از جنوب بطرف شمال در جریان است.

آبراهه‌های تقریباً کم عمقی که عموماً دارای مقطع V شکل هستند نزولات منطقه را از سطح منطقه بطرف رودخانه قزل‌اوزن هدایت می‌کنند. اختلاف ارتفاع بین بلندترین نقطه و پست‌ترین نقطه در منطقه حدود ۶۳۰ و در محدوده مورد اکتشاف حدود ۲۰۰ متر می‌باشد.

شکل ظاهری پستی و بلندی منطقه اکتشافی بطور عمده معلول عواملی از قبیل اختلاف جنس سازندهای زمین‌شناسی، تکتونیک و نوع مقاومت سنگها و سازندها در مقابل عوامل فرسایش در منطقه می‌باشد، بطوریکه مجموعه این عوامل باعث گردیده‌اند که در منطقه اکتشافی موردنظر بطور کلی زمین به دو بخش بلندتر در زمینهای سخت و پست تر در زمینهای سست دامنه‌ها تقسیم شود که این حالت با کمی دقت در چهره منطقه بخوبی قابل

تشخیص است. بخش‌های بلندتر بخاطر سخت تر بودن سازندهای مربوط به دورانهای قدیمی زمین شناسی (عمدتاً از جنس دولومیت و کوارتزیت) در مقابل عوامل فرسایش مقاوم تر بوده و برجسته تر و بلندتر مانده‌اند اما در مقابل بخش‌های پست تر به دلیل سست تر بودن سازندهای جوان (عمدتاً از جنس رس، مارن، گچ و توف‌های آتشفشانی) از مقاومت کمتری در مقابل عوامل فرسایشی برخوردار بوده و لذا مقادیر قابل توجهی از آنها شسته شده و در نتیجه به تدریج از بلندیهای آنها کاسته شده و پست تر شده‌اند. از دیگر عوامل دخیل در اختلاف ارتفاع بین دو تیپ سنگهای مذکور، عامل تکتونیکی مهمی است که بصورت یک روRANDگی بزرگ از طریق اعمال گسل تراستی در منطقه اتفاق افتاده که در نتیجه آن سازندهای قدیمی (کهر) بر روی سازندهای جدیدتر دوران سنوزویک رانده شده و با افزایش بلندتر روی آنها قرار گرفته و خود را با حالتی افراشته تر نشان می‌دهند.

بخش‌های سخت تر و بلندتر منطقه به علت مقاومت بیشتر دارای آبراهه‌های عمیق تر و تنگتر و بخش‌های سست تر و پست تر به علت مقاومت کمتر دارای آبراهه‌های کم عمق تر و بازتر شده‌اند.

۲-۱-۲- چینه شناسی

با نگاهی کلی و اجمالی در بدو امر به منطقه اکتشافی پیر فشلاق و نقشه زمین شناسی - معدنی تهیه شده از منطقه مذکور در مقیاس ۱:۵۰۰۰ بطور کلی دو تیپ سازند می‌توان در آن تشخیص داد. نوع اول مربوط به سازندهای سیار قدیمی زمین شناسی هستند که دارای سنی به قدمت پرکامبرین بوده و بنام سازند کهر معرفی شده‌اند. برعکس دوم که مربوط به سازندهای جوانتر زمین شناسی هستند و دارای سنی از حدود اولیگوسن به بالا می‌باشند.

سازندهای قدیمی در این منطقه در نقاط بلندتر قرار داشته و دارای رنگی تیره تر و چهره‌ای خشن تر و سخت تر هستند و سازندهای جوانتر در نقاط پست تر تا نزدیکی حاشیه رودخانه قزل اوزن واقع گردیده، دارای رنگی روشن تر و چهره‌ای ملایم تر و حالتی سست تر و نرم‌تر بوده و با فرسایش گرده ماهی شکل خودنمایی می‌کنند. در سازندهای مذکور تفاوت ویژگی‌های سنگ شناسی و چینه شناسی را بخوبی می‌توان از پایین به بالا همانطور که در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ نیز ملاحظه می‌گردد به شرح زیر معرفی نمود.

۲-۱-۱-۱-۲- پرکامبرین (سازند کهر، واحدهای سنگی *CK*, *Crs*, *Cil*)

سنگهای پرکامبرین در محدوده نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ فقط در نیمه خاوری آن بیرون زدگی دارند. این سنگها با توجه به ویژگیهای سنگ شناسی شان کلا در منطقه ماه نشان براساس تقسیم بندیهایی که صورت پذیرفته اساسا جزو گروهی از سنگهای دگرگونی بنام کمپلکس ماه نشان قرار می گیرند. سنگهای دگرگونی مذکور در منطقه اکتشافی موردنظر جزو سازند کهر با سن پرکامبرین به حساب می آیند. این سنگها همانطور که در نقشه دیده می شود دارای امتداد طولی شمالی - جنوبی بوده و با کل سیستم سنگها و سازندهای منطقه همخوانی و هم سویی داشته و در سرتاسر نقشه در امتداد شمالی - جنوبی استقرار یافته اند. سنگهای پرکامبرین که توسط یک گسل تراستی بزرگ و سرتاسری از سمت خاور بطرف باختر روی سنگهای جوانتر دوران سوم رانده شده اند با کمی دقت به چند واحد سنگی قابل تقسیم اند. این واحدهای سنگی به ترتیب از پایین به بالا و از قدیم به جدید عبارتند از واحدهای سنگی *CK*, *Crs*, *Cil*.

واحد سنگی *CK* شامل شیل، اسلیت، دولومیت، کوارتزیت و مقادیری توف می باشد. این واحد سنگی در ستون چینه شناسی نقشه، کل واحد سنگی سازند کهر و بخش وسیعی از قسمت های خاوری منطقه را پوشش می دهد. واحد سنگی *CK* با واحدهای سنگی *Cil*, *Crs* دارای همبری عادی است. سنگهای این واحد دارای امتداد $N 70^{\circ} E$ بوده و شیب آنها بطرف خاور می باشد.

واحد سنگی *Crs* شامل شیست های قرمز و مقداری شیست سبز است. این واحد سنگی در ستون چینه شناسی منطقه گسترده ترین بخش سنگهای پرکامبرین را تشکیل می دهد. این واحد سنگی با واحدهای سنگی *Cil*, *CK* دارای همبری عادی است ولی در منتهی الیه بخش باختری خود که با سنگهای جوان ترشیری تماس پیدا می کند دارای همبری غیرعادی بوده و با یک گسل تراستی بزرگ همبر می شود.

واحد سنگی *Crs* بخش وسیعی از نیمه جنوبی منطقه اکتشافی را پوشش می دهد. این واحد سنگی هم امتداد با واحد سنگی *CK* بوده و شیب لایه ها نیز بطرف خاور می باشد.

واحد سنگی *Cil* شامل دولومیت های ضخیم لایه با رنگ قهوه ای تیره در سطح هوازده و متمایل به نخودی تیره است. این واحد سنگی نسبت به واحدهای دیگر پرکامبرین گرچه از گسترش کمتری برخوردار است ولی در

سطح منطقه دارای پراکندگی طولی بیشتری است. پهنای این واحد سنگی نسبت به واحدهای *CK*، *CrS* کمتر بوده ولی در امتداد شمالی - جنوبی منطقه از کشیدگی بیشتری برخوردار است. امتداد لایه‌های سنگی این واحد مثل سایر لایه‌های سنگی پرکامبرین بوده و در جهت *NNW-SSE* استقرار یافته‌اند، شیب لایه‌های این واحد نیز بطرف خاور می‌باشد. همبری واحد سنگی *Cd* با سنگهای مجاور خود عادی است ولی در بخش جنوبی منطقه بخشی از آن در همبری گسلی با سنگهای جوان ترشیری در سمت باختر خود همبری غیرعادی پیدا می‌کند. واحد سنگی *Cd* افقهای دولومیتی پرضامت درون سازند کهر را تشکیل می‌دهد.

واحدهای سنگی پرکامبرین بنابه دلایل چینه شناسی، سنگ شناسی، سن زمین شناسی و شرایط ژئوشیمیایی و محیط تشکیل هیچگونه همخوانی و هم‌آهنگی و قرابتی با الگوی بُزایی در منطقه نداشته و به همین دلیل اینگونه سازندها اصولاً از نظر بُزایی و پذیرش کانیهای بُر کاملاً عقیم بوده و غیرقابل اعتنا هستند.

۱-۲-۲- اولیگومیوسن (اولیگوسن بالا - میوسن زیرین سازند قم، واحد *OMt*).

سازند قم برحسب موقعیت حوضه‌های رسوبی و محل‌هایی که این حوضه‌ها از آنها تغذیه می‌شوند و نوع رخساره‌های رسوبی، در نقاط مختلف متفاوت است، بطوریکه از انواع رخساره‌های رسوبی از قبیل رخساره رودخانه‌ای، رخساره سکوی کربناتی - تبخیری، رخساره سراسیبی حاشیه سکوی کربناتی و رخساره مناطق عمیق تر که دو رخساره اصلی متعلق به سکوی قاره‌ای (*Continental Shelf*) هستند تشکیل گردیده است. اما بطور کلی رسوبات سازند قم به آن رسوبات دریایی کم عمق شناخته می‌شوند که پس از یک دوره رسوبگذاری کولابی - قاره‌ای در اولیگوسن زیرین در اثر بالا آمدگی سطح آب دریا در زمان اولیگوسن - میوسن زیرین در سطح وسیعی نهشته شده‌اند.

در مقیاس ناحیه‌ای و محلی اگرچه تفاوت‌هایی در رخساره‌های رسوبی این سازند از یک محل تا محل دیگر مشاهده می‌گردد اما بطور کلی این سازند در پایین با کنگلومرای قاعده‌ای شروع می‌شود، روی کنگلومرا آهک سفید متمایل به زرد (آهک کم عمق ساحلی) و مارن می‌نشیند که به طرف بالا تبدیل به مارن ماسه‌ای می‌گردد و بالاخره در بالاترین قسمت به رسوبات قاره‌ای - تبخیری تبدیل می‌شود. در رسوبات کربناته این سازند که غالباً آهکی است هم در بخشهای میانی و هم بالایی این واحدهای آهکی میان‌لایه‌هایی از سنگهای آتشفشانی که در مناطق اکتشافی

کانیهای بُر بصورت لایه‌های توفی آتشفشانی - رسوبی عمدتاً از جنس ریولیت و داسیت خودشان را نشان می‌دهند. ملاحظه می‌گردد، این واحدهای سنگی آتشفشانی که معمولاً به رنگ سفید تا خاکستری روشن و پاره‌ای موارد متمایل به سبز کمرنگ نیز هستند از مهمترین رخساره‌های سنگی سازند قم در منطقه از نقطه نظر مشخص نمودن خطوط اکتشافی کانیهای بُر به حساب می‌آیند چراکه ریشه بُرزایی بطور کلی در منطقه ماه نشان از فعالیت‌های آتشفشانی مذکور بوده که تاسن‌های جوانتر بصورت لایه‌های متعدد در زمانها و دوره‌های مختلف تظاهر پیدا می‌کنند و نیز در ارتباط با فعالیت‌های آتشفشانی وابسته به آنها از قبیل فعالیت چشمه‌های گرمابی و خروج بخارات و فومرول‌ها و خاکسترهای آتشفشانی بطور مستقیم یا غیر مستقیم نیز قرار می‌گیرند. در منطقه اکتشافی مورد نظر نیز ضخامت قابل توجهی از همین توفها را مشاهده می‌کنیم که در نقشه با حروف *OMI* مشخص شده‌اند. این واحد سنگی آتشفشانی از گسترش قابل توجهی در نیمه بالایی منطقه و در باختری‌ترین قسمت آن برخوردار است. واحد سنگی *OMI* بصورت لایه‌ای شکل با طبقه بندی مشخص در امتداد و جهت کلی دیگر واحدهای سنگی منطقه اکتشافی استقرار یافته و دارای روند *WNW-ESE* می‌باشد و اگر در بعضی نقاط تغییر امتدادی در جهت لایه‌ها دیده می‌شود موضعی بوده و در ارتباط با تأثیرپذیری از فشارهای تکتونیکی محلی در منطقه می‌باشد.

آخرین بخش از رسوبات سازند قم رسوباتی از جنس مارن و گچ هستند. رسوبات مذکور در شرایطی از نظر پالئو جئوگرافی تشکیل گردیده‌اند که در آن محیط دریایی سازند قم به تدریج جای خود را به حوضه‌های رسوبی قاره‌ای و کولابی می‌داده است و در نتیجه رخساره‌های رسوبی دریایی به رخساره‌های رسوبی کم عمق کولابی و تبخیری از قبیل مارن‌های گچ دار و گچ تغییر ماهیت داده‌اند. در واقع حضور لایه‌های رسوبی گچ که شاخص حوضه‌های تبخیری کم عمق است و حتی لایه‌های مارن گچ دار می‌تواند بیانگر خاتمه سیکل‌های رسوبگذاری سازند دریایی قم و شروع رسوبگذاری سیکل‌های رسوبی سازند قرمز بالایی باشد. معهداً در منطقه اکتشافی پیرقشلاق بجز بخش آتشفشانی سازند قم که از جنس توفهای ریولیتی است و میان‌لایه‌هایی از آهک خاکستری متمایل به زرد که معادل رخساره آهکی آخرین بخش سازند قم یعنی آهک گربه سن آکی تائین - بوردیگالین می‌باشد رخساره دیگری از این سازند نمی‌بینیم، که احتمال دارد یا توسط عوامل تکتونیکی و گسل‌های موجود در این محل حذف شده یا آنقدر کم ضخامت بوده‌اند که تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی محلی به زیر رفته و بیرون زدگی پیدا کرده‌اند کماینکه

در بخش وسیعی از منتهی الیه خاوری این واحد آتشفشانی گسل تراستی بزرگی را مشاهده می‌کنیم که رخساره‌های سازند قرمز بالایی را بر روی این سنگها رانده است.

۲-۱-۲-۳- میوسن میانی - بالایی (سازند قرمز بالایی)

پس از پسروری دریای اولیگوسن - میوسن، رژیم خشکی - کولابی تقریباً بر سرتاسر مناطق اشغالی این دریا حاکم شد. نهشته‌هایی که از این پس ته نشین گردیده‌اند آواری هستند و از فرسایش رشته کوهها حاصل گردیده‌اند. ولکانیسم میوسن نیز احتمالاً در ایجاد بالآمدگی‌ها و شدت گرفتن فرسایش نقش مهمی داشته است.

سازند قرمز بالایی در منطقه اکتشافی موردنظر ما به چندین واحد سنگی جداگانه تقسیم شده است. این واحدها بترتیب از پایین به بالا عبارتند از واحدهای سنگی مربوط به میوسن میانی که با حروف M_1 , M_2^S , M_2 , M_3 و M_4 بر روی نقشه نشان داده شده‌اند.

واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی مهمترین بخش واحدهای سنگی منطقه اکتشافی محسوب می‌گردند بدلیل اینکه این واحدها، سنگهای اصلی میزبان بُر و کانیهای بُرات تلقی می‌گردند. اگرچه واحدهای سنگی سازند قم بویژه واحد آتشفشانی آن در شروع بُرزایی منطقه نقشی اساسی ایفا می‌کند لکن سایر واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی نیز سنگ میزبان کانیها و ذخایر معدنی بُر را در منطقه تشکیل می‌داده‌اند.

واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی که سنی از میوسن میانی تا بالایی دارند در منطقه اکتشافی بخش اعظم نیمه باختری منطقه مذکور را بخود اختصاص می‌دهند. این واحدها بطور کلی دارای امتداد طولی شمالی - جنوبی بوده و لایه‌های سنگی عمدتاً در امتداد شمال باختر - جنوب خاور استقرار یافته و شیب آنها بطرف شمال خاور و خاور می‌باشد. واحدهای سنگی مذکور اساساً توسط یک گسل تراستی طویل و سرتاسری با امتداد تقریبی شمالی - جنوبی کاملاً از واحدهای سنگی نیمه خاوری منطقه که متعلق به سازندهای قدیمی پرکامبرین می‌باشند جدا می‌گردند بطوریکه در امتداد این خط تراستی بخش‌هایی از سازند قرمز بالایی از جهت باختر به خاور به زیر سازندهای پرکامبرین رفته و برعکس واحدهای سنگی پرکامبرین از جهت خاور به باختر بر روی واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی روراندگی پیدا کرده‌اند.

✦ واحد سنگی M_3 از سازند قرمز بالایی مهمترین و اصلی ترین واحد سنگی سازند مذکور را تشکیل می دهد بطوریکه می توان گفت منحصر این واحد است که مسئول پذیرش بُر و کانیهای بُر دار در منطقه اکتشافی محسوب می گردد و بیشترین مقدار بُر در نمونه $M31$ که بیش از $1000ppm$ بُر نشان داده است مربوط به همین واحد سنگی می باشد.

واحد M_1

این واحد سنگی تنها در نیمه شمالی منطقه اکتشافی بیرون زدگی دارد. واحد M_1 با سنگهای مجاور خود دارای همبری عادی است و فقط بخشی از آن در قسمت جنوبی در تماس با سنگهای آتشفشانی سازند قم که در مرز باختری آن واقع گردیده است دارای همبری غیرعادی توسط یک گسل تراستی است که یک رورانگی را از سوی واحد M_1 بر روی واحد OMI نشان می دهد.

واحد سنگی M_1 بطور عمده از ماسه سنگ، سیلت سنگ و مارن سبز و قرمز همراه با میانلایه هایی از مارن های سبز روشن که بندرت دارای لایه های نازکی از گچ نیز هستند تشکیل گردیده است. این واحد سنگی پایین ترین بخش رخنمون یافته از واحدهای سنگی مربوط به سازند قرمز بالایی در منطقه اکتشافی محسوب می گردد. گسترش واحد سنگی مذکور در بخشهای جنوبی ناچیز است و هرچه بطرف شمال پیش می رود گستردگی بیشتری نیز پیدا می کند. این واحد دارای امتداد $NW-SE$ است که در بخش شمالی تا حدی تغییر جهت داده و امتداد $N-SW$ پیدا می کند. شیب لایه های آن نیز از سمت جنوب بطرف شمال تغییر جهت داده و از جنوب باختر تا شمال خاور تغییر می یابد.

واحد M_2^S

این واحد سنگی که از ماسه سنگ قرمز دانه ریز با میانلایه هایی از مارنهای سبز متمایل به خاکستری همراه با مقداری ژیبس تشکیل گردیده است، بجز محدوده ای کوچک در جنوب منطقه در هیچ کجای دیگر منطقه اکتشافی دیده نمی شود. واحد سنگی مذکور از سمت خاور با واحد M_2 و از سمت باختر با رسوبات کواترنری محدود گردیده و با آنها دارای همبری عادی است. امتداد لایه های این واحد سنگی $NW-SE$ بوده و بدین لحاظ از روند کلی حاکم بر امتداد واحدهای سنگی منطقه اکتشافی پیروی می کند. شیب آن نیز بطرف شمال خاور می باشد.

واحد M_2

این واحد سنگی از مارنهای قرمز دگرسان شده با میانلایه‌هایی از ماسه سنگ سبز کمرنگ و سیلت سنگ همراه با عدسی‌هایی از ژئوپس تشکیل گردیده است. واحد سنگی M_2 بیشترین گسترش را نسبت به سایر واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی در منطقه اکتشافی چه از نظر سطح و چه از نظر طول در سرتاسر منطقه دارا می‌باشد. این واحد سنگی نیز به تبعیت از امتداد کلی لایه بندی در منطقه در امتداد شمالی - جنوبی کشیدگی داشته و دارای امتداد NW-SE است و شیب لایه‌های آن، بطرف شمال خاور و خاور می‌باشد.

واحد M_2 با سایر واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی دارای همبری عادی است ولی در هر کجا که با واحدهای سنگی و قدیمی پرکامبرین همبر می‌شود این همبری غیر عادی بوده و در مرز تماس بین آنها گسل تراستی سرتاسری منطقه اکتشافی قرار می‌گیرد بطوریکه در طول این گسل بزرگ واحدهای پرکامبرین روی واحد M_2 روراندگی پیدا می‌کند که در نتیجه بخش‌هایی از واحد سنگی M_2 به زیر واحدهای قدیمی پرکامبرین کشیده می‌شود.

واحد M_3

این واحد سنگی از مارنهای سبز که در پاره‌ای موارد دارای میانلایه‌هایی از گچ عمدتاً بصورت ژئوپس و مارن ماسه‌ای حاوی مقادیر زیادی بُر در پایین واحد است تشکیل گردیده و منحصرأ در بخش جنوبی منطقه اکتشافی بیرون دگی دارد و در این بخش میزان گستردگی آن از سایر واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی بیشتر است. واحد M_3 بالاترین بخش واحدهای سنگی میوسن محسوب می‌گردد. این واحد نیز هم روند با امتداد کلی لایه بندی در منطقه اکتشافی است.

بر روی واحد سنگی M_3 به دلیل اینکه شرایط سنگ شناسی و ژئوشیمیایی مناسبتری را نسبت به سایر واحدهای سازند قرمز بالایی از نظر میزبانی بُر و کانیهایی مربوط به آن دارد ترانشه‌های بیشتری حفر شد.

۲-۱-۴- کوآترنری

رسوبات کوآترنری در منطقه اکتشافی پیرقشلاق بطور کلی شامل سه گروه می‌باشند که بر روی نقشه ۱:۵۰۰۰ زمین شناسی با نشانه‌های Q^{nl} , $Ql2$, $Ql1$ مشخص شده‌اند. این رسوبات که طبیعتاً جوانترین رسوبات منطقه محسوب می‌گردند بخش وسیعی از نیمه باختری منطقه و بخش کمتری از نیمه خاوری آنرا تحت پوشش قرار

می‌دهند. رسوبات قدیمی‌تر Q_{11} ، Q_{12} عمدتاً در مجاورت سازندهای زمین‌شناسی و رسوبات جوانتر Q^{all} معمولاً در بخش‌های باختری منطقه که فاقد سازندهای زمین‌شناسی تشریح شده در فوق می‌باشد مشاهده می‌گردند.

رسوبات قدیم‌تر کواترنری یعنی Q_{11} نسبت به سایر رسوبات جوانتر، از کمترین گسترش سطحی در منطقه برخوردارند، بطوریکه بجز چند محدوده کوچک که آنها غالباً در نقاط بلندتر نسبت به استقرار رسوبات جوانتر کواترنری قرار می‌گیرند در سایر نقاط منطقه اکتشافی دیده نمی‌شوند. این رسوبات عمدتاً از تراس‌های قدیمی رودخانه‌ای که در واقع قدیمی‌ترین تراس رودخانه قزل اوزن می‌توانند باشند تشکیل شده‌اند.

رسوبات Q_{12} که جوانتر از رسوبات Q_{11} و قدیمی‌تر از رسوبات Q^{all} هستند عمدتاً در بستر آبراهه‌های اصلی منطقه اکتشافی و نیز در حاشیه‌های ترین بخش اطراف رودخانه قزل اوزن مشاهده می‌گردند. گسترش این رسوبات نسبت به رسوبات Q_{11} بیشتر و از Q^{all} به مراتب کمتر می‌باشد. این رسوبات هرچه از دامنه‌ها به سوی پایین سرازیر می‌شویم و بطرف رودخانه قزل اوزن می‌رویم گسترش بیشتری پیدا می‌کنند. از آنجا که رسوبات مذکور مسیر آبراهه‌های اصلی منطقه را پوشش می‌دهند لذا می‌توان جای آنها را از بلندترین نقاط تا پایین ترین نقاط منطقه تعقیب نمود. رسوبات Q_{12} عمدتاً شامل بادزن‌های آبرفتی دامنه بلندپها و مخروط افکنه‌ها بوده و غالباً از جنس شن، سنگریزه و رسوبات آبرفتی می‌باشند.

رسوبات Q^{all} جوانترین رسوبات کواترنری بوده و بخش وسیعی از رسوبات آبرفتی منطقه را در پایین دست ترین بخش‌های ارتفاعی منطقه که عمدتاً نیمه باختری آنرا شامل می‌شود پوشش می‌دهند. این رسوبات عموماً از رسوبات رودخانه‌ای و بطور خاص از رسوبات و تراس‌های جوان رودخانه‌ای قزل اوزن تشکیل شده و غالباً شامل رسوبات آبرفتی و رودخانه‌ای عهد حاضر و نهشته‌های شن و ماسه و گل و لای رودخانه‌ای می‌باشند.

۲-۲- زمین‌شناسی منطقه اکتشافی اورجک (خاور ارزه خوران)

زمین‌شناسی منطقه اورجک نیز در یک نگاه کلی شباهت‌های زیادی به زمین‌شناسی منطقه اکتشافی پیرقشلاق دارد. وجود چنین شباهتی نه تنها بین این دو منطقه امری بدیهی است بلکه براساس تجزیه و تحلیل‌هایی که برای ترسیم و بیان الگوی اکتشافی بُر در منطقه ماه نشان مطرح است اصولاً نه تنها این دو منطقه بلکه هر منطقه بردار دیگری در کل گستره اکتشافی منطقه ماه نشان نیز نمی‌تواند از این قاعده کلی مستثنی باشد. لذا می‌بینیم که

واحدهای سنگی شناخته شده در منطقه اکتشافی اورجک را که در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ مشخص شده‌اند بشرح زیر می‌توان معرفی نمود.

۲-۲-۱- میوسن میانی - بالایی (سازند قرمز بالایی)

واحدهای سنگی این بخش از سکانس چینه شناسی منطقه اکتشافی کلا به سازند قرمز بالایی به سن میوسن میانی تا بالایی تعلق دارند. تنوع چینه شناسی در این منطقه نیز کمابیش شبیه منطقه پیرقشلاق است با این تفاوت که در پیرقشلاق واحدهای سنگی پرکامبرین را بطور غیرعادی توسط عملکرد یک گسل تراستی بزرگ و سرتاسری در کنار واحدهای قرمز بالایی داشتیم ولی در این جا در بخش بالایی سازند قرمز فوقانی تنوع بیشتری را از نظر سنگ شناسی و نوع واحدهای سنگی شاهد هستیم.

۲-۲-۱-۱- میوسن میانی (واحدهای سنگی M_1, M_2, M_3, M_4).

واحدهای سنگی این بخش از سازند قرمز بالایی مهمترین و اصلی ترین واحدهای سنگی منطقه اکتشافی اورجک محسوب می‌گردد، چراکه محل اصلی و واقعی بُر و تجمعات کانپهای مربوطه در بعضی از واحدهای سنگی همین بخش قرار دارد و به همین علت است که بیشترین طول و تعداد ترانشه برای ارزیابی حضور یا عدم حضور بُر در واحدهای سنگی همین بخش از منطقه اکتشافی حفر شده است.

نظر به اینکه بیشترین تعداد نمونه‌های گرفته شده قبلی در این منطقه اکتشافی نیز مثل منطقه اکتشافی پیرقشلاق از واحد M_3 می‌باشد بنابراین می‌توان گفت که این واحد سنگی از نظر واجد بودن پتانسیل بُر نسبت به دیگر واحدهای سنگی منطقه از ارجحیت بیشتری برخوردار است.

واحد M_1

این واحد سنگی در بخش میانی منطقه اکتشافی اورجک بیرون زدگی داشته و در دوطرف حاشیه بستر رودخانه قلعه جای مشاهده می‌گردد. امتداد لایه‌های این واحد سنگی بطور کلی شمال باختر - جنوب خاوری است و شیب لایه‌ها در بخش شمالی رودخانه بطرف شمال خاور و در بخش جنوبی آن بطرف جنوب باختر است. واحد M_1 با سنگهای اطراف خود دارای همبری عادی است و با آنها هم آهنگ بوده و حالت موازی و هم شیب دارد. واحد M_1 بطور عمده از ماسه سنگ و سیلت سنگ با رنگ سبز تا قرمز با میانلایه‌هایی از مارن و نیز تعداد کمی از لایه‌های ژئپس دار تشکیل گردیده است.

واحد M_2

این واحد سنگی از گسترش طولی وسیعی در منطقه اکتشافی برخوردار است. گسترش واحد مذکور هم در شمال رودخانه قلعه چای و هم در جنوب آن بخوبی مشهود است. پهنای بیرون زدگی این واحد در دوطرف منتهی الیه منطقه اکتشافی زیاد و در فاصله بین آنها باریک و کشیده است. امتداد بیرون زدگی لایه‌های این واحد نیز $NE-SW$ و امتداد لایه بندی آن نیز مثل واحد M_1 شمال باختری - جنوب خاوری است. شیب لایه‌ها از شمال باختر تا جنوب خاور متغیر بوده و در محل‌های مختلف چرخش دارد. این واحد سنگی نیز با واحدهای زیرین و بالایی خود دارای همبندی عادی است و با آنها حالت هم‌شیبی و هم‌آهنگی دارد.

واحد M_2 بطور عمده شامل تناوبی از مارن‌های قرمز و سبز بوده و دارای میانلایه‌هایی از ماسه سنگ و سیلت سنگ همراه با عدسی‌های کوچکی از گچ میباشد.

واحد M_3

این واحد سنگی از مارنهای سبز با میانلایه‌هایی از گچ بصورت ژئیس و نیز مارن ماسه‌ای در پایین خود تشکیل گردیده است. واحد M_3 مثل واحد M_2 در سرتاسر طول منطقه اکتشافی بیرون زدگی داشته و مشاهده می‌گردد. این واحد دارای کشیدگی طولی در امتداد سایر واحدهای سنگی منطقه و نیز رودخانه قلعه چای با روند خاوری - باختری است. هرچه از طرف باختر به طرف خاور منطقه اکتشافی پیش می‌رویم این واحد سنگی با پهنای گسترده تری ظاهر می‌شود. واحد M_3 در هر دو طرف رودخانه قلعه چای مشاهده می‌گردد اما بخش عمده و اصلی آن در بخش شمالی رودخانه و بخش‌های باریکتری از آن در جنوب رودخانه مذکور دیده می‌شود.

امتداد لایه بندی در این واحد سنگی به تبعیت از امتداد کلی لایه بندی در منطقه اکتشافی $NW-SE$ است و شیب لایه‌های آن متغیر بوده از جهت شمال خاور یا جنوب خاور بستگی به ساختمان منطقه و پیچش لایه‌ها که به کرات اتفاق می‌افتد متفاوت است.

واحد M_3 با واحدهای جانبی خود دارای تماس عادی است و با آنها هم‌سویی و هم‌آهنگی منظمی دارد. واحد سنگی مذکور به دلیل جایگاه چینه‌شناسی مناسب، نوع سنگ‌های تشکیل دهنده و نیز بخاطر اینکه نمونه‌ای از آن در سری نمونه‌گیری‌های اکتشاف ژئوشیمیایی بُر در سال ۱۳۷۷، بیش از هزار گرم در تن بُر (نمونه $M51$) و

نمونه‌ای دیگر از آن ($ZU1-2$) به میزان $338ppm$ بُر را در ترکیب خود نشان داده، محل حفر ترانشه‌های بیشتری بوده است.

واحد M_4

این واحد سنگی از مارنهای زرد تا کرم تیره، ماسه سنگ و سیلت سنگ تشکیل یافته است. واحد M_4 فقط در بخش باختری نیمه شمالی منطقه اکتشافی مشاهده می‌گردد و از گسترش چندان زیادی نیز برخوردار نیست. روند طولی این واحد سنگی در راستای شمال خاور - جنوب باختر و امتداد کلی لایه بندی آن، هم امتداد با لایه بندی سایر واحدها بوده و شمال باختر - جنوب خاور است و جهت شیب لایه‌ها از شمال باختر تا شمال خاور متغیر است.

واحد M_4 بالاترین واحد سنگی میوسن میانی از سازند قرمز بالایی بوده و در واقع بالاترین حد واحدهای سنگی بُر دار منطقه نیز به حساب می‌آید چراکه پس از آن واحدهای سنگی مربوط به میوسن بالایی شروع می‌شوند که در این منطقه واجد ارزش بُرزایی و میزبانی کانیه‌های بُر نمی‌باشند.

۲-۲-۱-۲- میوسن بالایی (واحدهای سنگی UM , UMc , $UMtc$, $UM1$, $UM2$)

واحدهای سنگی این بخش از سازند قرمز بالایی علیرغم آنکه بالاترین بخش سازند مذکور می‌باشد از اهمیت کمتری نسبت به بخش پایین سازند قرمز بالایی در منطقه اکتشافی برخوردار است. اصولاً واحدهای سنگی این بخش از نظر بُرزایی و پذیرش ترکیبات مربوط به این ماده معدنی استعداد لازم و کافی را دارا نبوده ولی از نظر چینه شناسی به جهت اینکه حد و مرز بالای واحدهای سنگی بُردار را در منطقه مشخص و روشن می‌کنند از اهمیت خاص خود برخوردارند. با وجود شباهت زیاد چینه شناسی و سنگ شناختی بین واحدهای سنگی این بخش با واحدهای سنگی نظیر در سایر نقاط اکتشافی و شناخته شده، حضور افق‌هایی از لایه‌های توفی به رنگهای سفید، خاکستری تا صورتی رنگ حائز اهمیت است. این موضوع نشان می‌دهد که فعالیت‌های آتشفشانی جوان هنوز در منطقه ماه نشان ادامه دارند. در ذیل به شرح واحدهای سنگی این بخش مطابق با مشخصات آنها بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ پرداخته می‌شود.

واحد UM

این واحد سنگی بطور عمده شامل لایه‌هایی از جنس رس سنگ، سیلت سنگ، ماسه سنگ و کنگلومرای تقریباً ریزدانه و معادل سنی میوسن بالایی بوده و بیشترین گسترش این واحد سنگی را در نیمه جنوبی منطقه اکتشافی و رودخانه قلعه چای مشاهده می‌کنیم و در نیمه شمالی فقط محدوده کوچکی در قسمت خاوری منطقه مذکور دیده می‌شود. کشیدگی طولی آن در نیمه جنوبی، خاوری - باختری و در نیمه شمالی، شمالی - جنوبی است. لایه بندی این واحد سنگی نیز به تبعیت از لایه بندی کل واحدهای سنگی منطقه اکتشافی شمال باختر - جنوب خاور و جهت و مقدار شیب لایه‌ها نیز در جهات مختلف مطابق بانوع سیستم‌های ساختمانی حاکم بر محدوده متفاوت است.

واحد UM علیرغم هم امتداد بودن و هم روندی با لایه‌های زیر و روی خود تا حدی به دلیل اختلاف مقدار شیب بالایه‌های زیرش حالت عادی با آنها نداشته و دگرشیبی خفیفی بین آنها ملاحظه می‌گردد. سن این واحد سنگی به حدود زمانی از میوسن بالا تا پلیوسن تحتانی تعلق دارد که هم ارز آن را واحدهای سنگی تشکیل شده در این زمان یعنی واحدهای *UMc*, *UMt*, *UM1*, *UM2* تشکیل می‌دهند. از آنجا که این واحد سنگی حد بالایی سنگهای پتانسیل دار بُر را در این منطقه اکتشافی و حتی در سایر مناطق نظیر مشخص می‌کند از اهمیت چینه شناسی بالایی برخوردار است، چنانکه می‌توان آن را معادل واحد رسی - کنگلومرای منطقه معدنی قره گل دانست.

واحد UMc

این واحد سنگی از کنگلومرای دانه درشت و سیلت سنگ تشکیل یافته است. واحد *UMc* بجز در محدوده کوچکی از باختری ترین بخش نیمه باختری منطقه اکتشافی در هیچ کجای دیگر آن مشاهده نمی‌گردد. این واحد سنگی در حاشیه جنوبی رودخانه قلعه چای و در نزدیکی بیرون زدگی کانیه‌های بُر در معدن بُر اورجک دیده می‌شود. واحد *UMc* دارای کشیدگی طولی در امتداد رودخانه قلعه چای می‌باشد. گسترش طولی آن حدود ۶۰۰ متر و عرض آن حدود ۵۰ تا ۶۰ متر است. مرز تماس آن با سنگهای همبر خود در زیر ظاهراً غیرعادی و در رو منظم تر بنظر می‌رسد. روند آن نیز از روند عمومی واحدهای سنگی منطقه تبعیت می‌کند و امتداد لایه بندی در این واحد نیز شمال باختری - جنوب خاوری است. این واحد در پایین ترین بخش میوسن بالایی از سازند قرمز بالایی جای گرفته است.

واحد *UM1c*

این واحد سنگی از توف کنگلومرای با دانه‌هایی از جنس ریولیت، داسیت تا ریوداسیت تشکیل گردیده که تا حدی گردشگی نسبتاً خوب پیدا کرده‌اند. در لای کنگلومرای مذکور لایه‌های توفی از جنس ریولیت تا داسیت و ریوداسیت که در متن خود ذرات سیاه رنگی از جنس میکا دارند در لایه‌های مختلف و با ضخامت‌های متفاوت دیده می‌شود. توف‌های مذکور کاملاً دگرسان شده و پوک می‌باشند بطوریکه براحتی با چکش کنده می‌شوند. واحد *UM1c* فقط در نیمه جنوبی منطقه اکتشافی، هم مرز و موازی با واحدهای سنگی *UM* و *M3* با همبری عادی هم امتداد و هم روند با آنها دیده می‌شود. وجود لایه‌های توف در این کنگلومرا از نظر تأیید فعالیت‌های آتشفشانی تا سنین جوان چینه‌شناسی در منطقه دارای اهمیت بالایی است، چراکه عامل اصلی بُرزایی در مناطق اکتشافی بُردار به فعالیت‌های آتشفشانی بُر داری مربوط می‌شود که در دوره‌های زمانی مختلف از میوسن بالا تا پلیوسن و حتی تا اوائل کواترنری نیز ادامه داشته‌اند.

واحد *UM1*

این واحد سنگی از لایه‌های ماسه سنگی نازک لایه دانه ریز و رس و مارن سیلت دار تشکیل گردیده است. این واحد سنگی عمدتاً در ناحیه مرکزی نیمه شمالی منطقه اکتشافی گسترش پیدا کرده است. این واحد سنگی نیز به تبعیت از روند کل لایه‌های سنگی منطقه دارای روند خاوری - باختری تا شمال خاور - جنوب باختری است. امتداد لایه بندی در این واحد سنگی شمال باختری - جنوب خاوری است و جهت شیب لایه‌ها در نقاط مختلف متغیر است که این امر معمولاً به تبعیت از سیستم ساختمانی حاکم بر لایه‌های سنگی منطقه صورت می‌گیرد. واحد *UM1* با لایه‌های زیرین و رویی خود دارای تماسی عادی است و معمولاً هم روند و هم سو و هم شیب با لایه‌های همجوار خود قرار می‌گیرد.

واحد *UM2*

این واحد سنگی به طور عمده از تناوب لایه‌های مارنی به رنگ کرم روشن و مارن سیلت دار که در بخش زیرین آن ماسه سنگ قرمز و سیلت سنگ و در بخش بالایی کنگلومرای دانه ریز قرار دارد تشکیل یافته است. واحد سنگی *UM2* دارای گسترش وسیعی در نیمه شمالی منطقه اکتشافی می‌باشد و این گستردگی هم در طول و هم در

عرض این واحد سنگی مشاهده می‌گردد. روند لایه‌های سنگی این واحد شبیه بقیه سیستم لایه بندی واحدهای سنگی در منطقه است.

واحد سنگی UM2 آخرین واحد چینه‌ای بخش بالایی سازند قرمز بالایی بوده و از نظر سنی از حدود فوقانی میوسن بالایی تا حد پایینی پلیوسن را تشکیل می‌دهد. ترکیب سنگ شناسی این واحد سنگی در بسیاری از موارد بسیار شبیه به واحد UM در همین منطقه اکتشافی می‌باشد با این تفاوت که واحد UM2 در نیمه شمالی منطقه و واحد UM در نیمه جنوبی منطقه دیده می‌شود. می‌توان چنین پنداشت که حداقل بخش‌های بالایی واحد UM می‌تواند هم ارز واحد UM2 باشد. وضعیت ساختمانی منطقه اکتشافی گویای این مطلب است که واحدهای نامبرده در دو طرف دامنه تاقدیس بزرگ منطقه معدنی هم ارز یکدیگر بوده بنابراین توجیهات منطقی و کافی برای ارتباط دادن این دو واحد از نظر شباهتهای سنگ شناسی و حتی چینه شناسی با یکدیگر، را می‌توانیم داشته باشیم لذا می‌توان گفت که این واحد سنگی نیز می‌تواند به تعبیری معادل واحد رسی - کنگلومرایی مناطق اکتشافی بُر دار از جمله منطقه معدنی قره گل باشد. اهمیت این موضوع در آن است که این واحد و واحدهای سنگی نظیر آن باتوجه به موقعیت چینه شناسی خود می‌توانند راهنمای خوبی در تشخیص بهتر جایگاه واحدهای سنگی بُر دار در مناطق مختلف نظیرشان که فاصله چندانی از آنها ندارند باشند.

۲-۲-۲-۲- کوآترنری

رسوبات کوآترنری در منطقه اکتشافی همانند منطقه پیرقشلاق دارای رسوبات آبرفتی قدیمی واحد Q11 شامل تراس‌های قدیمی رودخانه‌ای و نیز رسوبات کوآترنری در حد تراس‌های جوان با علامت اختصاری Q12 می‌باشد و بعد از آن جوانترین رسوبات کوآترنری را با علامت Q^{all} بر روی نقشه زمین شناسی می‌بینیم. نهشته‌های Q11 با دگرشیبی مشخص در بخشهای شمال باختری محدوده اکتشافی اورجک بر روی نهشته‌های سازند قرمز بالایی رخنمون یافته است.

رسوبات Q12 عمدتاً در بستر آبراهه‌های اصلی منطقه اکتشافی و نیز در حاشیه رودخانه قلعه چای دیده می‌شود. گسترش این رسوبات در منطقه اکتشافی اورجک نسبت به Q^{all} بیشتر است. بخش‌هایی از این رسوبات محل‌های مناسبی برای کشاورزی در منطقه محسوب می‌شوند. رسوبات Q12 عمدتاً بادرزهای آبرفتی دامنه بلندبها و

مخروط افکنه‌ها را تشکیل داده و معمولاً از جنس شن و سنگریزه و نیز رسوبات آبرفتی و قدیمی سیلابی و رودخانه‌ای تشکیل شده‌اند. رسوبات Q^{II} جوانترین رسوبات کواترنری در منطقه اکتشافی بوده و از گسترش کمتری نسبت به رسوبات Q_2 برخوردارند. این رسوبات فقط در حاشیه و بستر خشک رودخانه قلعه جای دیده می‌شوند.

۳-۲- تکتونیک

تحولات و ویژگی‌های تکتونیکی مناطق اکتشافی پیرقشلاق و اورجک را در دوبخش شامل بررسی اوضاع ساختاری، ساختمانی و تکتونیکی مناطق اکتشافی و نیز بررسی رویدادهای مهم تکتونیکی در تکوین بلندیها و فرورفتگی‌ها و تشکیل حوضه‌های رسوبی در مناطق اکتشافی موردنظر می‌توان بشرح زیر معرفی نمود.

۳-۲-۱- بررسی اوضاع ساختاری، ساختمانی و تکتونیکی مناطق اکتشافی

مناطق اکتشافی موردبررسی در دو محدوده پیرقشلاق و اورجک در یک نگاه کلی از نظر ساختاری در امتداد کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر قرار دارند ولی به دلایل ناشناخته‌ای در این مناطق، کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر بخوبی ظاهر نگردیده است. با آنکه کمربند آتشفشانی مذکور در تقسیم بندی اشتوکلین (۱۹۶۷) بعنوان یک زون ساختمانی مستقل معرفی شده است اما با دقت بیشتر می‌توان این زون را جز زون ساختاری ایران مرکزی و یا حداقل آنرا در حاشیه جنوب - جنوب باختر آن قرار داد. از دلایل این پندار یکی شباهت توده‌های آتشفشانی این کمربند باتوده‌های آتشفشانی ایران مرکزی و دیگری حضور نهشته‌های سنوزوئیک با ضخامت و گسترش نسبتاً قابل توجه (گرچه با عرض کم) در جنوب باختر این کمربند را می‌توان در نظر گرفت. توضیح آنکه در تقسیم بندی اشتوکلین زون سنندج - سیرجان در جنوب باختر کمربند آتشفشانی از جایی شروع می‌شود که پوشش رسوبی سنوزوئیک یا اساساً تشکیل نشده و یا ضخامت و گسترش آن بسیار محدود است. باتوجه به توضیح فوق منطقه قره گل در زون ساختاری ایران مرکزی قرار دارد، جائیکه کمربند آتشفشانی عملاً تشکیل نشده و از این رو پهنای زون ایران مرکزی افزایش یافته و به سمت جنوب باختر مستقیماً تا بیرون زدگیهای قبل از سنوزوئیک ادامه می‌یابد.

از آنجا که مناطق اکتشافی موردنظر ما در محدوده چهارگوش تکاب واقع می‌شوند از نظر مسائل کلی تکتونیکی در چهارچوب ویژگی‌های حاکم بر تکتونیک منطقه بزرگ تکاب و ماه نشان قرار می‌گیرند. بطور کلی برای محدوده چهارگوش تکاب الگوهای تکتونیکی متنوعی تاکنون ارائه گردیده است. بعضی از آنها براساس ویژگیهای خاص تکتونیکی حاکم بر محدوده مذکور ارائه گردیده‌اند و در تعدادی دیگر، شباهتها و وجوه مشترک منطقه مذکور

با سایر نقاط ایران مثل البرز، ایران مرکزی و زون سنندج - سیرجان در نظر گرفته شده است. براساس مطالعات زمین شناسی و بررسیهای تکتونیکی انجام شده در چهارگوش تکاب، جهت سهولت در تشریح بهتر موقعیت تکتونیکی و ساختمانی چهارگوش مذکور، این محدوده بزرگ به چهار منطقه کوچکتر C, B, A و D تقسیم گردیده است که هر منطقه دارای ویژگیهای مخصوص بخود می باشد. حوضه های رسوبی زیادی در زمانهای مختلف در طی این دوره ها بوجود آمدند که هر کدام به نوعی با حوادث تکتونیکی فوق در ارتباط بوده و تحت تأثیر فازهای بعدی حرکات تکتونیکی قرار گرفتند.

از نظر ساختمانی سازندهای مربوط به زیرزونهای (D, C, B, A) دارای فرقیهای زیادی با یکدیگر هستند. بطور کلی سنگهای پرکامبرین بعنوان پی سنگ (*Basement*)، از انواع سنگهای دگرگونی هستند که عمدتاً بخشهای مرکزی چهارگوش تکاب (زیرزون A) را بصورت برجسته تری نسبت به زیر زونهای خاوری و باختری (C, B) پوشش می دهند. این سنگهای قدیمی علاوه بر وسط چهارگوش در بخشهای دیگری از چهارگوش منجمله در ناحیه ماه نشان نیز دیده می شوند. در منطقه اکتشافی پیرقشلاق نیز سنگهای جوان سازند قرمز بالایی بواسطه عملکرد گسل تراستی سراسری با راستای شمال - جنوبی در مقابل سنگهای قدیمی پرکامبرین قرار گرفته و از گسترش آن در جهت های شمال و خاور جلوگیری بعمل آورده است.

منطقه اکتشافی پیرقشلاق در بخش بالایی زیرزون Ba از زون B و نیز منطقه اکتشافی اورجک در منتهی الیه باختری زیرزون مذکور واقع گردیده اند که گاهی بطور محلی اشکال ساختمانی در این زون و نیز در مناطق اکتشافی مورد نظر به تبعیت از سازندهای جوان واقع شده در آنها، شکل می گیرند. گسل خوردگی در این زون معمولاً کم و ناچیز است و روند اصلی واحدهای سنگی بویژه در بخش های شمالی این زون شمالی - جنوبی و در بخش های باختری $NE-SW$ است. اما امتداد غالب طبقات معمولاً $NW-SE$ و شیب آنها بسیار متغیر بوده و معمولاً جهت شیب طبقات باتوجه به ویژگی های ساختمانی حاکم بر مناطق، بطور محلی کاملاً تغییر می کند. از ویژگیهای ساختمانی مناطق اکتشافی مذکور پیچش های طبقات و تغییرات وسیع و فراوان موقعیت استقرار لایه ها در شیب و امتدادهای آنها بویژه در جهت شیب آنهاست که ناشی از چین خوردگی های فراوان (بصورت تاقدیس ها و ناودیس های مکرر) در نقاط مختلف منطقه خود را نشان می دهد. چین خوردگی ها اغلب ملایم و شیب طبقات نیز زیاد نیست لذا اغلب

چین ها از نوع چین‌های باز تا نیمه باز می‌باشند، مگر در مواردی که به علت عملکرد گسلها یا فشارهای تکتونیکی شدید بطور محلی باعث تندشدن آنها شده باشد. بخشی از رسوبات حاشیه‌ای و کم عمق دریای میوسن از نوع حوضه‌های رسوبی تلقی می‌گردند که بصورت پیش رونده در پیرامون برجستگی ها و بلندبهای سنگهای دگرگونی پرکامبرین در زونهای مربوطه قرار می‌گیرند. رسوبات نئوزن با مشخصات خاص حوضه‌های رسوبی تقریباً در همه جای این زون بیرون زدگی دارند. این رسوبات از نظر ساختمانی دارای چین خوردگی های با دامنه باز هستند و محور چین ها معمولاً دارای امتداد NW-SE است، به جز در نقاطی که بطور موضعی بر اثر عملکرد پدیده‌هایی نظیر دیاپیرسم بطور محلی ترکیب و نظم ساختمانی لایه‌ها بهم می‌خورد و دستخوش تغییرات فاحش در شیب و امتداد لایه‌ها، جابجایی آنها و در نتیجه تغییر حالت چین خوردگیها می‌گردد. عملکرد و اثرات پدیده دیاپیرسم در مناطقی که دارای ترکیب چینه شناسی و سنگ شناسی سازندهای نئوزن است بویژه در سازند قرمز بالایی به کرات در منطقه ماه نشان دیده می‌شود. علت آن است که این نوع سکناس‌های رسوبی در بین لایه‌های خود سنگهای تبخیری فراوانی از نوع نمک، گچ و تبخیریهای دیگر دارند که هم کیفیت این نوع سنگها که حالت پلاستیکی شدید دارند و هم نوع دیگر سنگها که از جنس رس و مارن می‌باشند. آنها نیز حالتی لغزنده و مشابه سنگهای تبخیری دارند با فشارهای تکتونیکی مداوم و حتی ملایم به سهولت تغییر حالت داده و به طرف نقاط ضعف سیستمهای ساختمانی منطقه از جمله محل گسلها حرکت کرده و حالت‌های متعدد دیاپیری ایجاد می‌کنند که در نتیجه آن انواعی از بهم ریختگی ها و بهم خوردگی‌های طبقات را بوجود می‌آورند. این نوع پدیده‌ها اغلب در نتیجه حرکت لایه‌های زمینی بطرف بالا در سطح زمین تظاهر می‌یابند و باعث می‌شوند بخصوص پس از انجام عمل فرسایش در معرض دید قرار گیرند و به همین دلیل از نظر اکتشاف کانیهای تبخیری از جمله براتها نقش مثبت و مفیدی می‌توانند داشته باشند کماینکه وقوع این پدیده در منطقه معدنی قره گل باعث بیرون زدگی کانیهای بُر گردیده است.

۲-۳-۲- بررسی رویدادهای مهم تکتونیکی در تکوین بلندبها و فرورفتگی ها و تشکیل حوضه‌های رسوبی در مناطق اکتشافی بُر دار

بین سازند قم و سازند قرمز بالایی رویداد تکتونیکی بسیار چشمگیری وجود دارد که در برخی از نقاط کشور بصورت چین خوردن و بالآمدگی (Uplift) سازند قم ظاهر شده و این سازند را از دفن شدن در زیر نهشته‌های جوان حفظ نموده است. دگرشیبی این رویداد را در سطح کشور به سختی می‌توان دید اما تغییرات سنگ شناسی آشکار و

شدیدی بین این دو واحد وجود دارد که خود نشانه این رویداد است. گرچه پایین افتادن جهانی سطح آب دریاها در این افق نیز تأثیر بسیار زیادی در این تحول سنگ شناختی داشته است. از آنجا که سن بخش بالایی سازند قم (بخش f) بوردیگالین تعیین گردیده است، لذا رویداد اخیر رویداد استیرین (*Styrian*) خواهد شد.

سازند قرمز بالایی را در یک تقسیم بندی کلی می‌توان به دو نیمه پایین و بالایی تقسیم نمود. نیمه زیرین دارای رنگ قرمز و سختی بیشتر است و در برخی از نقاط کشور مانند مناطق اکتشافی موردنظر با افقهای گچی همراه است. نیمه بالایی دارای رنگ روشن تر و سختی کمتر است. ضخامت این دو نیمه در بیشترین مقادیر رسوبگذاری در مقاطع کامل و تیپ بطور معمول مساوی و حداکثر ضخامت برای هر نیمه در حدود ۳۰۰۰ متر است. بین این دو نیمه رویداد تکتونیکی بسیار چشمگیری وجود دارد که در برخی از مناطق کشور سبب چین خوردن و بالآمدگی نیمه زیرین گردیده است. در این مناطق نیمه بالایی یا تشکیل نشده و یا بسیار نازک و حداکثر در حدود ۲۰۰ متر است. در مناطق اکتشافی نیز این رویداد، نیمه زیرین را تا حدودی چین داده و به بالا رانده است و تناوب کنگلومرا، سیلت سنگ، ماسه سنگ و رس، جای نیمه بالایی سازند قرمز بالایی را گرفته که نماینده رویداد تکتونیکی مورد بحث است. از آنجا که نیمه زیرین سازند قرمز بالایی دارای سنی جوانتر از بوردیگالین است بنابراین رویداد مورد نظر باید پس از رویداد استیرین (*Styrian*) یعنی رویداد آتیکن (*Attican*) باشد.

در مناطق اکتشافی مورد نظر دگرشیبی خفیف بین واحدهای کنگلومرای رویی و نیمه زیرین سازند قرمز بالایی آشکارترین نشانه رویداد آتیکن است. به هر حال تغییر سنگ شناسی در این افق از رس و مارن‌های رنگی بسیار دانه ریز به واحد کنگلومرای و ماسه سنگی دانه درشت نشانه تغییر نوع حوضه‌های رسوبی مربوطه و نشانه گویای این رویداد است. در واقع در حدود رخ دادن رویداد تکتونیکی مورد نظر بوده است که شرایط لازم برای تشکیل حوضه رسوبی مناسب کانیه‌های تبخیری بر می‌توانسته فراهم شده باشد. به این ترتیب زمان تشکیل کنسارهای احتمالی مناطق اکتشافی مورد بحث، مربوط به شروع و اوایل رویداد آتیکن، دگرشیبی مذکور مربوط به اواسط این رویداد و چین خوردگی و بالآمدگی کنگلومرا که بخصوص در منطقه اکتشافی اورجک مشخص است مربوط به پایان این رویداد است. در واقع جنبش‌های مختلف این رویداد، دامنه زمانی نسبتاً کوتاهی را می‌پوشاند که طی آن سه مرحله فوق تکوین یافته است.

رویدادهای تکتونیکی پس از آتیکن یعنی پس از چین خوردگی واحد کنگلومرایی چندان چشمگیر نبوده و تنها بصورت سطوح ژئومورفیک با تراس‌های کوچک و بزرگ در سطوح مختلف قابل مشاهده است. این رویدادها شامل رویدادهای رودنبن، والاشین و پاسادنین می‌گردد که نقش اصلی آنها تشدید عوارض زمین (*Rejuvenation*) یعنی جوان کردن عوارض فرسایش یافته بشکل بالا راندن منطقه، تشکیل سطوح ژئومورفیک و تراس‌های کوچک و بزرگ در سطوح مختلف توپوگرافی و نیز تشدید فرسایش می‌باشد.

فصل سوم: ترانسه‌ها و نمونه برداری

بر اساس الگوی انتخابی و تعیین مکان تقریبی افق کانه‌دار، مناطق دارای بیشترین همخوانی با پارامترهای اکتشافی در مناطق پیر قشلاق و اورجک مورد بررسی قرار گرفتند و بر اساس نظر کارشناسی در مرحله اول تعداد ۳۰ ترانسه با طول ۱۱۵۵ متر در دو منطقه مزبور به شرح جداول (۱) و (۲) انتخاب گردیدند. به دلیل محدودیت‌های مالی طرح، و با توجه به ویژگی‌های زمین شناسی در تعداد و طول این ترانسه‌ها تغییراتی داده شد. تغییرات اعمال شده در جداول (۳) و (۴) آمده است.

در حفر ترانسه‌ها، نزدیکی به افق ژیبسی ضخیم، حضور مارن قرمز و نزدیکی به قاعده کنگلومرای پلیوکواترن همواره مدنظر بوده است. نمونه برداری از این ترانسه‌ها نیز بر اساس فواصل ۴ متری تعیین گردید ولی در عمل، هرگونه تغییرات عمده سنگ شناسی و یا تغییر در رخساره سنگ، از لحاظ رنگ، بافت و حضور یا پیدایش رگچه‌های ژیبسی در فواصل نمونه برداری تاثیر داده شد. ویژگی ترانسه‌ها شامل آزیموت و تغییرات آن، شیب و تغییرات آن، عمق، پهنا و طول ترانسه اندازه‌گیری شد و مسایل زمین شناسی، چینه شناسی، سنگ شناسی و تغییر رخساره‌ها نیز برداشت گردید و در نهایت پروفیل‌های حاصله در مقیاس ۱:۲۰۰ ترسیم شد. جایگاه نمونه‌های برداشت شده و ویژگی سنگ شناسی در پروفیل‌های حاصله به نمایش درآمد (نقشه‌های شماره ۳ تا ۲۷).

در پایان کار حفر ترانسه‌ها، ۱۸۳ نمونه برداشت گردید (۸۷ نمونه از محدوده پیر قشلاق و ۹۶ نمونه از منطقه اورجک) با اولویت بندی نمونه‌ها و رعایت تعداد نمونه مجاز برای ارسال به آزمایشگاه با موافقت کارفرما، ۱۳۰ نمونه به آزمایشگاه ارسال و همگی تحت اسپکترومتری عنصر بر و ۲ نمونه از آنها نیز تحت کانی شناسی به روش XRD قرار گرفتند. در عکسهای پیوست ۲ نیز، ترانسه‌های حفر شده در مناطق مزبور به تصویر کشیده شده‌اند.

نام ترانسه	Tr1	Tr2	Tr3-1	Tr3-2	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7	Tr8	Tr9	Tr10	Tr11	Tr12	Tr13	Tr14
طول (متر)	۵۰	۴۰	۲۰	۲۰	۵۰	۱۵	۴۰	۵۰	۸۰	۲۵	۴۰	۷۰	۴۰	۲۰	۴۰

جدول (۱) - مشخصات ترانسه‌های پیشنهادی در مرحله اول در محدوده پیر قشلاق

نام ترانسه	Tr1	Tr2	Tr3	Tr4	Tr5	Tr6	Tr7	Tr8	Tr9	Tr10	Tr11	Tr12	Tr13	Tr14	Tr15
طول (متر)	۲۰	۱۰	۴۰	۲۵	۲۰	۴۰	۴۰	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰

جدول (۲) - مشخصات ترانسه‌های پیشنهادی در مرحله اول در محدوده اورجک

ردیف	نام ترانشه	طول (m)	میانگین عمق (m)	میانگین عرض (m)	حجم (m ³)	تعداد نمونه برداشت شده
۱	Tr-1	۵۳	۰/۹۵	۰/۷۰	۳۵/۲۵	۱۵
۲	T-2	۴۰	۱/۰۰	۰/۷۵	۳۰/۰۰	۱۰
۳	Tr-4	۵۱/۳	۱/۶۰	۱/۲۰	۹۸/۵۰	۷
۴	Tr-6/1	۲۴/۲	۱/۰۰	۰/۷۰	۱۶/۹۴	۶
۵	Tr-6/2	۲۵	۱/۰۰	۰/۷۰	۱۷/۵۰	۷
۶	Tr-10/1	۲۱/۵	۰/۹۵	۰/۷۵	۱۵/۳۲	۷
۷	Tr-10/2	۲۶/۲	۱/۰۰	۰/۸۵	۲۲/۲۷	۶
۸	Tr-12	۴۵	۱/۰۰	۰/۷۰	۳۱/۵۰	۱۷
۹	Tr-13	۲۰	۱/۰۰	۰/۷۰	۱۴/۰۰	۱۵
۱۰	Tr-14	۳۱/۵	۰/۹۰	۰/۸۰	۲۲/۵۸	۷
	جمع کل	۳۳۷/۷۰	---	---	۳۰۳/۸۶	۸۷

جدول (۳) - ویژگی ترانشه‌های حفر شده و تعداد نمونه برداشت شده از آنها در محدوده پیرقشلاق

ردیف	نام ترانشه	طول (m)	میانگین عمق (m)	میانگین عرض (m)	حجم (m ³)	تعداد نمونه برداشت شده
۱	Tr-1	۲۴	۰/۹۰	۰/۸۰	۱۷/۲۸	۶
۲	T-3	۳۰	۱/۰۰	۰/۸۰	۲۴/۰۰	۸
۳	Tr-4/1	۱۲	۰/۹۵	۰/۸۰	۹/۱۲	۳
۴	Tr-4/2	۱۵/۵۰	۰/۸۰	۰/۸۵	۱۰/۵۴	۳
۵	Tr-6	۳۰	۰/۹۰	۰/۸۰	۲۱/۶۰	۶
۶	Tr-7	۲۳	۰/۶۵	۱/۱	۱۶/۴۵	۷
۷	Tr-8	۴۷	۰/۹۵	۰/۸۰	۳۵/۷۲	۱۲
۸	Tr-9/1	۱۰	۰/۹۰	۰/۷۵	۶/۷۵	۳
۹	Tr-9/2	۲۸	۱/۰۰	۰/۹۵	۲۶/۶۰	۷
۱۰	Tr-10	۲۳	۰/۹۵	۰/۹۰	۱۹/۶۷	۶
۱۱	Tr-11/1	۲۴	۰/۹۰	۰/۸۰	۱۷/۲۸	۶
۱۲	Tr-11/2	۵	۰/۹۵	۰/۸۰	۳/۸۰	۲
۱۳	Tr-12/1	۴۲/۵۰	۱/۰۰	۰/۸۰	۳۴/۰۰	۱۰
۱۴	Tr-12/2	۹/۵۰	۱/۰۰	۰/۹۵	۹/۰۳	۳
۱۵	Tr-13	۵۵	۰/۹۰	۰/۸۰	۳۹/۶۰	۱۵
	جمع کل	۳۷۸/۵۰	---	---	۲۹۱/۴۴	۹۷

جدول (۴) - ویژگی ترانشه‌های حفر شده و تعداد نمونه برداشت شده از آنها در محدوده اورجک

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها و نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در مناطق اکتشافی پیر قشلاق و اورجک، انجام هر گونه عملیات اکتشافی بر اساس داده‌های بدست آمده از بررسی‌های مرحله قبل بوده که خود مرحله قبل نیز بر اساس بررسی‌های سیستماتیک اکتشافی خاص مناطق بر خیز بوده است چنانکه اصول آن در گزارش‌های اکتشافی ارائه شده مستلاً به تفصیل بیان گردیده است. بنابراین داده‌های حاصل از بررسی‌های اکتشافی در منطقه پیرقشلاق و اورجک بطور طبیعی روش کاری پیگیری عملیات اکتشافی را غیر از آنچه که تاکنون در پیگیری عملیات اکتشافی در مرحله اخیر انجام گرفته دیکته و توصیه نمی‌نموده است.

در مرحله اخیر عملیات اکتشافی انجام شده مبنای ادامه کار، مقادیر بالای ناگهانی بر در نقاطی بوده است که بطور غیر عادی حد بالایی از آلودگی بر را ولو در یک یا دو نقطه از خود نشان می‌داده‌اند. بنابراین بطور طبیعی برنامه کاری در کنترل اطلاعات و داده‌های اکتشافی از نقاطی با مقدار یا مقادیر بالایی از بر علی‌الاصول باید قرار می‌گرفت و در نهایت، کاوش و نمونه‌گیری بیشتر در حوالی محل‌هایی انجام گرفت که طبیعتاً نسبت به سایر نقاط مناطق اکتشاف شده اولویت بیشتری را از نظر پیگیری عملیات اکتشافی دارا بوده‌اند.

بنابراین علیرغم اینکه نتایج بدست آمده از عملیات اکتشافی اخیر و آنالیز نمونه‌های گرفته شده امیدواری بیشتری را در پیگیری عملیات اکتشافی تفصیلی‌تر بوجود نیاورده‌اند اما راه و روش بکار گرفته شده اصولی و منطقی بوده و غیر از آنچه که تاکنون انجام گرفته هیچگونه عملیات دیگری از توجیهات علمی و فنی مقبولتری بعنوان یک روش برتر متصور و قابل ارائه نبوده است اصولاً روش صحیح پیگیری عملیات اکتشافی هم همین است که همواره مراحل مختلف اکتشافی را بگونه‌ای انجام گیرند که انجام هر مرحله بر مبنای توجیهات منطقی و مستدل از مراحل قبلی صورت گرفته تا جاییکه با کمترین هزینه و ثمربخش‌ترین نتیجه ادامه یا توقف عملیات مشخص گردد. معیناً آنچه تاکنون از بررسی‌های اکتشافی این منطقه و سایر مناطق شناخته شده دارای پتانسیل معدنی بر بویژه در نقاط شناخته شده‌ای که واجد کانسار یا حتی معدن فعال بر مثل معدن قره‌گل قابل توجه می‌نماید این است که علیرغم تمامی اصول زمین‌شناسی و اکتشافی خاص مناطق بردار و ماده معدنی بر که تاکنون مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته و همواره مبنای اصولی اکتشاف این ماده معدنی بوده‌اند، در نهایت این مسئله نیز مورد توجه و تاکید قرار گیرد که در روند بررسی‌های اکتشافی، پدیده‌های نکتونیک که منجر به ایجاد گسل، شکاف و گسستگی و نیز حالت‌های بهم

ریختگی لایه‌های زمینی و سنگها که ترجیحاً در اثر پدیده‌های دیابیریزم در مناطق اکتشافی مستعد اتفاق افتاده باشند باید بطور جدی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند و در اینگونه پدیده‌های زمین شناسی اتفاق افتاده ردیابی کانیهای بر که ممکن است بر اثر بهم ریختگی سنگها و لایه‌های زمینی برونزد پیدا کرده باشند با دقت لازم مد نظر قرار گیرند.

یکی از پدیده‌های بسیار جالب و مهم که در بررسیهای اکتشافی و مطالعات ویژگیهای ژئوشیمیایی لایه‌های رسوبی بلا فصل، مجاور و نزدیک و یا حتی با فاصله نسبتاً دور از معادن و کنسارهای بر که بوضوح لایه‌های بر در آن وجود داشته و حتی مورد بهره برداری قرار داشته، مورد شناخت قرار گرفته است این است که گاهی اتفاق می‌افتد که چه بسا سازندهایی حتی از جنس رس که وابستگی ژئوشیمیایی فراوان و تنگاتنگی از نظر واجد بودن بر با این عنصر دارند علیرغم نزدیک بودنشان به محل کنسار و محدوده تجمع کانیهای بر، بر خلاف بسیاری از انواع دیگر کنسارها، فاقد مقادیر قابل توجه و قابل انتظاری از بر می‌باشند در حالیکه بطور طبیعی تصور می‌شود که سنگهای نزدیک کنسار علی‌القاعده باید واجد مقادیر متناهی از بر باشند و نیز برعکس این حالت نیز دیده شده است که در مواردی هم اتفاق می‌افتد که علیرغم فواصل بعید سنگهایی از کنسارهای بر، مقادیر بالایی از این عنصر در ترکیب سنگ شناسی آنها ملاحظه می‌گردد. گرچه به هر حال تعداد نمونه‌ها، بویژه وقتی که زیاد باشند و مقادیر بالای بر موجود در آنها اولویت اکتشافی بیشتری را از نظر پیگیری و بررسیهای اکتشافی دیکته می‌نماید ولی باز هم به دلائل و شواهد فوق‌الذکر، اینگونه استثنائات اکتشافی را در مورد ماده معدنی بر نباید نادیده گرفت و علاوه بر همه آنچه که در مورد شناسایی جایگاه ژئوشیمیایی، زمین شناسی و اکتشافی بر لازم است مد نظر قرار گرفته و رعایت شود این نکته را نیز نباید از نظر دور داشت که صرف تکیه کردن بر میزان و مقدار غیر عادی بر در یک سنگ و یا سازند زمین شناسی هم نباید این انتظار را بوجود آورد که الزاماً به محل تجمع و ذخیره کانیهای بر و محل کانی سازی آن نزدیک شده‌ایم، از اینرو مسائل دیگری از پدیده‌های زمین شناسی را نیز باید بعنوان آلترناتیوهای دیگر اکتشافی مدنظر قرار داد و در اکتشاف این ماده معدنی پیچیده از این پدیده‌ها نیز بهره گرفت که در این رابطه یکی از مهمترین پدیده‌های زمین شناسی که در مراحل اکتشافی بر و معمولاً بیشتر پس از بررسیهای اولیه اکتشافی باید مورد توجه و امعان نظر قرار گیرد همانا بررسیهای تکتونیک و مطالعات زمین شناسی بر روی گسل، شکستگیها و علی‌الخصوص محلهای

بهم ریخته که عمدتاً در محل‌های وقوع دی‌پایریزم اتفاق می‌افتند می‌باشند. چرا که در چنین شرایطی شانس بیرون زدگی و رخ نمایی کانیهای بر خیلی بیشتر از نقاطی است که چنین پدیده‌های زمین شناسی در آنها اتفاق نیافتاده است. لذا حتی اگر ذخایری از کانیهای بر در زیر زمین و زیر لایه‌های رسوبی که آثار تکتونیکی را تحمل نکرده و بطور عادی در زیر مدفون باشند، آنگونه که تاکنون تجربه گردیده است شناخته نشده و حتی مطالعات ژئوشیمی مناطق کوچک و محدوده اکتشافی نیز گرچه از نظر اکتشافی لازم و ضروری است اما بنا به دلائلی که در بالا ذکر شد نظر قاطع و نهایی را در این ارتباط نمی‌توانند ارائه دهند.

خلاصه اینکه با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌های گرفته شده در مورد منطقه پیرقشلاق هیچگونه عملیات اکتشافی بیشتری توصیه نمی‌شود و پایان این عملیات در همین مرحله اعلام می‌گردد، زیرا نتایج حاصل از بررسیهای اکتشافی علیرغم حفر ترانشه در محلهایی که بیشترین آلودگی بر را حتی در مقادیر بیش از 1000 PPM داشته‌اند و حتی در حالتیکه بعنوان کسب ضریب اطمینان بیشتر از کنترل این ماده معدنی اقدام به حفر ترانشه در ابعاد وسیعتری گردید اما هیچگونه اثری ولو ناچیز از حضور بر بصورت کانی از این ماده معدنی ملاحظه نگردید. علاوه بر آن، از طرف دیگر با عنایت به اینکه در محدوده بررسی شده، آثار و پدیده‌های تکتونیکی از آن نوع که در فوق تشریح شد نیز در محل ملاحظه نمی‌گردد، بنابراین توصیه می‌گردد که بررسیهای اکتشافی در منطقه پیرقشلاق در همین مرحله خاتمه یافته تلقی گردد.

در مورد منطقه اورجک باید گفت که بررسیهای اکتشافی تا حدی متفاوت‌تر از منطقه پیرقشلاق بنظر می‌رسد. چرا که نتایج آنالیز نمونه‌ها نشان می‌دهد که اولاً میزان متوسط عیار بر در این منطقه اکتشافی بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از منطقه پیرقشلاق است و ثانیاً در این منطقه اکتشافی حداقل در دو مورد از محل حفر ترانشه‌ها به شماره‌های ۳ و ۴، مقادیر بر در تمام نمونه‌های گرفته شده بگونه‌ای غیر عادی از متوسط مقادیر بر در کل نمونه‌های گرفته شده از این منطقه اکتشافی بالاتر است. از طرف دیگر مقادیر بالای بر در دو ترانشه‌ای دیده شده‌اند که اولاً این دو ترانشه در نزدیکی هم قرار دارند و ثانیاً در عین حال هر کدام در یک یال طاق‌دیس کوچکی که محور آن از بین آن دو عبور می‌کند واقع گردیده‌اند. بنابراین با در نظر گرفتن کلیه شواهد و شرایط زمین شناسی و اکتشافی در این نقطه از منطقه اکتشافی اورجک گرچه هیچگونه عملیات اکتشافی مفصلتری پیشنهاد نمی‌شود اما بنظر می‌رسد

بررسیهای روی زمین بیشتری که منحصراً می‌تواند شامل کندوکاو چکشی و بررسی‌های سطحی و احیاناً چند نمونه مشکوک و نیز بررسی تکتونیکی دقیقتری از این محل باشد بی‌مورد و غیر قابل توجیه نباشد. در غیر این صورت در این منطقه اکتشافی نیز خاتمه ادامه عملیات اکتشافی اعلام گردیده و بررسی مفصلتری مضاف بر آنچه که پیشنهاد گردید توصیه نمی‌گردد.

پیوست ۱ - نیمرخ ترانشه‌های حفر شده

پیوست ۲ - عکس‌های ترانسه‌های حفر شده

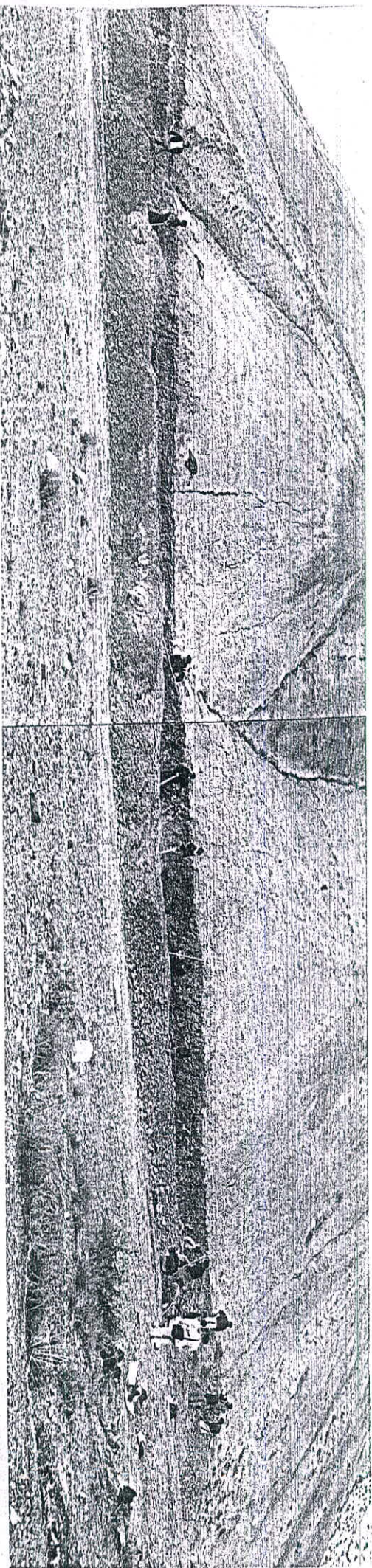
بىر وىشلاق



جرس ۴۲ = N35 Tr-2



جرس ۴۱ = N35 Tr-1

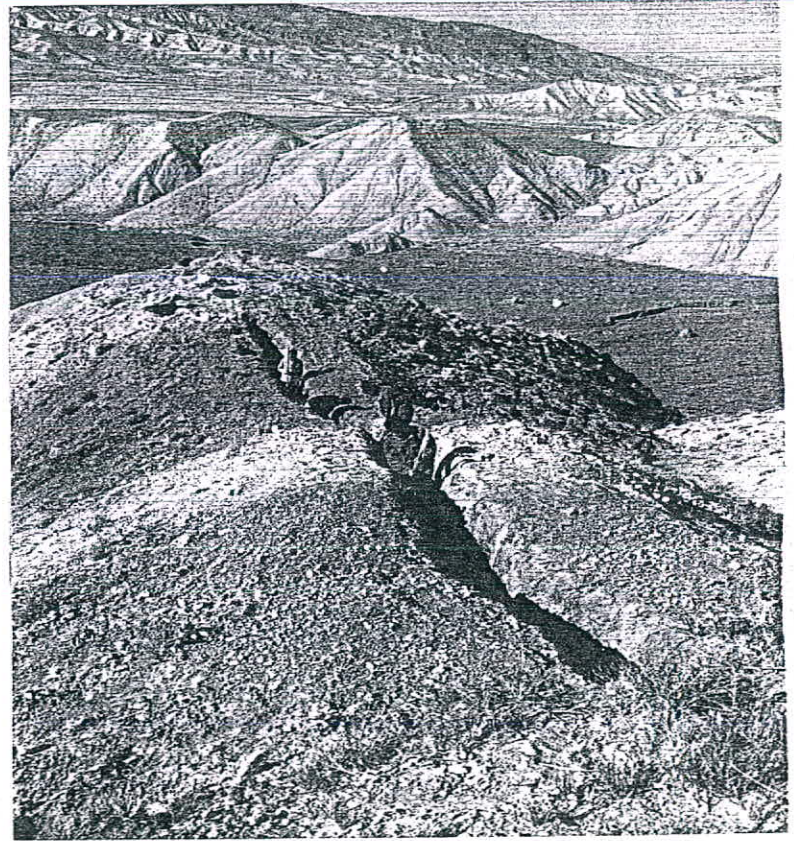


Az = N300 TR-4 4.2.5.2

Y



Az = N300 Tr-6/2 ترانشه



Az = N300 Tr-6/1 ترانشه

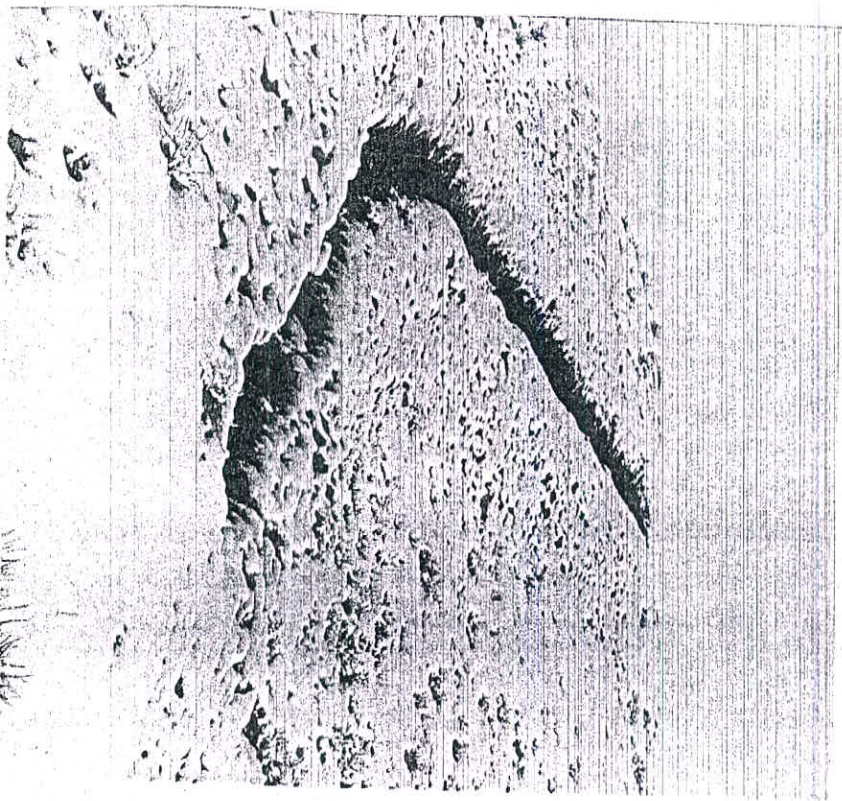


ترانسه Tr-12 Az = N15



ترانسه Tr-14 Az = N75

اورجیل

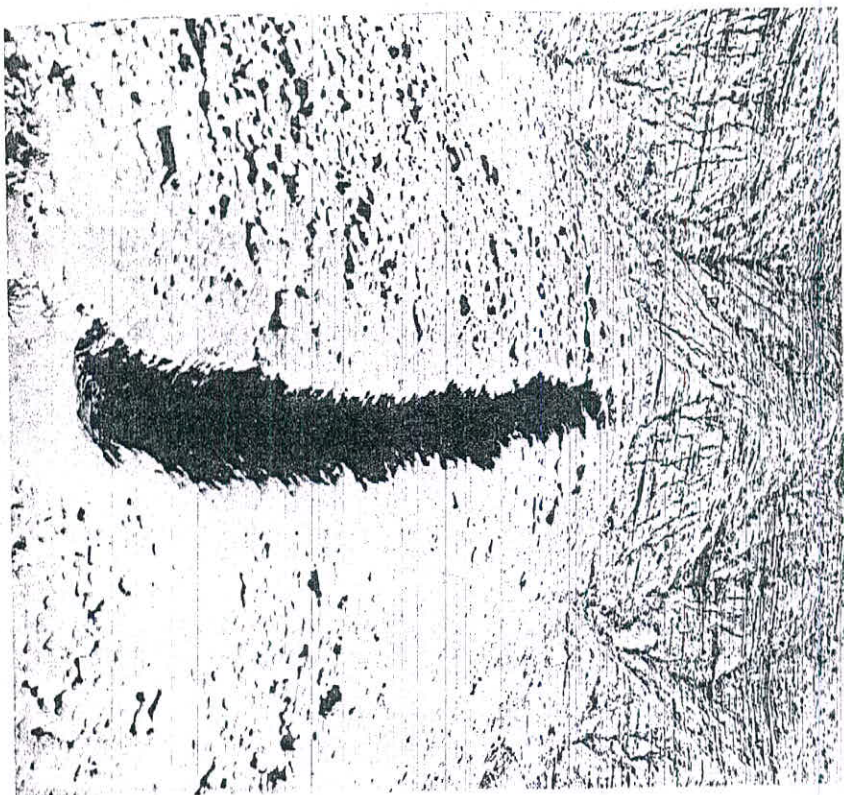


Tr-3 4517

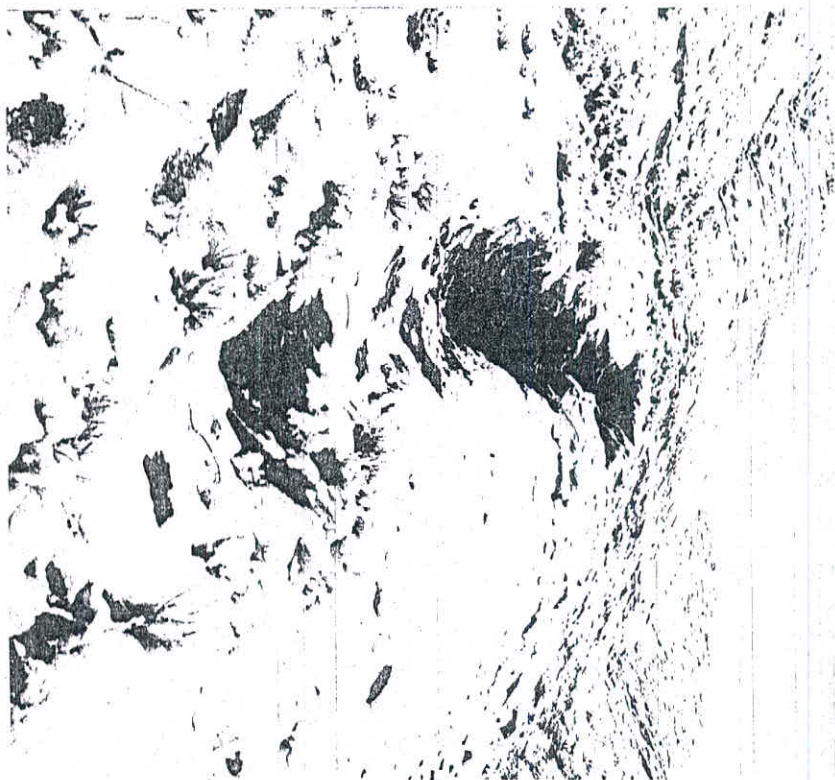
10000 ft



Az = N235 Tr-1 4517



ترانشه 6-7 $Az = N265$



ترانشه 2-4 $Az = N65$



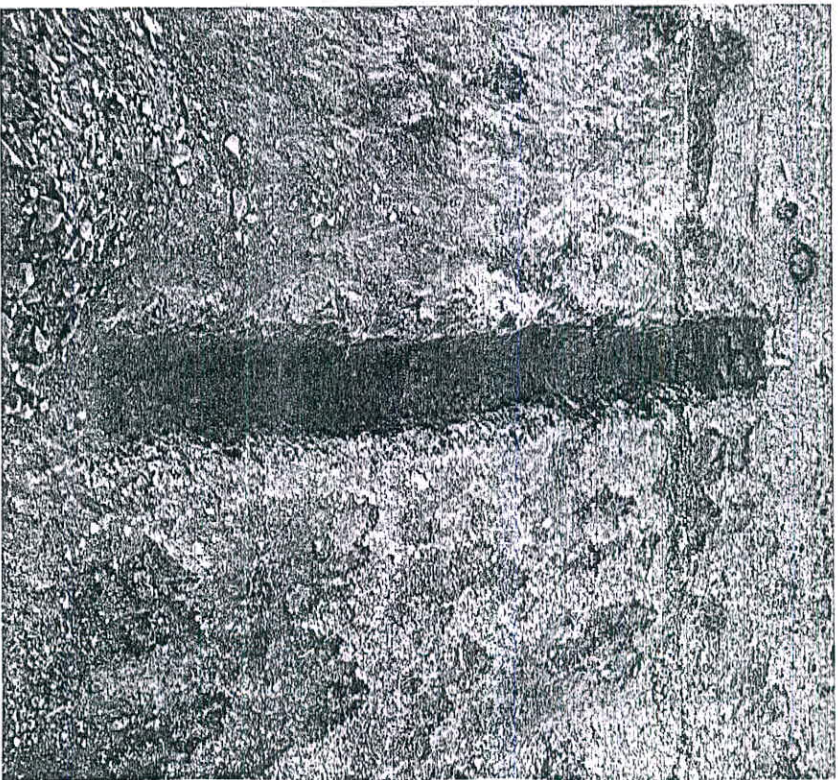
Az = N355 Tr-8



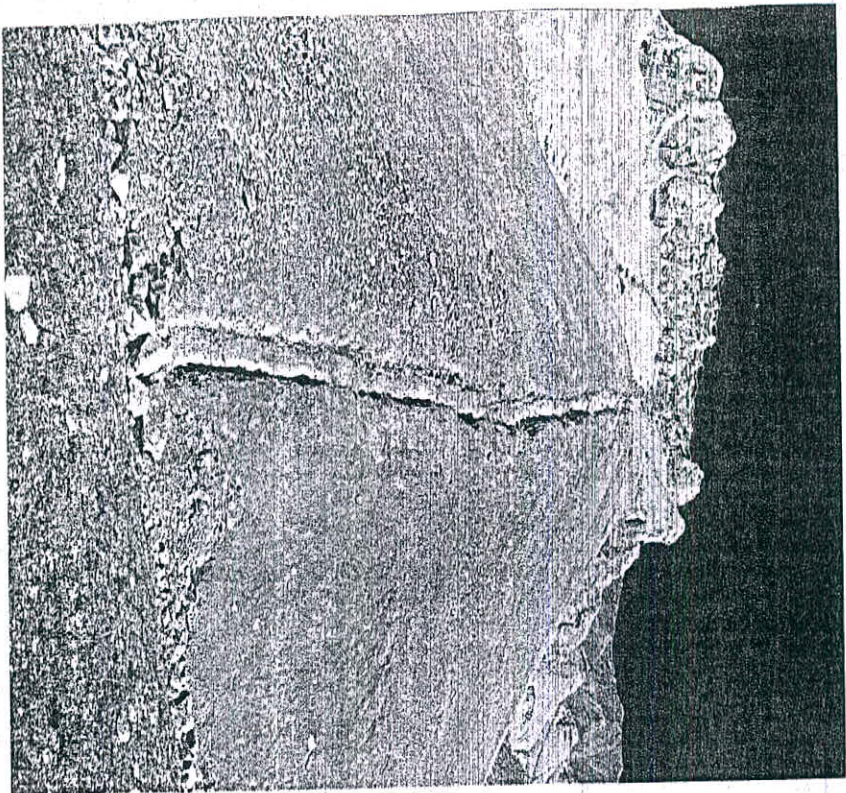
Az = N-5 Tr-7



Az = N40 TR-9/2 4.5/5



Az = N270 TR-9/1 4.5/5



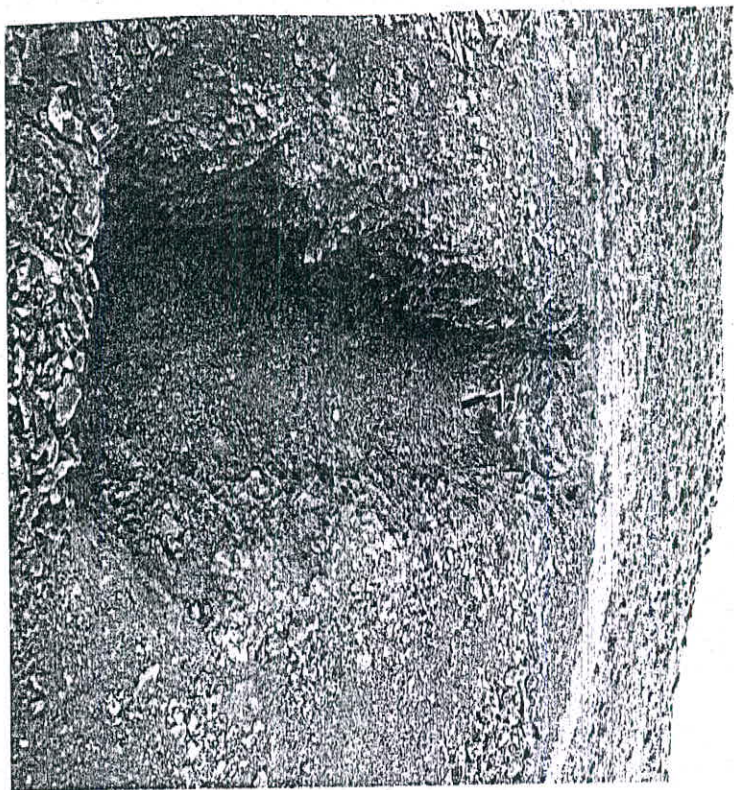
Az = N5

Tr-13 421/2

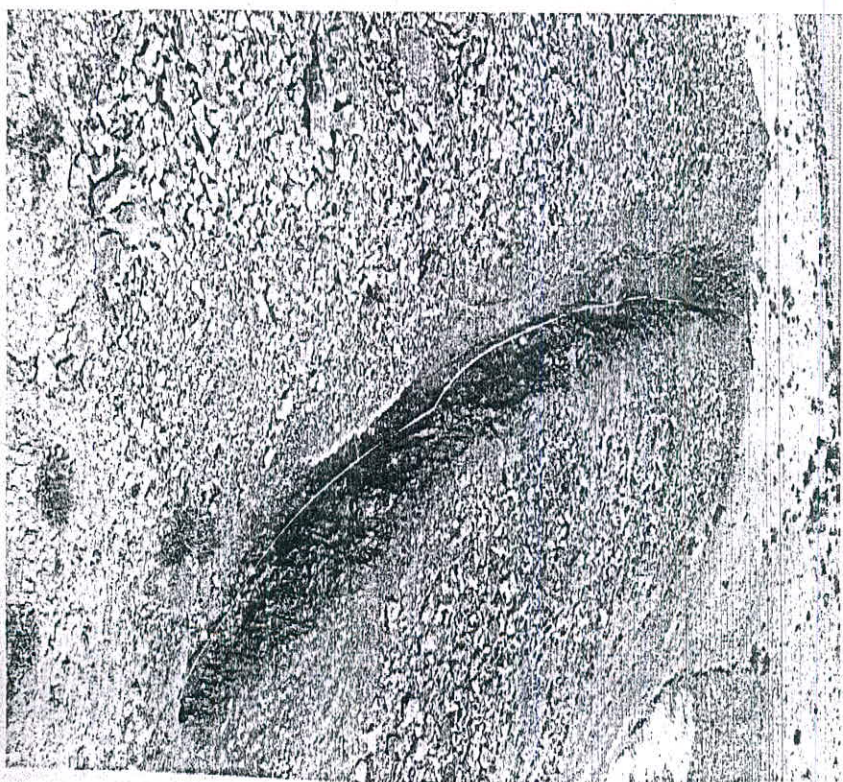


Az = N330

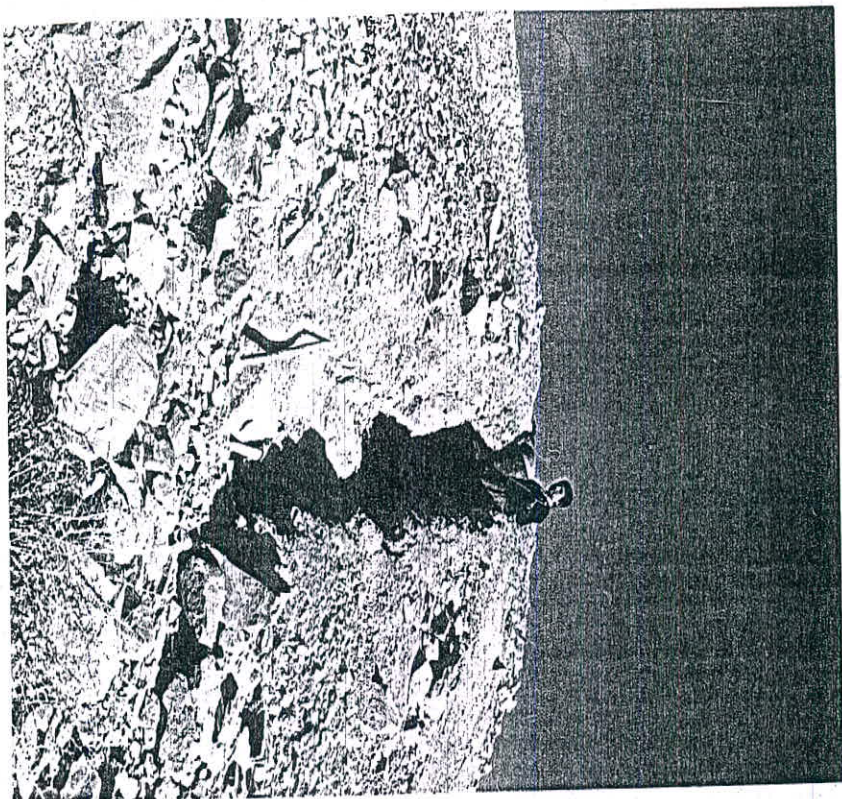
Tr-10 421/2



Az = N30 Tr-11/2 4.2.75



Az = N20 Tr-11/1 4.2.75



ترتیب T-12/2 Az = N50

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور



ترتیب T-12/1 Az = N70

پیوست ۳ - نتیجه آنالیز نمونه‌ها