س
۲۹۷۲ د
TN
۴۰۰
۱۹ 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
۸۱۵۶۷ ۸۳/۵/۱۳

شرکت مهندسین مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب

۱۳۷۹

فهرست مطالب

فهرست مطالب ۱

بخش اول ۳

فصل اول : کلیات ۳

۱-۱- مقدمه ۳

۱-۲- روش کار ۳

۱-۳- جغرافیا ۴

۱-۳-۱- جغرافیای طبیعی ۴

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

فصل دوم : زمین شناسی عمومی ۷

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- زمین ریخت شناسی ۷

۲-۳- چینه شناسی ۸

۲-۳-۱- سازند کهر (Kahar Formation) ۸

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

۲-۳-۳- نهشته‌های پلیوسن - پلئیستوسن ۹

۲-۳-۴- نهشته‌های کواترنر ۹

۲-۴- ماگماتیسم ۹

۲-۵- ساختار زمین شناسی و تکتونیک ۹

۲-۶- تاریخ تکوین ساختمانی ۱۱

فصل سوم : مدل سازی ۱۴

۳-۱- الگوی انتخابی ۱۴

۳-۲- مسائل تکتونیکی و دیاپیریزم ۱۴

بخش دوم ۱۵

فصل اول : کلیات ۱۵

۱-۱- مقدمه ۱۵

۱-۲- موقعیت جغرافیایی ۱۵

۱-۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه اکتشافی پیرقشلاق ۱۵

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

۱-۳- روش کار ۱۷

فصل دوم: زمین‌شناسی مناطق مورد بررسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ (مناطق اکتشافی پیرقشلاق و اورجک).۱۹
۲-۱-زمین شناسی منطقه اکتشافی پیرقشلاق ۱۹
۲-۱-۱- مورفولوژی ۱۹
۲-۱-۲- چینه شناسی ۲۰
۲-۱-۲-۱- پرکامبرین (سازند کهر،واحدهای سنگی Cd , Crs , CK) ۲۱
۲-۱-۲-۲- اولیگومیوسن (اولیگوسن بالا- میوسن زیرین سازند قم، واحد OMt) ۲۲
۲-۱-۲-۳- میوسن میانی - بالایی (سازند قرمز بالایی) ۲۴
۲-۱-۲-۴- کواترنری ۲۶
۲-۲-زمین شناسی منطقه اکتشافی اورجک (خاور ارزه خوران) ۲۷
۲-۲-۱- مورفولوژی ۲۸
۲-۲-۲- چینه شناسی ۲۸
۲-۲-۲-۱- میوسن میانی - بالایی (سازند قرمز بالایی) ۲۹
۲-۲-۲-۱-۱- میوسن میانی (واحدهای سنگی M۴ ، M۳ ، M۲ ، M۱) ۲۹
۲-۲-۲-۱-۲- میوسن بالایی (واحدهای سنگی UM , UMc , UMtc , UM1 , UM2) ۳۱
۲-۲-۲-۲- کواترنری ۳۴
۲-۳-تکتونیک ۳۵
۲-۳-۱- بررسی اوضاع ساختاری، ساختمانی و تکتونیکی مناطق اکتشافی ۳۵
۲-۳-۲- بررسی رویدادهای مهم تکتونیکی در تکوین بلندیها و فرورفتگی ها و تشکیل حوضه‌های رسوبی در مناطق اکتشافی بُر دار. ۳۷
فصل سوم : ترانشه‌ها و نمونه برداری ۴۰
فصل چهارم: تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها و نتیجه گیری و پیشنهادات ۴۲
پیوست ۱ ـ نیمرخ ترانشه‌های حفر شده ۴۶
پیوست ۲ ـ عکس‌های ترانشه‌های حفر شده ۴۷
پیوست ۳ ـ 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 مهندسین 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 ترانشه با طول ۱۱۵۵ متر انتخاب و پس از اولویت بندی تعداد ۲۵ ترانشه 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 *B2O3*، 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 ژیپسی 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 خاوری و عرضهای ′۴۵ °۳۶ تا °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 باران 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.

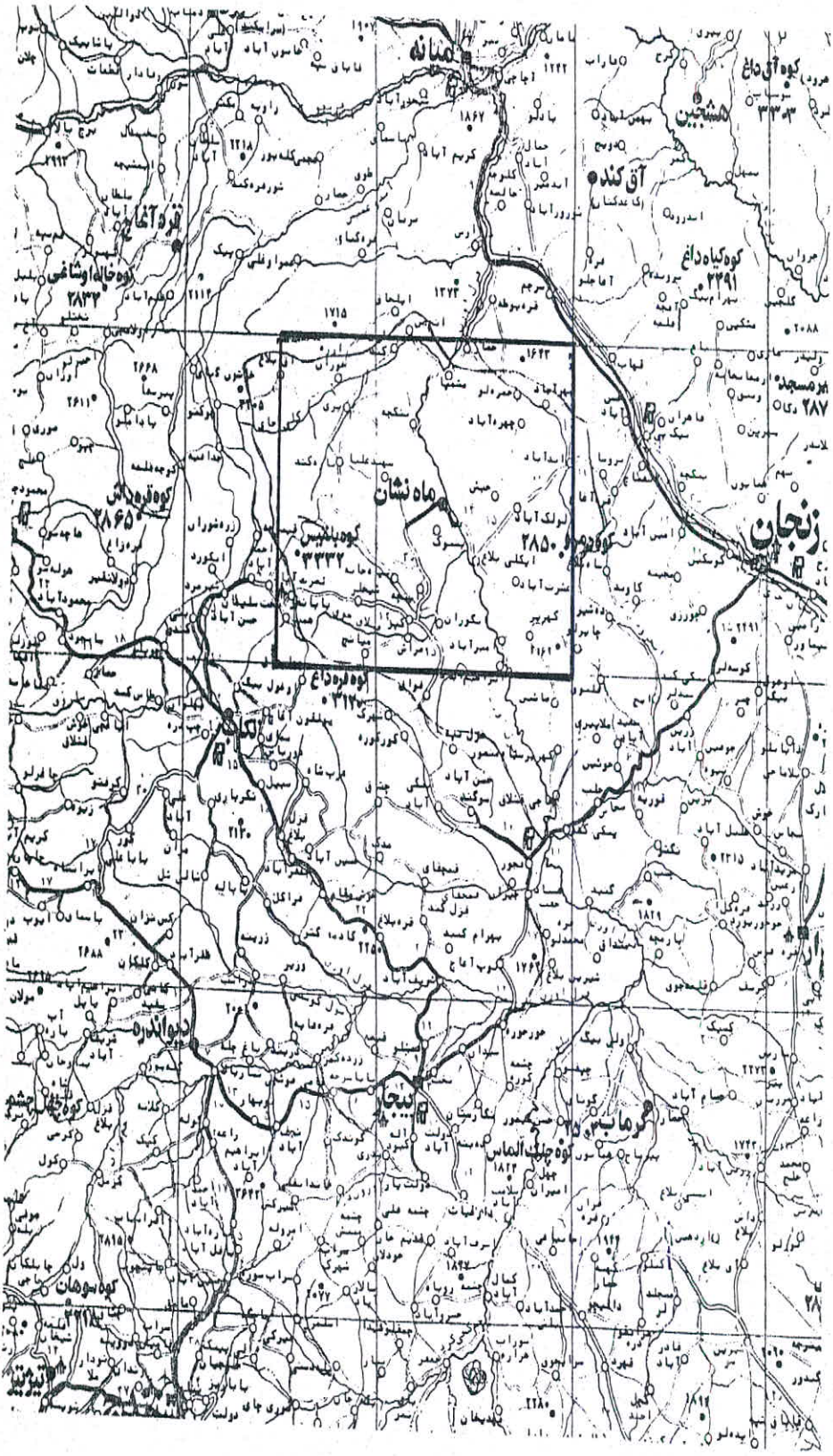
۱-۳-۲- *جغرافیای سیاسی، اقتصادی و انسانی*

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 آسفالته این محدوده شامل جاده زنجان - دندی بطول ۸۵ کیلومتر است. جاده آسفالته 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 آسفالته 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

۲-۱- 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 باژگون (***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 مارنی و ژیپسی سست، تحت تاثیر فرسایش باد، اشکال ستون مانند مرتفعی از جمله پدیده دودکش جن را ایجاد کرده‌اند.

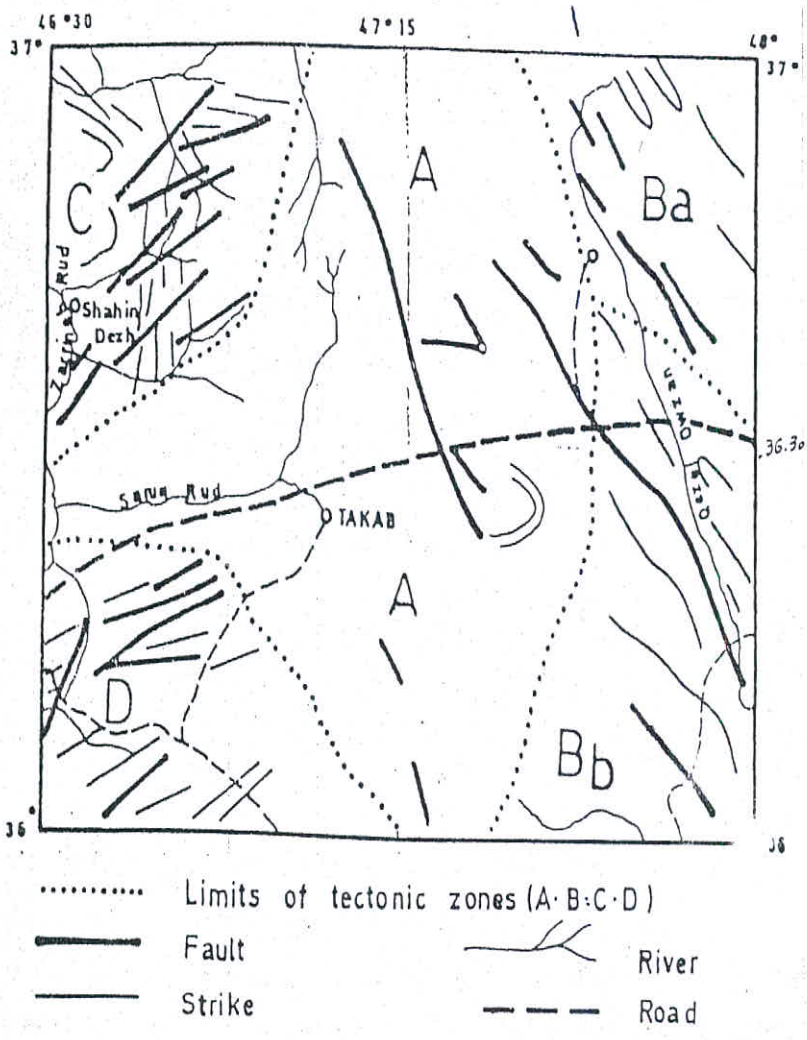
۲-۳- چینه شناسی

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 رشته‌کوه البرز در مرحله دگرگونی ضعیف که از شیل میکادار، اسلیت، شیل‌های



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 آلپی 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 گرانیت 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 زنجان 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.

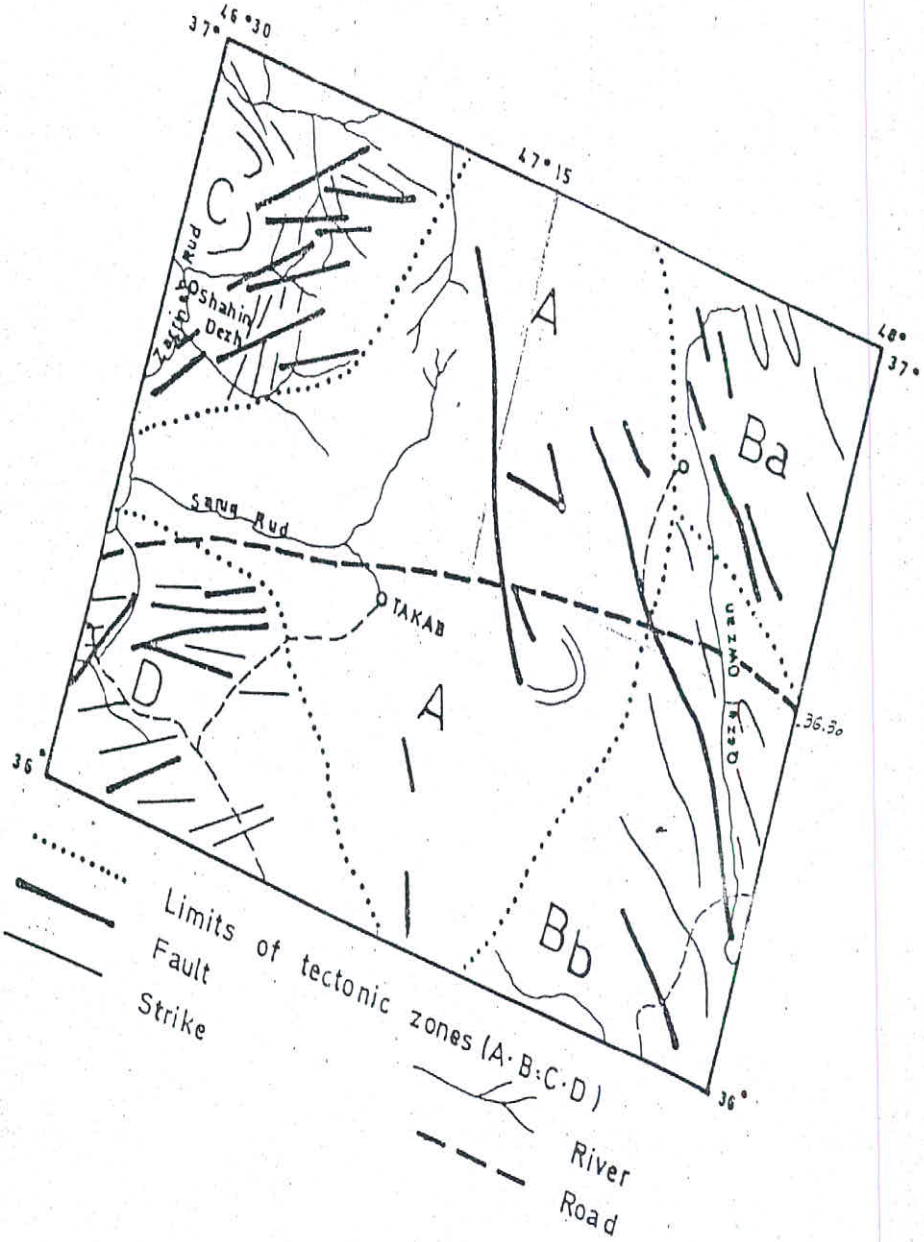
آخرین جنبش کوهزایی مهم در زمان پس از میوسن اتفاق افتاد که چین خوردگی ملایم طبقات میوسن را باعث شده و سیمای ساختاری اساسی کوههای کنونی را شکل بخشیده است.

جنبش‌های جزئی (*Slight Movement*) بعدی با ویژگی خشکی زایی، فرونشست حوضه‌های میوسن را دوبار ف ل موده و بدنبال پیشروی دریای پلئیستوسن، 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

براساس 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 وتحول 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 ونیز 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 می‌کنیم. از ویژگی‌های این نوع پدیده‌های تکتونیکی پیدایش چین خوردگی ها، شکستگی ها و گسل‌های فراوانی است که در سنگها از جمله در زون‌های معدنی رخ می‌دهد. در این روند مواد معدنی تبخیری معمولاً بدلیل خاصیت انعطاف پذیریشان که ناشی از ویژگی فیزیکی آنها یعنی خاصیت پلاستیکی آنها می‌باشد تغییر فرم و شکل داده و عمدتاً به سمت مکانها و فضاهای باز و یا تحت فشارهای لیتواستاتیکی کمتر حرکت می‌کنند. از جمله این موضوع محل ها، زیر تاق چین خوردگی ها و احیاناً محل‌های باز و ضعیف شده ناشی از وجود گسل ها و شکستگی ها می‌باشند. در این جابجایی و جایگیریهای ماده معدنی، نیروها و تنش‌های تکتونیکی، ضخامت لایه‌های سنگی و بویژه ضخامت لایه‌های تبخیری، شدت اختلاف جنس سنگها و ویژگی‌های فیزیکی آنها در شکل گیری نهایی نقاط تحت تاثیر پدیده‌های تکتونیکی و دیاپیرزایی نقش مهم و تعیین کننده‌ای دارند. بویژه در مواردی که در چنین محل‌هایی 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 می‌تواند کمک بزرگی به رخنمون یافتن ماده معدنی بویژه براتها که اصولاً در لای رسوبات رسی مدفون بوده و بندرت خود را نشان می‌دهند، 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 مهندسین 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 پراکنده 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 آسفالته زنجان ـ 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 آسفالته 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 آسفالته 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 °۴۷خاوری 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 ـ ماه نشان ـ پری ـ خیرآباد ـ اورجک و راه دوم مسیر جاده زنجان ـ پرچم ـ حصار ـ مشمپا ـ انجمن ـ ساری کند ـ قره آغاج ـ 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 ـ شمال خاور و شمال باختر آبادی مذکور واقع گردیده است.

مسیر دوم از طریق جاده آسفالته زنجان ـ میانه امکان پذیر است بدین ترتیب که ابتدا پس از طی ۷۵ کیلومتر در مسیر جاده آسفالته زنجان ـ 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 آغاج می‌گذرد و پس از طی حدود ۶۵ کیلومتر به اورجک می‌رسیم که منطقه اکتشافی موردنظر 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 برمبنای نتایج به دست آمده از «مطالعات زمین‌شناسی و اکتشاف ژئوشیمیایی کانی‌های بُر در شهرستان ماهنشان ـ خاک خوب ۱۳۷۷» استوار گردیده که آن نیز خود براساس 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 موردبررسی و مطالعه قرار گرفته بوده‌اند. براساس کارهای پیشین، ابتدا بخش‌هایی از سازندهای زمین شناسی مناسب (مارن قرمز تیره با محتوای ژیپس در بخشهای انتهایی سازند قرمز بالایی) مورد شناسایی و بررسی بیشتر قرار گرفتند و سپس برحسب موردنسبت به نمونه گیری از نقاط موردنظر 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 رسهای 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 ژیپسی 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 کیلومترمربع و در محدوده شش برگ نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ انجام شد و با انجام پیمایش بیش از ۵۲ مقطع مناسب زمین شناسی 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).

۲-۱-زمین شناسی منطقه اکتشافی پیرقشلاق

وجوه تشابه فراوانی از نظر انواع مقوله‌های زمین شناسی 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.

۲-۱-۱- 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 قزل اوزن 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.

معابر استقرار این محدوده اکتشافی در واقع یال خاوری دره V شکل قزل اوزن می‌باشد که در خط القعر دره مذکور رودخانه بزرگ قزل اوزن 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 قزل اوزن هدایت می‌کنند. اختلاف ارتفاع بین بلندترین نقطه و پست ترین نقطه در منطقه حدود ۶۳۰ و در محدوده مورداکتشاف حدود ۲۰۰ متر می‌باشد.

شکل ظاهری پستی و بلندی منطقه اکتشافی بطور عمده معلول عواملی ازقبیل اختلاف جنس سازندهای زمین شناسی، تکتونیک و نوع مقاومت سنگها و سازندها در مقابل عوامل فرسایش درمنطقه میباشد، بطوریکه مجموعه این عوامل باعث گردیده‌اند که در منطقه اکتشافی موردنظر بطورکلی 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 درمقابل 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 درنتیجه به تدریج از بلندیهای آنها کاسته شده و پست تر شده‌اند. ازدیگر عوامل دخیل در اختلاف ارتفاع بین دو تیپ سنگهای مذکور، عامل تکتونیکی مهمی است که بصورت یک روراندگی بزرگ ازطریق اعمال گسل تراستی در منطقه اتفاق افتاده که درنتیجه آن سازندهای قدیمی (کهر) بر روی سازندهای جدیدتر دوران سنوزوییک رانده شده و با افرازی 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 قشلاق 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. نوع 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.

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

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 می‌گیرند. سنگهای دگرگونی مذکور در منطقه اکتشافی موردنظر جزو سازند کهر با سن پرکامبرین به حساب می‌آیند. این سنگها همانطور که در نقشه دیده می‌شود 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 یافته‌اند. سنگهای پرکامبرین که توسط یک گسل تراستی بزرگ و سرتاسری از سمت خاور بطرف باختر روی سنگهای جوانتر دوران سوم رانده شده‌اند 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 Cd , Crs , CK.

واحد سنگی CK شامل شیل، اسلیت، دولومیت، کوارتزیت و مقادیری توف می‌باشد. این واحد سنگی در ستون چینه شناسی نقشه، کل واحد سنگی سازند کهر و بخش وسیعی از قسمت‌های خاوری منطقه را پوشش می‌دهد. واحد سنگی CK با واحدهای سنگی Cd , Crs دارای همبری عادی است. سنگهای این واحد دارای امتداد NW SSE بوده و شیب آنها بطرف خاور می‌باشد.

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

واحد سنگی Crs بخش وسیعی از نیمه جنوبی منطقه اکتشافی را پوشش می‌دهد. این واحد سنگی هم امتداد با واحد سنگی CK بوده و شیب لایه‌ها نیز بطرف خاور می‌باشد.

واحد سنگی Cd شامل دولومیتهای ضخیم لایه با رنگ قهوه‌ای 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

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

سطح منطقه دارای پراکندگی طولی بیشتری است. پهنای این واحد سنگی نسبت به واحدهای *CK , Crs* کمتر بوده ولی درامتداد 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 پرضخامت 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 هم آهنگی و قرابتی با الگوی بُرزایی در منطقه نداشته و به همین دلیل اینگونه سازندها اصولا از نظر بُرزایی و پذیرش کانیهای بُر کاملا عقیم بوده و غیرقابل اعتنا هستند.

۲-۱-۲-۲- 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 ازقبیل رخساره رودخانه‌ای، رخساره سکوی کربناتی - تبخیری، رخساره سراشیبی حاشیه سکوی کربناتی و رخساره مناطق عمیق تر که دو رخساره اخیر متعلق به سکوی قاره‌ای (*Continental Shelf*) هستند تشکیل گردیده است. اما بطورکلی رسوبات سازند قم به ان 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 غالبا 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 عمدتا از جنس ریولیت و داسیت خودشان را نشان می‌دهند ملاحظه می‌گردد. این واحدهای سنگی آتشفشانی که معمولا 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 بطورکلی درمنطقه 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 ازقبیل فعالیت چشمه‌های گرمابی و خروج بخارات و فومرول ها و خاکسترهای آتشفشانی بطور مستقیم یا غیر مستقیم نیز قرار می‌گیرند. در منطقه اکتشافی موردنظر نیز ضخامت قابل توجهی از همین توفها را مشاهده می‌کنیم که در نقشه با حروف ***OMt*** مشخص شده‌اند. این واحد سنگی آتشفشانی از گسترش قابل توجهی در نیمه بالایی منطقه و در باختری‌ترین قسمت آن برخوردار است. واحد سنگی ***OMt*** 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 ازنظر پالئو گ فی تشکیل گردیده‌اند که در آن محیط دریایی سازند قم به تدریج جای خود را به حوضه‌های رسوبی قاره‌ای و کولابی می‌داده است و درنتیجه رخساره‌های رسوبی دریایی به رخساره‌های رسوبی کم عمق کولابی و تبخیری از قبیل مارن‌های گچ دار و گچ تغییر ماهیت داده‌اند. درواقع 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. معهذا 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 ***f*** به سن آکی تانین - 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 پیدانکرده‌اند کمااینکه

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

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

پس از پسروی دریای اولیگوسن - میوسن، رژیم خشکی - کولابی تقریبا 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 احتمالا درایجاد بالاآمدگی ها 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_3 , M_2 , M_2^S , M_1 و M_4 برروی 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 عمدتا در امتداد شمال باختر - جنوب خاور استقرار یافته و شیب آنها بطرف شمال خاور و خاور می‌باشد. واحدهای سنگی مذکور اساسا توسط یک گسل تراستی طویل و سرتاسری با امتداد تقریبی شمالی - جنوبی کاملا از واحدهای سنگی نیمه خاوری منطقه که متعلق به سازندهای قدیمی پرکامبرین می‌باشند جدا می‌گردند بطوریکه درامتداد 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 برروی واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی روراندگی پیدا کرده‌اند.

✖ واحد سنگی M_3 از سازند قرمز بالایی مهمترین و اصلی‌ترین واحد سنگی سازند مذکور را تشکیل می‌دهد بطوریکه می‌توان گفت منحصرا این واحد است که مسئول پذیرش بُر و کانیهای بُر دار در منطقه اکتشافی محسوب می‌گردد و بیشترین مقدار بُر در نمونه *M31* که بیش از *1000ppm* بُر نشان داده است مربوط به همین واحد سنگی می‌باشد.

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 روراندگی را از سوی واحد M_1 برروی واحد *OMt* نشان می‌دهد.

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

واحد M_2^s

این واحد سنگی که از ماسه سنگ قرمز دانه ریز با میانلایه‌هایی از مارنهای سبز متمایل به خاکستری همراه با مقداری ژیپس تشکیل گردیده است، بجز محدوده‌ای کوچک در جنوب منطقه در هیچ کجای دیگر منطقه اکتشافی دیده نمی‌شود. 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 لایه‌های این واحد سنگی *NW-SE* بوده و بدین لحاظ از روند کلی حاکم بر امتداد واحدهای سنگی منطقه اکتشافی پیروی می‌کند. شیب آن نیز بطرف شمال خاور می‌باشد.

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 ژیپس تشکیل گردیده است. واحد سنگی M_2 بیشترین گسترش را نسبت به سایر واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی درمنطقه اکتشافی چه ازنظر سطح و چه از نظر طول در سرتاسر منطقه دارا می‌باشد. این واحدسنگی 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 هرکجا 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 عمدتا بصورت ژیپس و مارن ماسه‌ای [illegible] حاوی مقادیر زیادی بُر در پایین واحد است تشکیل گردیده و منحصرا در بخش جنوبی منطقه اکتشافی بیرون [illegible] 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 ازنظر میزبانی بُر و کانیهای مربوط به آن دارد ترانشه‌های بیشتری حفر شد.

۲-۱-۲-۴- کواترنری

رسوبات کواترنری در منطقه اکتشافی پیرقشلاق بطورکلی شامل سه گروه می‌باشند که برروی نقشه ۱:۵۰۰۰ زمین شناسی با نشانه‌های $Qt1$, $Qt2$, Q^{al} مشخص شده‌اند. این رسوبات که طبیعتا جوانترین رسوبات منطقه محسوب می‌گردند بخش وسیعی از نیمه باختری منطقه و بخش کمتری از نیمه خاوری آنرا تحت پوشش قرار

می‌دهند. رسوبات قدیمی‌تر *Qt1* , *Qt2* عمدتا در مجاورت سازندهای زمین شناسی و رسوبات جوانتر Q^{al} معمولا در بخش‌های باختری منطقه که فاقد سازندهای زمین شناسی تشریح شده در فوق می‌باشد مشاهده می‌گردند.

رسوبات قدیم تر کواترنری یعنی *Qt1* نسبت به سایر رسوبات جوانتر، از کمترین گسترش سطحی در منطقه برخوردارند، بطوریکه بجز چند محدوده کوچک که آنهم غالبا در نقاط بلندتر نسبت به استقرار رسوبات جوانتر کواترنری قرار می‌گیرند در سایر نقاط منطقه اکتشافی دیده نمی‌شوند. این رسوبات عمدتا از تراس‌های قدیمی رودخانه‌ای که درواقع قدیمی‌ترین تراس رودخانه قزل اوزن می‌توانند باشند تشکیل شده‌اند.

رسوبات *Qt2* که جوانتر از رسوبات *Qt1* و قدیمی‌تر از رسوبات Q^{al} هستند عمدتا در بستر آبراهه‌های اصلی منطقه اکتشافی و نیز در حاشیه‌ای ترین بخش اطراف رودخانه قزل اوزن مشاهده می‌گردند. گسترش این رسوبات نسبت به رسوبات *Qt1* بیشتر و از Q^{al} 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 *Qt2* عمدتا شامل بادزن‌های آبرفتی دامنه بلندیها و مخروط افکنه‌ها بوده و غالبا از جنس شن، سنگریزه و رسوبات آبرفتی می‌باشند.

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

۲-۲-زمین شناسی منطقه اکتشافی اورجک (خاور ارزه خوران)

زمین شناسی منطقه اورجک نیز در یک نگاه کلی شباهت‌های زیادی به زمین شناسی 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 اصولا 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.

۲-۲-۱-۲- 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 درکنار واحدهای قرمز بالایی داشتیم ولی در این جا در بخش بالایی سازند قرمز فوقانی تنوع بیشتری را ازنظر سنگ شناسی و نوع واحدهای سنگی شاهد هستیم.

۲-۲-۱-۲-۱- 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 کانیهای 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 ازنظر 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 چای 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

با سایر نقاط ایران مثل البرز، ایران مرکزی و زون سنندج - سیرجان درنظر 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 می‌باشد. حوضه‌های رسوبی زیادی در زمانهای مختلف در طی این دوره‌ها بوجود آمدند که هرکدام به نوعی با حوادث تکتونیکی فوق در ارتباط بوده و تحت تأثیر فازهای بعدی حرکات تکتونیکی قرار گرفتند.

ازنظر ساختمانی سازندهای مربوط به زیرزون‌های (*D* و *C,B,A*) دارای فرق‌های زیادی با یکدیگر هستند. بطورکلی سنگهای پرکامبرین بعنوان پی سنگ (*Basement*)، از انواع سنگهای دگرگونی هستند که عمدتابخش‌های مرکزی چهارگوش تکاب (زیرزون *A*) را بصورت برجسته تری نسبت به زیر زونهای خاوری و باختری (*C,B*) پوشش می‌دهند. این سنگهای قدیمی علاوه بر وسط چهارگوش در بخش‌های دیگری از چهارگوش منجمله در ناحیه ماه نشان نیز دیده می‌شوند. 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 درجهت‌های شمال و خاور جلوگیری بعمل آورده است.

منطقه اکتشافی پیرقشلاق در بخش بالایی زیرزون *Ba* از زون *B* و نیز منطقه اکتشافی اورجک در منتهی‌الیه باختری زیرزون مذکور واقع گردیده‌اند که گاهی بطور محلی اشکال ساختمانی در این زون و نیز در مناطق اکتشافی موردنظر به تبعیت از سازندهای جوان واقع شده در آنها، شکل می‌گیرند. گسل خوردگی در این زون معمولا کم و ناچیز است و روند اصلی واحدهای سنگی بویژه در بخش‌های شمالی این زون شمالی - جنوبی و در بخش‌های باختری *NE-SW* است. اما امتداد غالب طبقات معمولا *NW-SE* و شیب آنها بسیار متغیر بوده و معمولا جهت شیب طبقات باتوجه به ویژگی‌های ساختمانی حاکم بر مناطق، بطور محلی کاملا تغییر می‌کند. از ویژگیهای ساختمانی مناطق اکتشافی مذکور پیچش‌های طبقات و تغییرات وسیع و فراوان موقعیت استقرار لایه‌ها در شیب و امتدادهای آنها بویژه در جهت شیب آنهاست که ناشی از چین خوردگی‌های فراوان (بصورت تاقدیس ها و ناودیس‌های مکرر) در نقاط مختلف منطقه خود را نشان می‌دهد. چین خوردگی ها اغلب ملایم و شیب طبقات نیز زیاد نیست لذا اغلب

چین ها ازنوع 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 بلندیهای سنگهای دگرگونی پرکامبرین در زونهای مربوطه قرار می‌گیرند. رسوبات نئوژن با مشخصات خاص حوضه‌های رسوبی تقریبا در همه جای این زون بیرون زدگی دارند. این رسوبات ازنظر ساختمانی دارای چین خوردگی ها ی با دامنه باز هستند و محور چین ها معمولا دارای امتداد ***NW-SE*** است، به جز در نقاطی که بطور موضعی براثر عملکرد پدیده‌هایی نظیر دیاپیریسم 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 دیاپیریسم در مناطقی که دارای ترکیب چینه شناسی و سنگ شناسی سازندهای نئوژن است بویژه در سازند قرمز بالایی به کرات در منطقه ماه نشان دیده می‌شود. علت آن است که این نوع سکانس‌های رسوبی در بین لایه‌های خود سنگهای تبخیری فراوانی ازنوع 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 می‌باشندو. 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 ازجمله محل گسلها حرکت کرده و حالت‌های متعدد دیاپیری ایجاد می‌کنند که درنتیجه آن انواعی از بهم ریختگی ها و بهم خوردگی‌های طبقات را بوجود می‌آورند. این نوع پدیده‌ها اغلب درنتیجه 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 ازنظر اکتشاف کانیهای تبخیری از جمله بُراتها نقش مثبت و مفیدی می‌توانند داشته باشند کمااینکه وقوع این پدیده در منطقه معدنی قره گل باعث بیرون زدگی کانیهای بُر گردیده است.

۲-۳-۲- بررسی رویدادهای مهم تکتونیکی در تکوین بلندیها 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 بالاآمدگی (***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. ازآنجا که سن بخش بالایی سازند قم (بخش *f*) بوردیگالین تعیین گردیده است، لذا رویداد اخیر رویداد استیرین (***Styrian***) خواهد شد.

سازند قرمز بالایی را دریک تقسیم بندی کلی می‌توان به دونیمه 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 حداکثرضخامت برای هرنیمه در حدود ۳۰۰۰ متر است. بین این دونیمه رویداد تکتونیکی بسیار چشمگیری وجود دارد که در برخی از مناطق کشور سبب چین خوردن و بالاآمدگی 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 موردبحث است. از آنجا که نیمه زیرین سازند قرمز بالایی دارای سنی جوانتر از بوردیگالین است بنابراین رویداد موردنظر باید پس از رویداد استیرین (***Styrian***) یعنی رویداد آتیکن (***Attican***) باشد.

در مناطق اکتشافی مورد نظر دگرشیبی خفیف بین واحدهای کنگلومرایی رویی و نیمه زیرین سازند قرمز بالایی آشکارترین نشانه رویداد آتیکن است. به هرحال تغییر سنگ شناسی در این افق از رس و مارن‌های رنگی بسیار دانه ریز به واحد کنگلومرایی 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 موردنظر بوده است که شرایط لازم برای تشکیل حوضه رسوبی مناسب کانیهای تبخیری بُر می‌توانسته فراهم شده باشد. به این ترتیب زمان تشکیل کانسارهای احتمالی مناطق اکتشافی مورد بحث، مربوط به شروع و اوایل رویداد آتیکن، دگرشیبی مذکور مربوط به اواسط این رویداد و چین خوردگی و بالاآمدگی کنگلومرا که بخصوص در منطقه اکتشافی اورجک مشخص است مربوط به پایان این رویداد است. درواقع جنبش‌های مختلف این رویداد، دامنه زمانی نسبتا 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 رودونین، والاشین و پاسادنین می‌گردد که نقش اصلی آنها تشدید عوارض زمین (*Rejuvenation*)

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 نتیجه گیری 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 مستدلاً 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.

درمرحله 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 علی الاصول باید قرار می‌گرفت و در نهایت، کاوش و نمونه گیری 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. معهذا 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 زمین شناسی 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، درنهایت این مسئله نیز مورد توجه و تاکید قرار گیرد که در روند بررسیهای اکتشافی، پدیده‌های تکتونیکی که منجر به ایجاد گسل، شکاف و گسستگی و نیز حالتهای بهم

ریختگی لایه‌های زمینی و سنگها که ترجیحاً در اثر پدیده‌های دیاپیریزم 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 وکانسارهای 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 ژئو شیمیایی فراوان و تنگاتنگی از نظر واجد بودن بر با این عنصر دارند علیرغم نزدیک بودنشان به محل کانسار و محدوده تجمع کانیهای بر، بر خلاف بسیاری از انواع دیگر کانسارها، فاقد مقادیر قابل توجه و قابل انتظاری از بر می‌باشند در حالیکه بطور طبیعی تصور می‌شود که سنگهای نزدیک کانسار علی‌القاعده باید واجد مقادیر متنابهی از بر باشند و نیز برعکس این حالت نیز دیده شده است که در مواردی هم اتفاق می‌افتد که علیرغم فواصل بعید سنگهایی از کانسارهای 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 تکتونیکی و مطالعات زمین شناسی بر روی گسل، شکستگیها و علی الخصوص محلهای

بهم ریخته که عمدتاً در محلهای وقوع دیاپیریزم 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 *PPM* ۱۰۰۰ 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 برآن، 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.

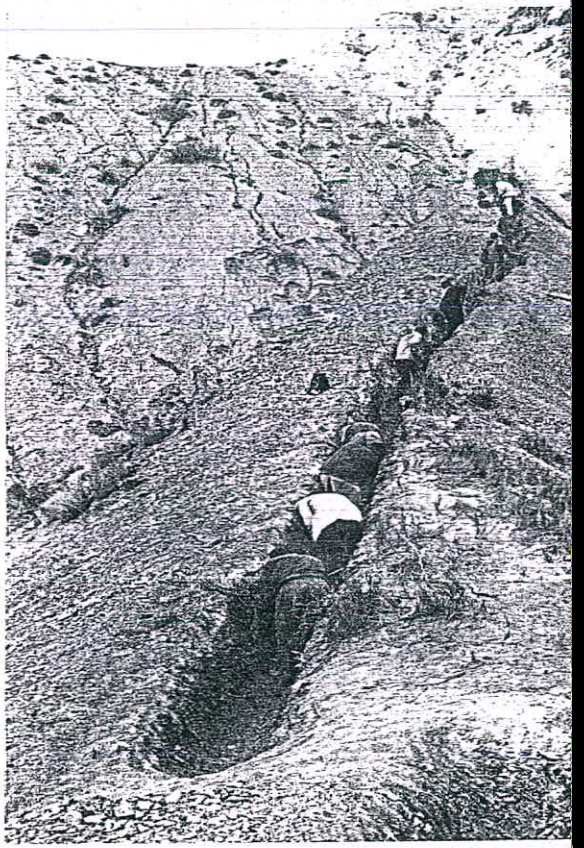
در مورد منطقه اورجک باید گفت که بررسیهای اکتشافی تا حدی متفاوت‌تر از منطقه پیرقشلاق بنظر می‌رسد. چرا که نتایج آنالیز نمونه‌ها نشان می‌دهد که اولاً میزان متوسط عیار بر در این منطقه اکتشافی بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از منطقه پیرقشلاق است و ثانیاً در این منطقه اکتشافی حداقل در دو مورد از محل حفر ترانشه‌ها به شماره‌های ۳ و ۴، مقادیر بر در تمام نمونه‌های گرفته شده بگونه‌ای غیر عادی از متوسط مقادیر بر درکل 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 ـ نیمرخ ترانشه‌های حفر شده

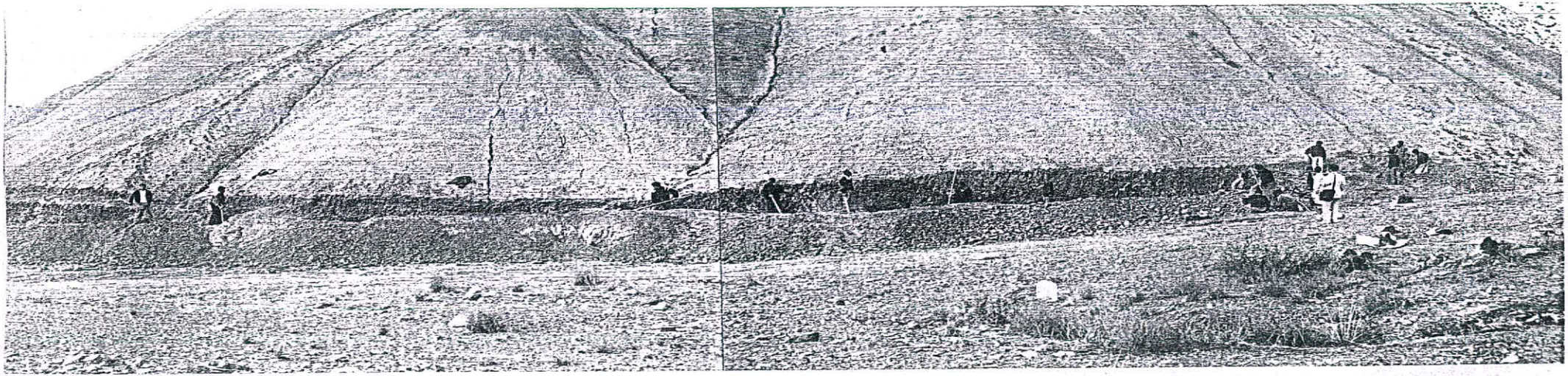
پیوست ۲ ـ عکس‌های ترانشه‌های حفر شده

پیرقشلاق

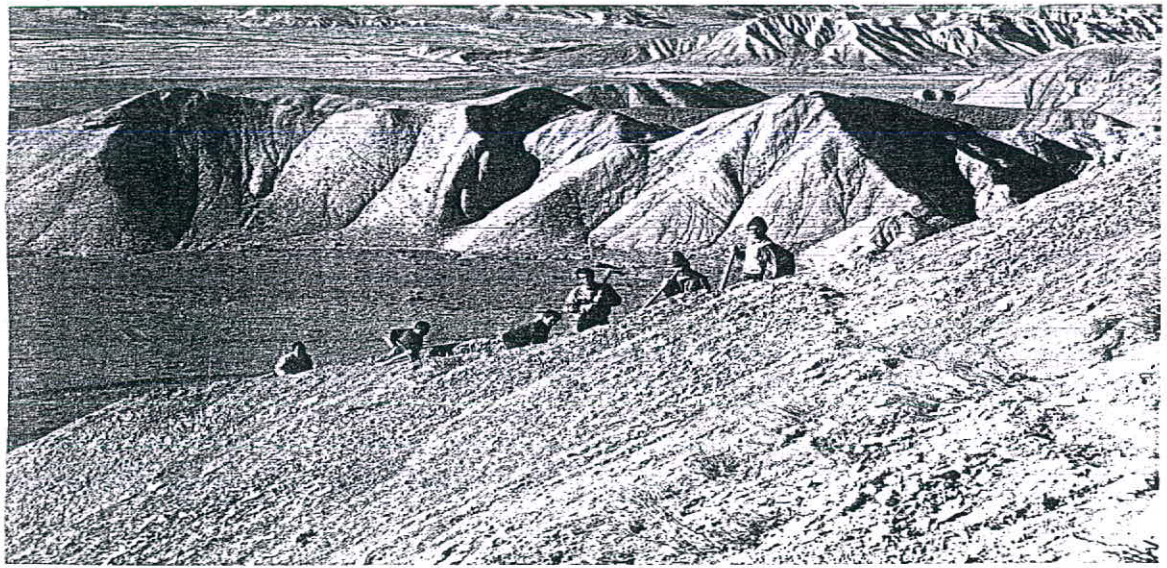


ترانشه Tr-1 دید به شمال

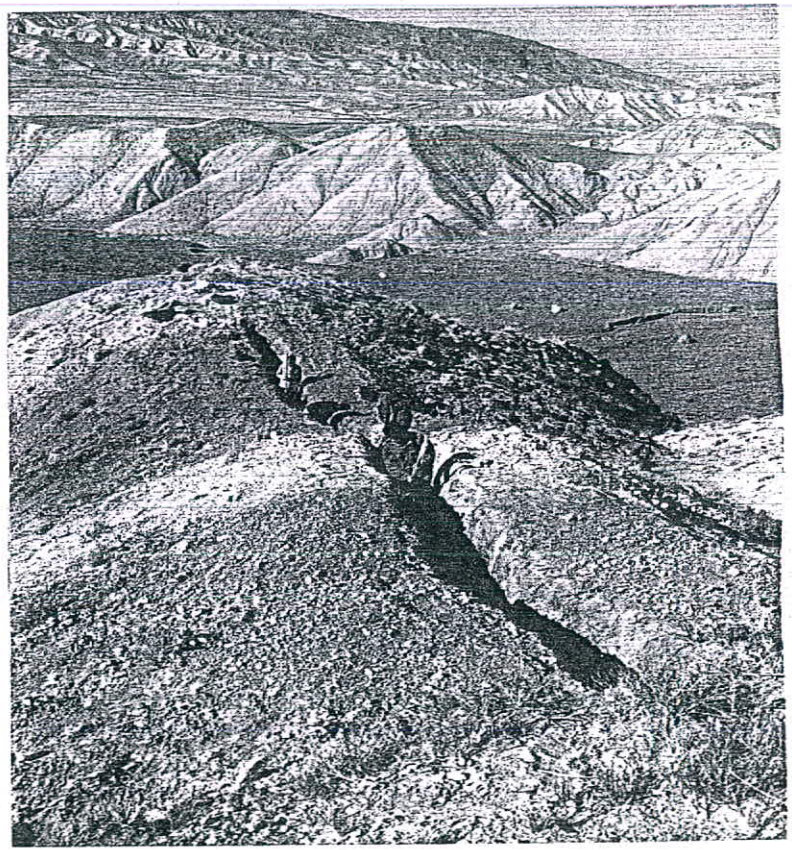
ترانشه Tr-2 Az = N35



Az = N300 *Tr-4* ترانشه



ترانشه Tr-6/2 Az = N300



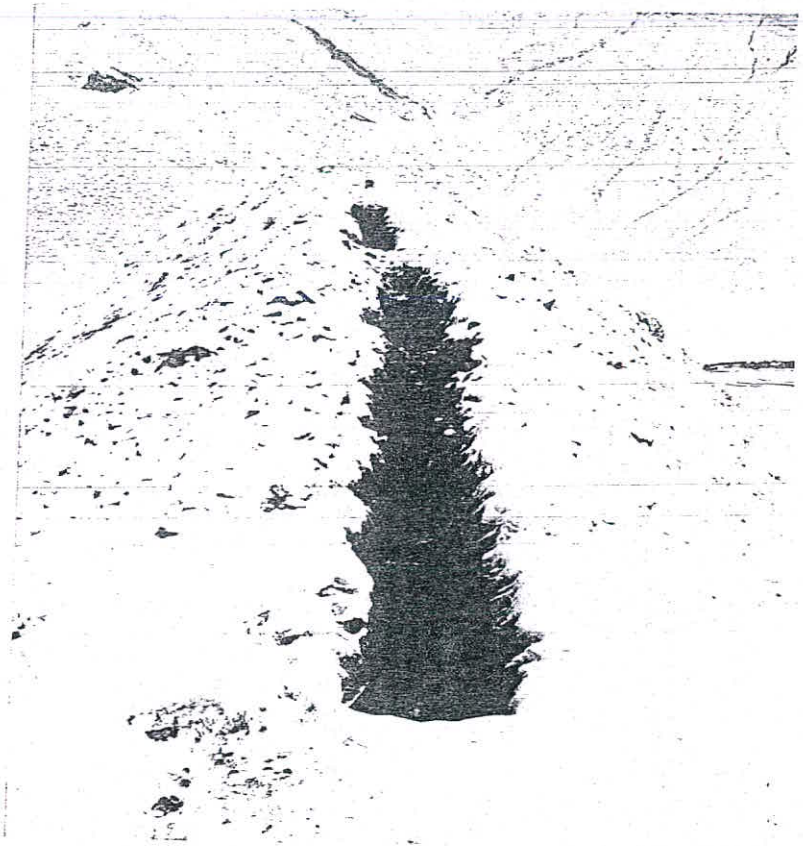
ترانشه Tr-6/1 Az = N300

ترانشه Tr-14 Az = N75

ترانشه Tr-12 Az = N15

اورجك

ترانشه Tr-3



ترانشه Tr-1 Az = N235

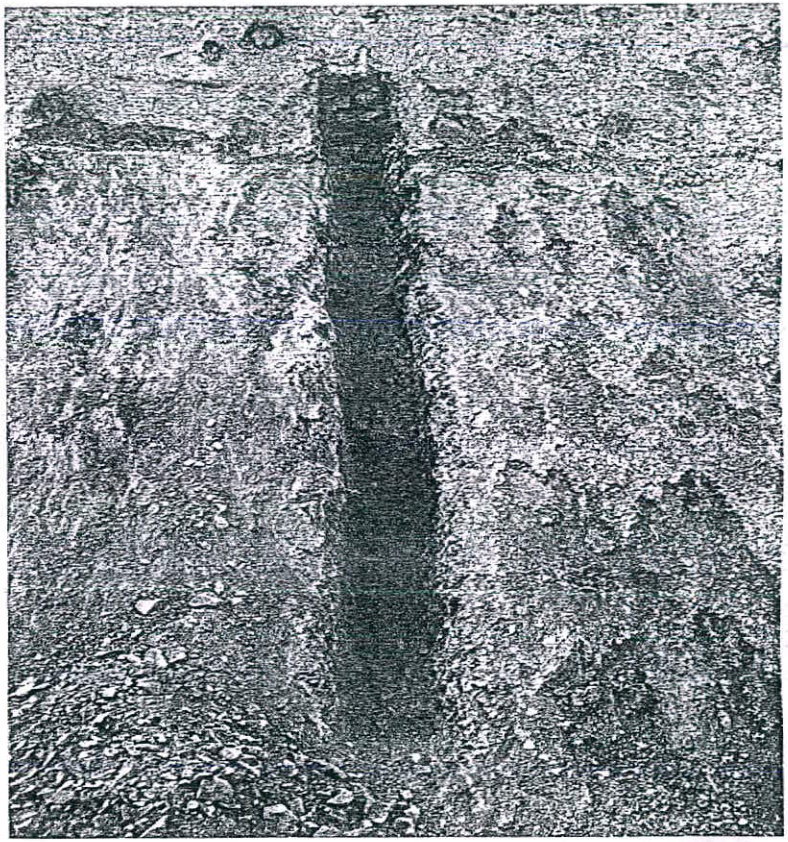
ترانشه Tr-6 Az = N265

ترانشه Tr-4/2 Az = N65

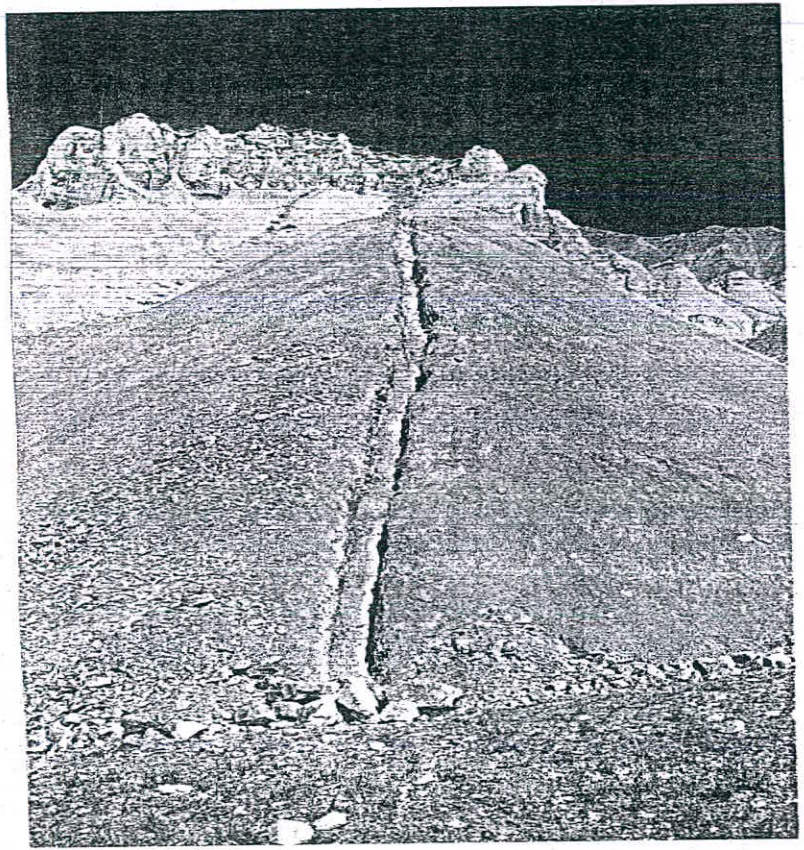
ترانشه Tr-8 Az = N355

ترانشه Tr-7 Az = N-S

ترانشه Tr-9/2 Az = N40

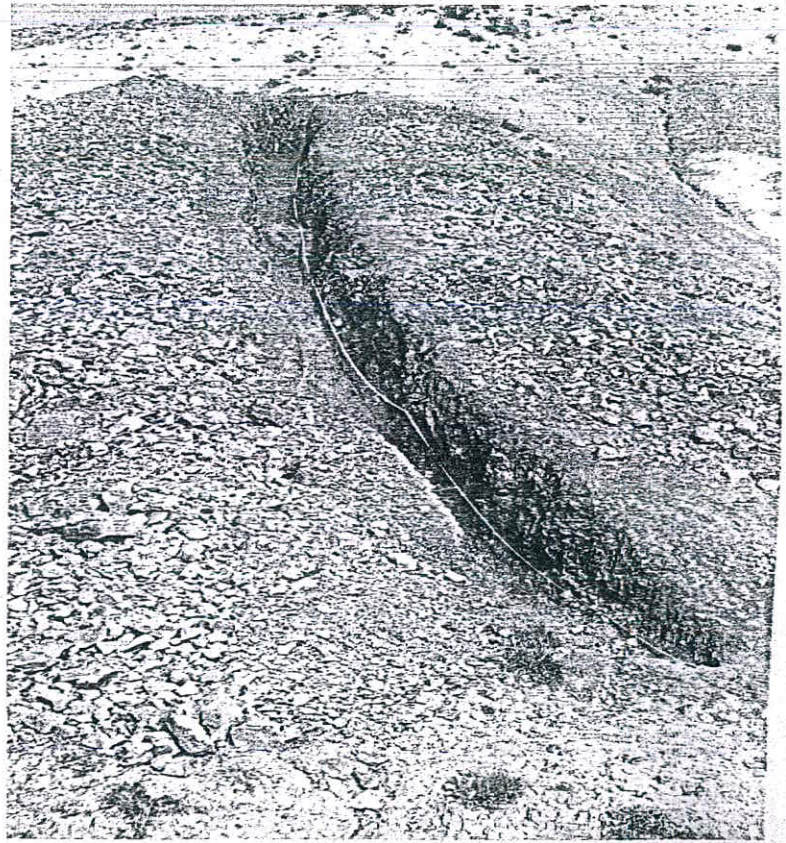


ترانشه Tr-9/1 Az = N270

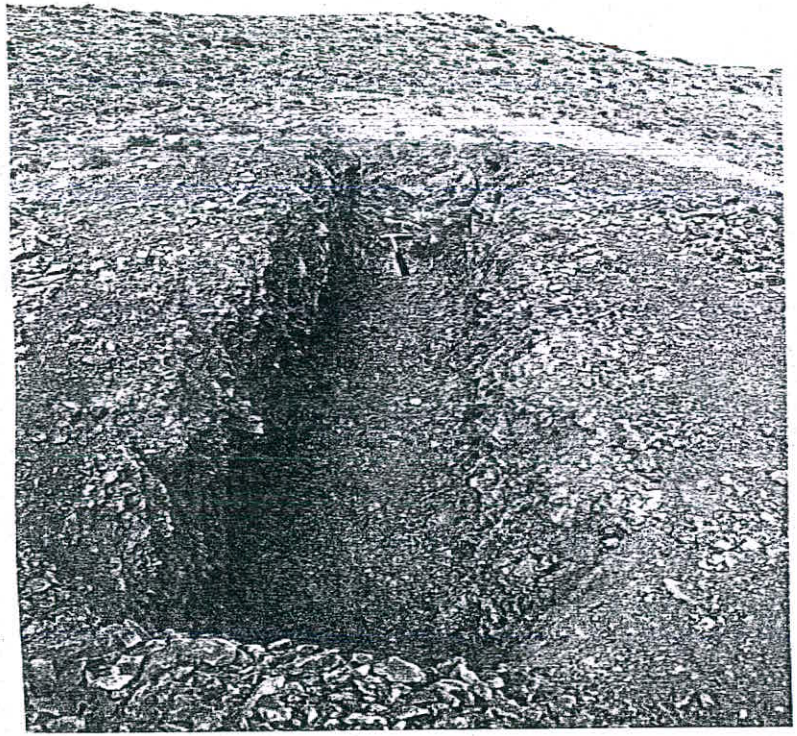


ترانشه Tr-13 Az = N5

ترانشه Tr-10 Az = N330



ترانشه Tr-11/1 Az = N20



ترانشه Tr-11/2 Az = N30

ترانشه Tr-12/1 Az = N70

ترانشه Tr-12/2 Az = N50

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پیوست ۳ ـ نتیجه آنالیز نمونه‌ها