

۱-۱- مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ در زمره‌ی فعالیت‌های اکتشافی زیربنایی محسوب می‌شود که نقش مهمی در کشف توده‌های کانساری و شناخت نواحی پرتانسیل معدنی دارد. این اکتشافات عموماً با نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای شروع شده و با تجزیه، تحلیل و پردازش داده‌ها، رسم نقشه‌ی آنومالی‌های ژئوشیمیایی و تعیین مناطق پرتانسیل ادامه می‌یابد و در نهایت با کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی، مدل‌سازی و معرفی مناطق امیدبخش به پایان می‌رسد.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

ورقه ۱:۱۰۰/۰۰۰ چوپانان از نظر موقعیت جغرافیایی در استان اصفهان و در مختصات $30^{\circ} 54' - 54^{\circ} 54'$ طول خاوری و $30^{\circ} 33' - 34^{\circ} 33'$ عرض شمالی واقع شده است. این محدوده در شمال خاور شهرستان نائین-انارک و جنوب شهرستان جندق جای دارد و شامل نقشه‌های توپوگرافی نوق آباد (6857 I)، چوپانان (6857 II)، الله آباد (6857 III)، نه آب (6857 IV) می‌باشد. دسترسی به منطقه مورد بررسی از محورهای اصلی زیر میسر می‌باشد:

- محور تهران - اصفهان - نائین - انارک - چوپانان
- محور تهران - نائین - اردکان - چوپانان
- محور تهران - سمنان - معلمان - جندق - چوپانان



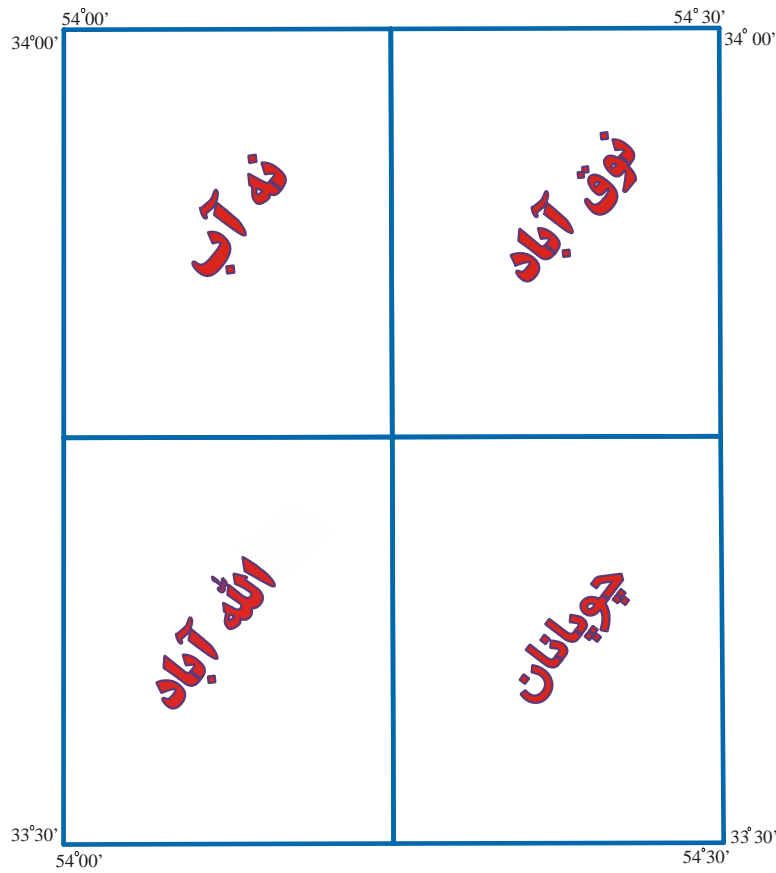
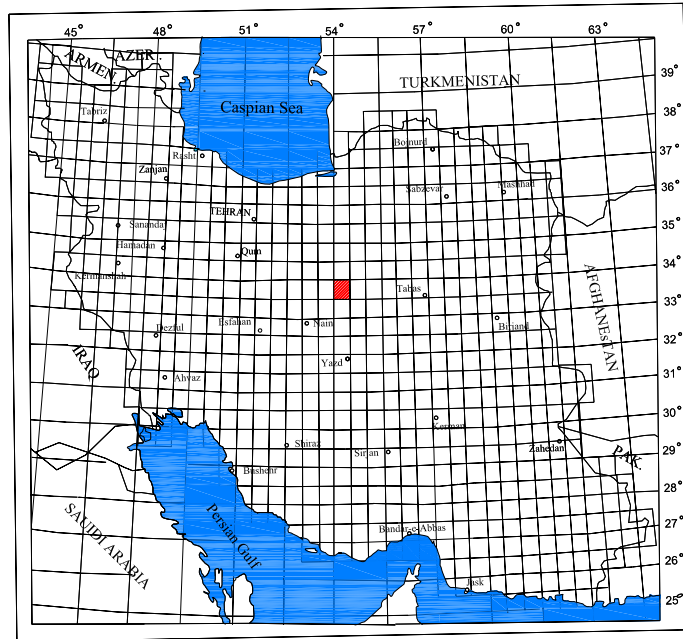
تصویر ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده اکتشافی چوپانان

مختصات منطقه اکتشافی به مساحت تقریبی ۲۵۰۰ کیلومتر مربع به شکل چهارضلعی ABCD می‌باشد که در

جدول ۱-۱ آمده است.

جدول ۱-۱- مختصات جغرافیایی ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ چوپانان

Point	Latitude (Y)		Longitude (X)	
	Geography	Utm	Geography	Utm
A	54° 00'	222908	34° 00'	3766214
B	54° 30'	269102	34° 00'	3764973
C	54° 30'	267757	33° 30'	3709516
D	54° 00'	221293	33° 30'	3710748



تصویر ۱-۲- موقعیت محدوده ۱:۱۰۰,۰۰۰ بر روی نقشه ایران و اسامی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰

۱-۳- جغرافیای طبیعی

منطقه مورد مطالعه به علت واقع شدن بین دشت کویر در شمال و کویر سیاه کوه در جنوب دارای آب و هوای گرم، کویری و خشک است. اختلاف درجه حرارت آن در تابستان و زمستان زیاد است. میزان بارندگی سالیانه این منطقه بسیار اندک و پراکنش آن نیز متغیر است.

روستاهای این ورقه عبارتند از: روستاهای الله‌آباد، آشتیان، حجت‌آباد (در بخش جنوبی)، روستاهای همت‌آباد، نصرت‌آباد، نعمت‌آباد (در بخش مرکزی) و روستاهای حوض پنج، حوض سه فرسخ و بهاآباد. در رودخانه‌های این ورقه می‌توان به رودخانه‌های نه‌آب، عروسان و کبودان اشاره نمود. منابع تأمین آب کشاورزی و آب آشامیدنی، به دلیل ریزش جوی اندک، رودخانه‌های فصلی، کاریز، چاه‌های نیمه‌ژرف تا ژرف و بعضی از چشمه‌ها در پای ارتفاعات هستند.

۱-۴- زمین‌ریخت‌شناسی منطقه مورد مطالعه

با توجه به روند کوه‌ها، ویژگی‌های لیتولوژی و چگونگی فرسایش، از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی، منطقه چوپانان به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود.

در بخش مرکزی ارتفاع حوضه بین ۱۰۰۰-۸۰۰ متر می‌باشد. این ارتفاع در بخش شمالی و جنوبی به ۱۹۰۰-۱۱۰۰ متر می‌رسد.

بلندترین کوه در این ورقه رشید کوه می‌باشد که در گوشه شمال شرقی با ارتفاع حدود ۱۹۰۰ متر واقع شده است. از دیگر کوه‌های بخش شمالی و شرقی می‌توان به کوه‌های زالوبند (ارتفاع حدود ۱۰۴۷ متر)، کوه تختک (ارتفاع حدود ۱۶۳۰ متر)، کوه گدار سیاه (ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر) و پیس کوه اشاره نمود.

در بخش جنوبی کوه‌ها عبارتند از: کوه کله پهنو، کوه جفت، کوه کج کلاه

بخش مرکزی و غربی در بیشتر موارد از مواد سست، بیشتر مارنی، رسوبات و تراسهای قدیمی و عهدحاضر و کنگلومرایی پدید آمده، نواحی پست و به نسبت عریض این ورقه را ساخته است.

۱-۵- پینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه

کمپلکس جندق (P_j): قدیمی‌ترین واحد شناخته شده در این ورقه، کمپلکس جندق به سن پروتروزوئیک بالایی می‌باشد، لیتولوژی عمومی این کمپلکس شامل شیست، آمفیبول، گنایس و مرمر است. این کمپلکس خود شامل دو عضو می‌باشد که از قدیم به جدید عبارتند از:

- **واحد کوارتزیتی (P_j^q):** که در مرکز ورقه رخنمون دارد. این واحد به رنگ خاکستری روشن تا زرد و با میان‌لایه‌هایی از دولومیت با ضخامت ۴۵۰ متر است.

- **واحد (P_j^s):** که دارای ترکیب مسکوویت، آمفیبول، گارنت، استارولیت، میکاشیست، مقدار کمی گنایس و مرمر می‌باشد. این سازند در شمال‌شرق و مرکز ورقه با ضخامت ۶۷۰ متر برونزد دارد.

دگرگونی‌های انارک: در ناحیه انارک، از شمال ناین تا حوالی ساغند - پشت‌بادام، یک مجموعه شیستی تیره رنگ برونزد دارد که همراهی از فیلیت‌های گرافیتی، کوارتزیت، سنگ آهک‌های متبلور، کلریت اپیدوت شیست، میکاشیست و اپی‌گنایس دارد. این مجموعه را اشتال (۱۹۱۱) به سن آرکئن دانسته است. داودزاده و همکاران (۱۹۶۹) ضمن اعتقاد به سن پرکامبرین به این مجموعه «دگرگونی‌های انارک» گفته‌اند. بر اساس کار زمین‌شناسان شرکت تکنواسپورت، در ناحیه انارک این مجموعه شامل ۵ کمپلکس چاه‌گربه، مرغاب، پتیار، محمدآباد و دوشاخ است. ولی در ناحیه خور، ۵ کمپلکس چاه‌گربه، پتیار، کبودان، دوشاخ و پشت‌بادام سازندگان دگرگونی‌های انارک است.

دگرگونی‌های انارک (Ma) در ورقه چوپانان با سن پروتروزوئیک بالایی - پالئوزوئیک پایینی و با ترکیب عمومی مرمر، فیلیت، شیست کوارتزیت میکادار شامل سه کمپلکس چاه‌گربه، پتیار و کبودان می‌شود که در جنوب ورقه چوپانان به چشم می‌خورند. این کمپلکس‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از:

کمپلکس چاه‌گربه (P_{ch}): این کمپلکس دارای لیتولوژی مسکوویت، کلریت، مسکوویت شیست‌دار، کوارتزیت میکادار و مرمر و با ضخامت ۷۹۰ متر می‌باشد.

کمپلکس پتیار (P_{pt}): شامل فیلیت، گلوکوفان شیست، مرمر سیاه و کوارتزیت و متاسنداستون می‌باشد. این واحد دارای ضخامت بیش از ۲۰۰ متر است.

کمپلکس کبودان: که دارای دو عضو (P_{kb}^m) با ترکیب مرمر و عضو (P_{kb}^{sm}) شامل شیست به مقدار کم مرمر و کوارتزیت می‌باشد.

در پالئوزوئیک بالایی چهار واحد دیگر در این ورقه برونزد دارند که عبارتند از:

واحد (C_3^{sl}): به سن کربونیفر پایینی و میانی شامل متاسنداستون، سنگ آهک کریستالیزه، سنگ‌های متاولکانیک، اسلیت، فیلیت و شیست که در مرکز ورقه برونزد دارند.

واحد (C_3^l): به سن کربونیفر بالایی و با ترکیب سنگ آهک که گاهی دولومیتی و مرمریتی شده است. این واحد در غرب حوض سه‌فرسخ و جنوب کوه گدارسیاه برونزد دارد.

واحد (CP^s): به سن کربونیفر بالایی - پرمین و با لیتولوژی ماسه‌سنگ، گراول‌استون، کنگلومرا، آرژیلیت و سنگ آهک که در شمال ورقه در نزدیکی چاه‌عربان و کوه گدارسیاه رخنمون دارد. ضخامت این واحد بیش از ۳۰۰ متر می‌باشد.

واحد (P^s): به سن پرمین و با ترکیب ماسه‌سنگ و سیلتستون که در شمال ورقه به چشم می‌خورد. ضخامت این واحد ۳۵۰-۴۰۰ متر می‌باشد.

در ورقه یک‌صد هزار چوپانان از دوره پرمین تا کرتاسه یک نبود رسوبی وجود دارد که باعث شده است سازند نقره به سن کرتاسه پایینی با یک ناپیوستگی فرسایشی زاویه‌دار بر روی سنگ‌های پرمین و سنگ‌های دگرگونه قرار می‌گیرد.

سازند نقره (K_n): این سازند به سن اشکوب نئوکومین از کرتاسه پایینی شامل ماسه‌سنگ، مارن، گراول‌استون کنگلومرا و سنگ آهک می‌باشد. سازند مذکور دارای ضخامت بیش از ۷۰-۶۰ متر است و در جنوب ورقه رخنمون یافته است.

سازند شاه‌کوه (K_s): سازند شاه‌کوه به سن اشکوب آپتین از کرتاسه پایینی دارای ترکیب سنگ آهک اوریتولین-دار، گراول‌استون و کنگلومرا است. ضخامت این سازند از ۱۰۰ تا ۴۰۰ متر در حال تغییر است. این سازند در جنوب ورقه برونزد دارد.

سازند بازیاب (K_{bz}): این سازند به سن اشکوب آپتین - آلبین از کرتاسه پایینی با لیتولوژی مارن، ماداستون، ماسه‌سنگ و سنگ آهک است. ضخامت این سازند بین ۵۵ تا ۱۵۷ متر می‌باشد. از فسیل‌های این سازند پلسی‌پود، اکینوئید و ... می‌باشد.

سازند دبرسو: با دو عضو (K_d) شامل سنگ آهک اورگانیک، مارن، گراول استون و ماسه سنگ و عضو (K_d^m) شامل مارن و سنگ آهک می باشد. این سازند به سن سنومانین - تورونین می باشد. هر دو عضو در شرق و در نزدیکی سازند بازیاب و کوه های تخته و زالوبند رخنمون دارند.

سازند هفتومان (K_h): با لیتولوژی سنگ آهک رودیست دار، ماسه سنگ و کنگلومرا به سن سنومانین پایینی از کرتاسه بالایی می باشد. ضخامت این سازند ۱۵۰-۲۱۰ متر می باشد. این سازند در شمال شرق، شرق و جنوب ورقه به چشم می خورد.

سازند فرخی (K_f): شامل سنگ آهک، ماسه سنگ، گراول استون و مارن به سن سنومانین بالایی - دانین از کرتاسه بالایی می باشد. ضخامت این سازند ۱۱۰-۲۱۰ متر می باشد. این سازند در شمال شرق، شرق و شرق جنوب ورقه برونزد دارد.

سازند چوپانان که یک سازند محلی است به سن پالتوسن بوده و شامل دو عضو می باشد که عبارتند از: **عضو** (Pe_{ch}^s): با ترکیب ماسه سنگ، گراول استون، کنگلومرا و مارن و عضو (Pe_{ch}) با ترکیب سنگ آهک پلاژیک و سنگ آهک برشی شده که شمال شرق، شرق و ضخامت کل این سازند ۷۵۰-۸۰۰ متر می باشد. برخی فسیل هایی که در آهک های این سازند وجود دارد عبارتند از:

Textularia sp. Rotalia sp. Anomalina sp. Spirolina sp. Discorbis sp. Acicularia sp.

سازند دره انجیر (E_d): به سن ائوسن پایینی و با ترکیب کنگلومرا می باشد که معادل کنگلومرای کرمان می باشد.

واحد (E_1^t): شامل کنگلومرای توفی، توف کنگلومرا به سن ائوسن پایینی که در جنوب غرب و شمال ورقه رخنمون دارد.

واحد (E_1^a): این واحد به سن ائوسن پایینی با ترکیب آندزیت، توف و سنگ آهک که در جنوب غرب و شمال ورقه برونزد دارد.

سازند پیس کوه به سن ائوسن میانی تا بالایی بوده و شامل سه عضو می باشد که عبارتند از:

- **واحد (E_p^s):** این واحد با ترکیب سیلتستون، ماداستون ژیبسی و مارن، ژیبس و هیالوبازالت و با ضخامت در

حدود ۹۲۰ متر در شمال ورقه چوپانان رخنمون دارد.

- واحد (E_p^{sm}) : این واحد با ترکیب ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و سیلتستون و با ضخامت ۹۵۰-۱۰۰۰ متر می‌باشد که در شمال و شمال‌غرب ورقه برونزد دارد.

- واحد (E_p^m) : با ترکیب مارن و ماسه‌سنگ و با ضخامت حدود ۴۰۰ متر

سازند سرخ پایینی (O_r) : سازند سرخ پایینی به سن الیگوسن با ترکیب کنگلومرا، سیلتستون و ماسه‌سنگ دارای ضخامت در حدود ۲۵۰-۳۰۰ متر می‌باشد. این واحد در شمال و مرکز ورقه برونزد دارد.

سازند قم (OM_q) : با ترکیب سنگ‌آهک، ماسه‌سنگ، سیلتستون و مارن که دارای سن الیگوسن - میوسن می‌باشد و خود شامل دو عضو (OM_q^s) با لیتولوژی ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و سیلتستون و عضو (OM_q^l) با لیتولوژی سنگ‌آهک اغلب ماسه‌ای می‌باشد. ضخامت این سازند ۱۶۵-۲۸۰ متر می‌باشد که در غرب این ضخامت به ۵۰-۷۰ متر کاهش می‌یابد. این سازند در شمال‌غرب تا مرکز ورقه رخنمون یافته است.

سازند سرخ بالایی (M_r) : این سازند به سن میوسن و با لیتولوژی رسی، رس ژیبسی، ژیبس، سیلتستون، ماسه-سنگ و کنگلومرا و با ضخامت ۵۰۰-۷۰۰ متر می‌باشد. هیچگونه فسیلی در این سازند وجود ندارد و در شمال‌غرب و مرکز ورقه به چشم می‌خورد.

واحد $(P1)$: به سن پلیوسن و با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، گراول‌های سیلی و رس‌های ماسه‌ای

و بالاخره واحدهای کوارترن: شامل واحدهای (Q^{1ap}) با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ گراولی و رسوبات قدیمی، واحد (Q^{2ap}) شامل گراول پبلی، ماسه رسی، کنگلومرا، واحد (Q^{2l}) با ترکیب ماسه‌های ساحلی و دریاچه‌ای و رس، واحد (Q^{2e}) با ترکیب ماسه‌ای و گراول، واحد آلویال، گراول، ماسه، کنگلومرای (Q^{3ap}) ، واحد (Q^{3l}) شامل ماسه‌های ساحلی و دریاچه‌ای، واحد ماسه‌ای (Q^{3e}) ، واحد (Q^{4p}) با ترکیب گراول پبلی و ماسه رسی، واحد (Q^{4t}) که همان دشت‌های ساحلی هستند، واحد (Q^{4ss}) شامل رس‌های نمکی و ماسه کویر و واحد ماسه‌ای (Q^{4e}) که بیشترین وسعت را در ورقه‌ی مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند.

سنگ‌های نفوذی و نیمه خروجی:

واحد سرپانتینی (Sr) : یک واحد نفوذی با سن نامشخص است که در گوشه‌ی شمال‌شرقی ورقه برونزد کوچکی

در امتداد سنگ‌های کمپلکس جندق از آن دیده می‌شود.

چندین پیکره نیمه خروجی از مونزونیت پورفیری، آندزیت داسیت و آندزیت با سن ائوسن در منطقه دیده می‌شود که شامل واحد (a) با ترکیب آندزیت و آندزیت داسیت‌های ائوسن، واحد (ad) شامل مونزونیت پورفیری، واحد دایک آندزیتی (mp) و واحد (b) شامل دایک بازالتی به سن ائوسن می‌باشد.

تصاویر ۱-۳ و ۱-۴ نشان‌دهنده نقشه زمین‌شناسی و راهنمای آن در ورقه یکصد هزارم چوپانان می‌باشد.

۱-۶- زمین‌شناسی سافتمانی و تکتونیک

از لحاظ ساختاری بخش عمده‌ی این ورقه متعلق به توده‌های انارک‌خور می‌باشد و بخش شمال‌غربی آن را کویر بزرگی ساخته است.

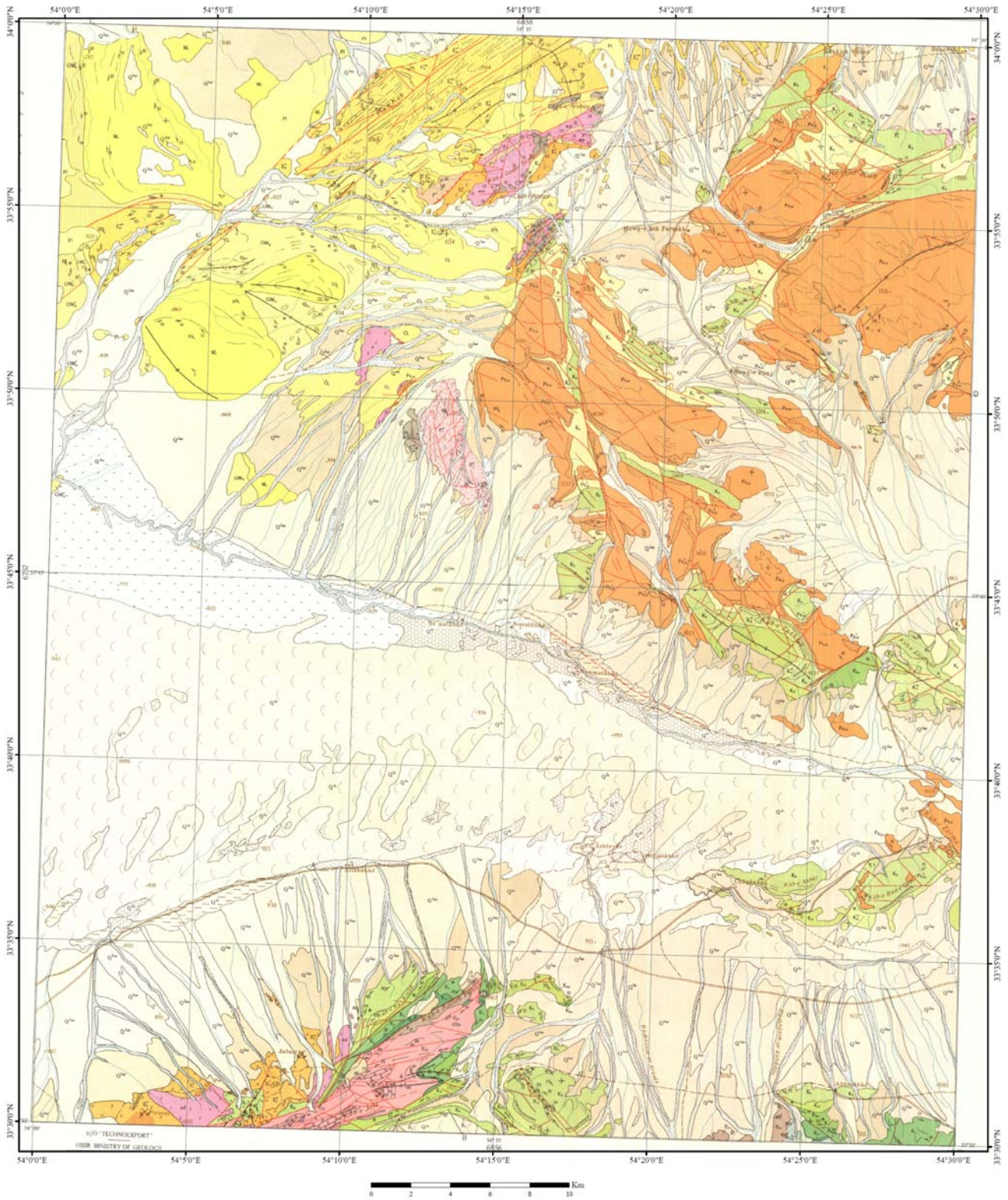
گسل‌های منطقه به دو گروه اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند و گسل‌های نیمه شمالی اکثراً دارای ساختار شمال‌غرب - جنوب‌شرق هستند و در نیمه‌ی جنوبی دارای راستای شمال‌شرق جنوب‌غرب هستند البته گسل‌های با راستای شرقی - غربی و شمالی - جنوبی نیز در منطقه به مقدار کم به چشم می‌خورند.

۱-۷- زمین‌شناسی اقتصادی

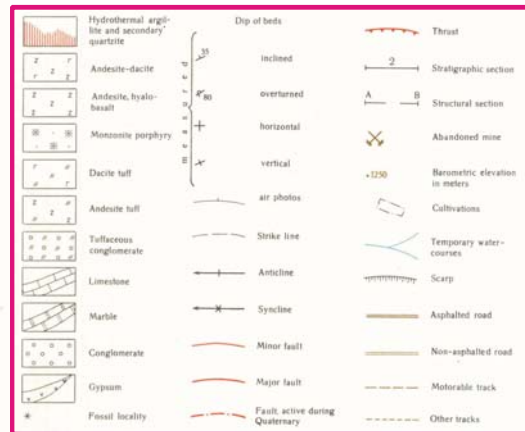
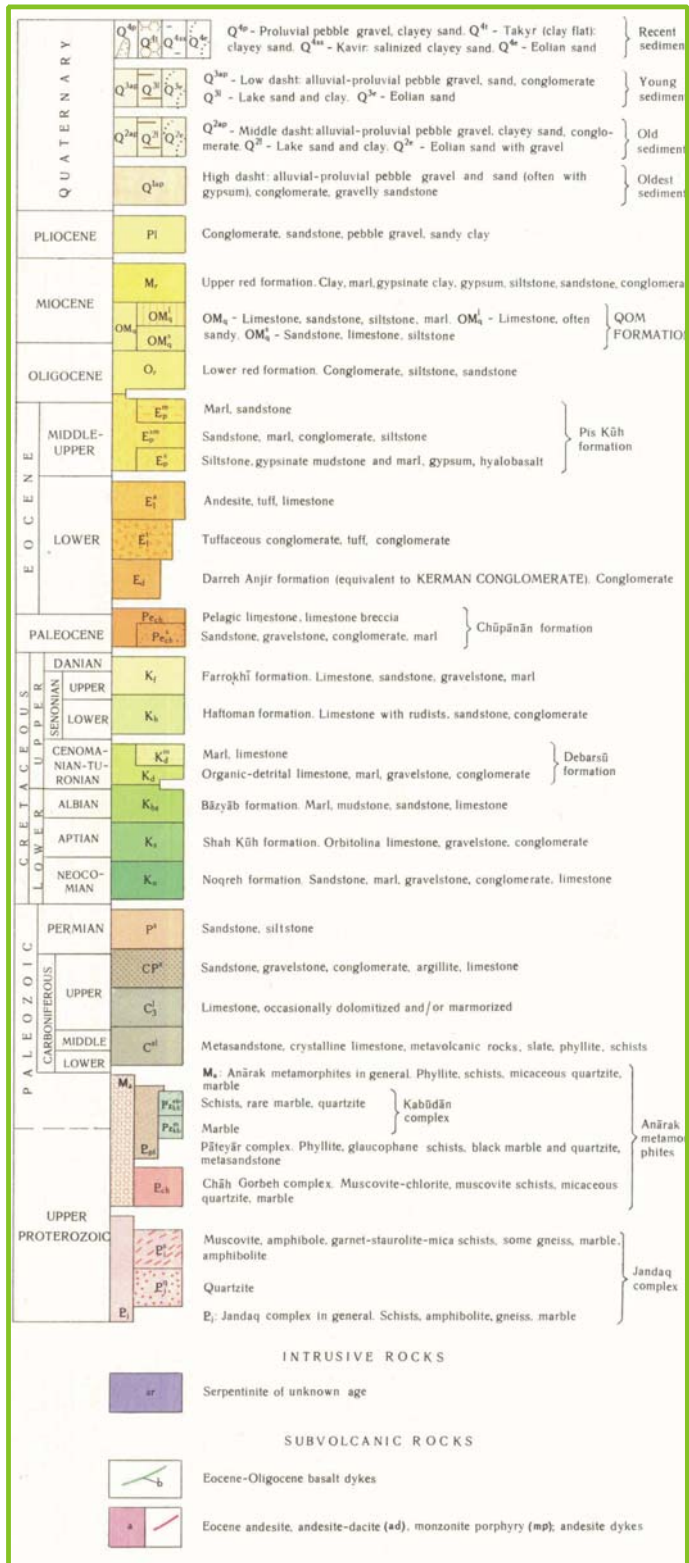
از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی کانی‌سازی پلی‌متال و مس - مولیبدن در این محدوده به خصوص در منطقه کوه گدارسیاه و کوه جفت شناخته شده است.

از معادن بخش جنوبی می‌توان به معادن جعفری و پیروزی و از معادن بخش شمالی می‌توان به معدن گدارسیاه اشاره نمود که همگی در ارتباط با زون گسلی می‌باشند.

همچنین یک معدن سرب و روی کوچک نیز در کوه جفت. در میان سنگ‌های دگرگون شده وجود دارد.



تصویر ۱-۳ - نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان



تصویر ۱-۲- راهنمای نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان