



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 تخت سلیمان

شماره برگه:

5463

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

الف.ر.باباخانی، ج.قلمقاش

سال تولید:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگه شماره ۵۴۶۳- تخت سلیمان

جغرافیا و ریخت‌شناسی

نقشه تخت سلیمان بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ چهارگوش تکاب بین طول شرقی $۴۷^{\circ}۰۰'$ و $۴۷^{\circ}۳۰'$ عرض شمالی $۳۶^{\circ}۳۰'$ و $۳۷^{\circ}۰۰'$ واقع گردیده است. منطقه‌ای است کوهستانی و سخت گذر که در زمستان‌ها سرد و پوشیده از برف و در تابستان‌ها دارای هوای معتدل می‌باشد. بلندترین نقطه آن در کوه بلقیس با ارتفاع ۳۳۳۰ متر و پست‌ترین نقطه آن در شمال روستای قره آفاج بالا با ارتفاع ۱۴۶۴ متر از سطح دریاست. این محدوده میان چهار استان آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان و کردستان تقسیم شده و به دلیل دور افتاده بودن از مراکز آبادی‌های این استان‌ها کارهای عمرانی زیادی در آن صورت نگرفته و از بخش‌های محروم به شمار می‌آید. بخش شمالی منطقه که بیشتر از سنگ‌های دگرگونی گنایس، مرمر و آمفیبولیت تشکیل شده، دارای توپوگرافی خشن با دره‌های پرشیب می‌باشد، در حالی که بخش جنوبی آن بیشتر از رسوب‌های مارنی و ماسه سنگ میوسن تشکیل شده و دارای توپوگرافی ملایمی است.

از کوه‌های مهم منطقه می‌توان کوه بلقیس با ارتفاع ۳۳۳۰ متر، کوه قبله با ارتفاع ۳۲۰۸، کوه گورگور با ارتفاع ۲۹۳۰ متر، کوه جاق‌گوتاران با ارتفاع ۲۸۷۵ متر و کوه ایمان خان با ارتفاع ۲۸۶۲ متر را نام برد. از رودهای مهم آن می‌توان به رود آبی دوغوش، رود پری، رود قلعه چای، رود انگوران چای، رود دونگه و رود چم آغ دره اشاره نمود. مقدار میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر می‌باشد. از راه‌های ارتباطی آن می‌توان جاده آسفالتی تکاب-احمدآباد را نام برد که شهر تکاب را با مناطق دیدنی تخت سلیمان و زندان سلیمان می‌پیوندد. راه مهم دیگر جاده شنی پری-علم کندی است که یک جاده شنی درجه ۲ بوده و روستاهای شمالی منطقه را به مرکز بخش ماه نشان متصل می‌نماید، سایر راه‌های ارتباطی منطقه اغلب خاکی و اتومبیل‌رو و در مناطق کوهستانی مال‌رو می‌باشند. بخش بزرگتری از مردم منطقه به ویژه در بخش‌های شمالی و میانی ترک زبان می‌باشند، در حالی که در بخش‌های جنوبی و غربی اغلب کرد زبان هستند.

دین مردم منطقه اسلام است، که ترک زبانان شیعه و کرد زبانان سنی می‌باشند. شغل آن‌ها اغلب دامداری و کشاورزی است. بلندی‌های برفگیر شمالی چراگاه‌های مناسبی را در فصل تابستان تشکیل می‌دهند و عشایر چاراویماتق دام‌های خود را در اواسط بهار به این مناطق پست جنوبی رواج دارد. در مناطق پست کنار رودخانه‌ها، نیز تاکستان‌ها و باغ‌های وسیعی از درختان گردو، سیب، گلابی، تبریزی و... وجود دارد. پرورش زنبور عسل در بخش‌های کوهستانی میانی و صنعت فرش بافی در مناطق ترک زبان جنوبی نیز رواج دارد، به طوری که فرش افشار که در صنعت فرش ایران جایگاه ویژه‌ای دارد در این مناطق تهیه می‌گردد. وجود چشمه‌های آهک‌ساز و پدیده‌ها و اشکال طبیعی ایجاد شده از آن‌ها زیبایی ویژه به طبیعت خشن و کوهستانی این منطقه داده که در نظر افراد بومی اسرار فراوانی را در خود پنهان نموده‌اند. این اسرار با ساختن آتشکده‌ها و مراکز دینی در پیرامون این چشمه‌ها با نوعی تقدس آمیخته گشته و وجود ایجاد زندان‌ها و قلعه‌ها که نشان‌دهنده برخی رویدادهای اجتماعی آن‌ها در گذشته است محیط را با راز و رمز زیادی همراه ساخته و در فرهنگ افسانه‌ساز این مردم جای ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. از مهم‌ترین مظاهر وجود این چشمه‌ها می‌توان تخت سلیمان، زندان سلیمان، زندان نبی کند، قلعه بردینه و زندان برنجه را نام برد که در این میان وجود آثار باستانی مربوط به زمان ساسانیان (آتشکده آذرگشسب) و مغول (کاخ تابستانی هلاکو) در نزدیکی چشمه تخت سلیمان و آثار بناهای کهن مربوط به هزاره یکم پیش از میلاد مسیح در پیرامون زندان سلیمان حاکی از گذشته پر رونق این مناطق است. بر روی سکوی تراورتنی حاصل از چشمه تخت سلیمان بقایای قلعه‌ای باستانی دیده می‌شود که به صورت دیواری پیرامون سکوی بیضی شکل قرار گرفته که به احتمال بقایای شهر باستانی شیز

است که به نام کنشک نیز معروف است. وجود چشمه‌های آب گرم تراورتن ساز و آثار باستانی مجاور همه ساله مسافران زیادی را به این منطقه می‌کشاند.

زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه از نظر ساختمانی در محدوده سندرچ-سیرجان (اشتوکلین ۱۹۶۸) زون خوی-مهباد (نبوی ۱۳۵۵) و محل برخورد زون‌های ساختمانی البرز-آذربایجان، ایران مرکزی و سندرچ-سیرجان بوده و از آن رو دارای ویژگی‌های زون‌های یاد شده نیز می‌باشد.

این منطقه بیشتر از سنگ‌های دگرگونی شیست، مرمر، گنایس و آمفیبولیت تشکیل شده است که با روند شمال باختری-جنوب خاوری در بخش میانی محدوده مورد نظر بلندترین ارتفاعات (کوه بلقیس با ارتفاع ۳۳۳۰ متر و کوه قبله داغ با ارتفاع ۳۲۰۸ متر) را شکل می‌دهند. این سنگ‌ها مستقیماً توسط رسوب‌های الیگو-میوسن به طور ناهمساز پوشیده شده‌اند. به نظر می‌رسد سنگ‌های دگرگونی که مجموعه‌ای با زمان پرکامبرین تا پالئوزوئیک بالا را تشکیل می‌دهند، از دوران دوم تا اواسط ترسیر بلندهای مرتفعی را تشکیل میداده‌اند که هیچ گونه رسوبگذاری بر روی آن‌ها صورت نگرفته و یا اینکه اندک رسوبگذاری احتمالی نیز در اثر بالا آمدگی و فرسایش از بین رفته است.

به طور کلی ردیف چینه‌های سنگ‌ها در منطقه مورد بررسی به ترتیب از پائین به بالا شامل سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین، سنگ‌های رسوبی پرکامبرین پسین-کامبرین پیشین و کامبرین-اردوئین، سنگ‌های دگرگونی پالئوزوئیک، توده‌های نفوذی دیوریتی، گرانودیوریتی و گرانیتی، سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی الیگومیوسن و نهشته‌ها جوان پلیوسن و کواترنر به شرح زیر می‌باشد.

سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین

کهن‌ترین واحد شناخته شده در منطقه مورد بررسی شامل یک سری سنگ‌های دگرگونی میکاشیست و کوارتزیت به رنگ سبز-خاکستری است که در زیر یک افق ۵۰ تا ۱۰۰ متری آهک و دولومیت مرمری شده (مرجان گوتاران) در هسته تاقدیس‌هایی در کوه لعل کان و کوه گورگور و تاقدیس چوگتی نمایان شده‌اند. این سنگ‌های دگرگونی شامل سریسیت-مسکویت شیست، کوارتز کلریت اپیدوت شیست، بیوتیت شیست و میان لایه‌های کوارتزیت (ماسه سنگ‌های آرکوزی و گرایواکی دگرگون شده) می‌باشند، که دارای رخساره‌های شیست سبز دگرگون شده و دو فاز تغییر شکل یکی در راستای شمال باختری-جنوب خاوری است و دیگری راستای شمالی-جنوبی می‌باشند. این سنگ‌های دگرگونی که بیشتر در راستای گسل معکوس قینرجه-چهارطاق و در ضلع شرق شمال شرق آن نمایانند، به احتمال همان رسوب‌های شیلی و ماسه سنگی سازند کهر می‌باشند که زیر تاثیر دگرگونی ناحیه‌ای (در زون‌های عدسی برشی شکننده پیرامون گسل‌های بزرگ) قرار گرفته‌اند. این مجموعه دگرگونی در نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ تکاب زیر عنوان شیست‌های امیران معرفی شده‌اند. این واحد با علامت PC^{shk} نشان داده شده است.

در بخش بالایی واحد یاد شده میکاشیست و کوارتزیت و در زیر واحد مرمر و دولومیت جان گوتاران یک افق ۵۰ تا ۱۰۰ متری مرکب از سنگ‌های اولترامافیک دگرگون شده، در دو ناحیه در تاقدیس لعل کان و هسته تاقدیس زره شوران نمایانند، این واحد که با نشانه St بر روی نقشه مشخص شده است، شامل مجموعه‌ای از سرپانتینیت و سرپانتین شیست، متاگابرو و سنگ‌های بازالتی دگرگون شده می‌باشند. این مجموعه اولترامافیکی که به صورت یک افق مشخص نمایان بوده و گدازه‌های اولترابازیک را تداعی می‌نماید در تاقدیس لعل کان به صورت نوار باریکی در مرز میان شیست‌های دگرگونی و واحد مرمری قرار داشته و بخش‌های شیستی زیرین نمایان نیستند، در این منطقه بیشتر به صورت سرپانتین شیست همراه با رگه‌های آسبست می‌باشد. وجود این مجموعه اولترامافیکی احتمالاً نشانه‌ای بر بازشدگی پوسته و تشکیل کافت به صورت محلی در زمان پرکامبرین بالایی است.

بر روی سنگ‌های دگرگونی میکاشیست و اولترامافیک‌های دگرگون شده یک واحد ستبر مرمر و دولومیت خاکستری روشن تا خاکستری تیره با لایه‌بندی متوسط تا ضخیم به ضخامت ۵۰ تا ۳۰۰ متر قرار می‌گیرد که بلندی‌هایی را در بخش‌های میانی منطقه تشکیل می‌دهد. این واحد به نام مرمرجان گوتاران pe^1 نامگذاری شده است. همبری آن با

سنگ‌های دگرگونی شیست و کوارتزیت اغلب گسله یا ناپیوسته بوده و سنگ‌های افیولیتی واقع در بین آن‌ها در اغلب نقاط نمایان نیستند. این واحد به شدت کریستالیزه و مرمریزه بوده و بازمانده‌هایی فسیلی بجز بعضی آثار مشکوک همانند آگ در آن دیده نمی‌شود واحد آهکی-دولومیتی جان گوتاران در یال شمالی تاق‌دیس لعل کان به صورت همساز در زیر سنگ‌های دگرگونی گنایس و آمفیبولیت و در تاق‌دیس زره شوران به طور همساز در زیر دولومیت‌های چرت دار بخش بالایی سازند سلطانیه پاره سازند (دولومیت بالائی) قرار می‌گیرند. دولومیت‌های چرت دار سازند سلطانیه با یک افق شیلی خاکستری رنگ بر روی این واحد مرمر دولومیتی قرار دارند و به احتمال هم ارز پاره سازند شیل میانی (شیل‌های چپقلو) سازند سلطانیه می‌باشند. بنابراین با توجه به ردیف چینه‌ای یاد شده به احتمال واحد مرمر جان گوتاران هم ارز پاره سازند زیرین سلطانیه با زمان پرکامبرین بالایی می‌باشد.

سنگ‌های رسوبی پرکامبرین بالایی-پالئوزوئیک زیرین

در اغلب نقاط منطقه سنگ‌های دگرگونی با زمان پرکامبرین در زیر ردیف ستبری از سنگ‌های دگرگونی گنایس، مرمر و آمفیبولیت قرار می‌گیرند که جایگاه زمانی مشخصی را نشان نمی‌دهند، تنها در بخش باختری گسل قینزجه-چهارتاق در یال جنوبی تاق‌دیس زره شوران (در جنوب معدن زرنیخ زره شوران) برونزد کوچکی از سنگ‌های دگرگون نشده پرکامبرین بالائی-پالئوزوئیک زیرین به طور هم شیب بر روی واحد مرمرجان گوتاران قرار می‌گیرد که شامل ردیفی از شیل‌های چپقلو تا آهک‌های منظم لایه سازند میلا می‌باشد، ردیف چینه‌ای سنگ‌ها در این منطقه به صورت زیرین می‌باشد. بر روی واحد مرمرجان گوتاران یک افق شیلی سبز-خاکستری نازک لایه به ضخامت حدود ۵۰ متر قرار می‌گیرد که آپوفیز کوچکی از یک توده نیمه ژرف کوارتز-فلدسپاتی روشن رنگ (همانند ریولیت-کوارتزپورفیری سازند قره داش) در آن نفوذ کرده و آن‌ها را به شدت دگرسان نموده است این واحد شیلی را شاید به توان هم ارز پاره سازند شیلی زیرین سلطانیه (شیل چپقلر) قرار داد.

بر روی واحد شیلی یک افق دولومیتی خاکستری روشن تا تیره نوارها و گرهک‌های چرت قرار می‌گیرد (E^d_s) که حدود ۱۰۰ متر ضخامت داشته و در برخی نقاط گرهک‌ها و الگ‌های سیاه‌رنگ فسفاتی نیز در آن دیده می‌شود که همانندی آن را با دولومیت‌های سازند سلطانیه بیشتر می‌نماید. این واحد دولومیتی نیز زیر تأثیر توده کوچک کوارتز-فلدسپاتی قرار گرفته و چرت‌های آن کریستالیزه و کوارتزیتی شده‌اند. با توجه به جایگاه چینه‌ای و ویژگی‌های لیتولوژیکی شاید بتوان آن را هم ارز پاره سازند دولومیت بالایی سازند سلطانیه قرار داد.

دولومیت چرت دار سازند سلطانیه به طرف بالا به تدریج به تناوبی از شیل‌های میکاسه سبز-خاکستری و دولومیت‌های قهوه‌ای چرت دار تبدیل می‌شود که حدود ۵۰ متر ضخامت دارد و به احتمال هم ارز سازند باروت در کوه‌های سلطانیه می‌باشد. به طرف جنوب بر روی رسوبات منسوب به سازند باروت در کوه‌های سلطانیه می‌باشد.

به طرف جنوب بر روی رسوبات منسوب به سازند باروت حدود ۳۰ متر تناوب شیل و ماسه سنگ میکاسه قرمز-ارغوانی قرار می‌گیرد که با نشانه E^{sh}_z بر روی نقشه مشخص شده و احتمالاً هم ارز رسوبات سازند زاگون در البرز می‌باشد. رسوب‌های شیلی یاد شده به طرف بالا به یک واحد ماسه سنگی کوارتز-فلدسپاتی قرمز تا گلی رنگ با میان لایه‌های ۲ تا ۵ متری کوارتزیت سفید رنگ برشی و کنگلومرای (E^s_1) تبدیل می‌شود که حدود ۳۰۰ متر ضخامت داشته و در بخش بالا به یک واحد ۲۰ تا ۳۰ متری کوارتزیت سفید رنگ (E^q_1) تبدیل می‌شود. واحد ماسه سنگی صورتی رنگ را می‌توان هم ارز سازند لالون و افق کوارتزیتی بالایی آن را هم ارز افق کوارتزیتی بالا در نظر گرفت. شایان ذکر است که واحد کوارتزیتی وابستگی نزدیک با واحد ماسه سنگی لالون دارد، نه با پی سازند میلا، زیرا چند افق کوارتزیتی همانند آن در درون ماسه سنگ‌های سازند لالون نیز دیده می‌شوند.

بر روی ماسه سنگ‌های سازند لالون و افق کوارتزیتی بالا حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر آهک خاکستری تیره تا خاکستری روشن لایه‌لایه با لایه‌بندی ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری و آثار فسیل آگ و استروماتولیت و نیز خرده‌های فسیلی دیده می‌شود که در بخش‌های پائین به تناوبی از دولومیت آهک دولومیتی با شیل‌های آهکی تبدیل می‌شود. بر اساس وجود قطعات تریلوبیت در آن‌ها زمان کامبرین میانی برای آن‌ها گردیده است با توجه به ویژگی‌های لیتولوژیکی این واحد کربناته (E^l_m) می‌توان هم ارز پاره سازند بالایی سازند میلا در نظر گرفت.

سنگ‌های دگرگونی پالئوزوئیک (کمپلکس دگرگونی قبله داغ)

در بخش‌های مرکزی و شمالی منطقه، در شرق گسل قینرجه چهار تاق بر روی سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین (واحد مرمر جان گوتاران و شیست‌های دگرگونی هم ارز سازند کهر) یک سری سنگ‌های دگرگونی مرکب از گنایس، مرمر، آمفیبولیت با بلوک‌هایی از سنگ‌های افیولیتی دگرگون شده قرار می‌گیرد.

به دلیل دگرگونی و تغییر شکل شدید، چهره اولیه این سنگ‌ها کاملاً دستخوش تغییر شده و نمی‌توان با اطمینان زمان خاصی را به آن‌ها نسبت داد و یا از نظر لیتولوژی آن‌ها را با سازند ویژه‌ای سنجد، ولی با توجه به جایگاه آن‌ها بر روی سنگ‌های پره کامبرین، هم چنین رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی الیگو-میوسن بر روی سنگ‌های دگرگونی، تنها می‌توان پذیرفت که این مجموعه دگرگونی جوان تر از پرکامبرین بوده (زیرا بر روی واحد مرمرجان گوتاران که خود برابر پاره سازند پائین دولومیت‌های سلطانیه است، قرار گرفته‌اند) و به احتمال فاصله زمانی پالئوزوئیک زیرین تا بالایی را داشته باشند.

ردیف چینه‌ای در این مجموعه دگرگونی ظاهراً از جنوب به شمال جوان تر می‌گیرد و واحدهای مختلف سنگی آن به ترتیب زیر می‌باشند.

واحد گنایس و مرمر (Mtgn)

در بخش خاوری و شمال خاوری گسل قینرجه-چهار تاق و در کوه لعل کان بر روی واحد مرمر دولومیت پرکامبرین پاره سازند پائین سازند سلطانیه یک سری سنگ‌های دگرگونی شامل گنایس‌های بیوتیت، فلدسپات دار (برخی با بافت چشمی که کم و بیش گداز آناتکسی را نیز تحمل نموده و ساخت‌های فراوان میگماتی در آن‌ها دیده می‌شود) با میان لایه‌های ۵ تا ۲۰ متری آهک و دولومیت مرمرین، سفیدرنگ با شیب حدود ۵۰ تا ۶۰ درجه به سوی شمال قرار گرفته‌اند. تناوب گنایس و مرمر در بخش‌هایی بالائی دارای میان لایه‌های آمفیبولیتی بوده به تدریج به تناوبی از آمفیبولیت و مرمر تبدیل می‌شود. این واحد گنایسی در نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ تکاب زیر عنوان کمپلکس دگرگونی گنایس دوره یاتاقی با زمان پرکامبرین نشان داده شده است.

واحد آمفیبولیت و مرمر (Mtam)

به سوی شمال در کوه‌های قبله داغ و ابدال بر روی واحد دگرگونی گنایس و مرمر ردیف ستبری از آمفیبولیت با میان لایه‌های مرمر قرار می‌گیرد که در کوه قبله داغ بیشترین ضخامت را داشته و دارای افق‌هایی از سنگ‌های اولترامافیک می‌باشد. این مجموعه دگرگونی شامل آمفیبولیت، آمفیبول شیس، گنایس‌های بیوتیت-آمفیبول دار با میان لایه‌هایی ۵ تا ۲۰ متری مرمر و دولومیت سفیدرنگ است. مجموعه یاد شده به سختی دگرگون شده و تغییر شکل یافته همراه با رگه‌ها و رگچه‌های نازک گرانیت و سیلیس که در بخش‌های آمفیبولیتی و گنایسی دارای ساخت مختلف میگماتی می‌باشد. مجموعه آمفیبولیتی به طور جانبی به مجموعه گنایس و مرمر تبدیل می‌شود.

در کوه قبله داغ چند افق سرپانتینیتی-سرپانتین شیستی در میان این مجموعه دگرگونی دیده می‌شود که متمورفیسیم کامل یافته و اغلب به تالک تبدیل شده‌اند. افق‌های سرپانتینیتی احتمالاً به صورت گذاره‌های اولترابازیک در درون مجموعه دگرگونی آمفیبولیت و مرمر (به احتمال بصورت تناوبی از گذاره‌های بازالتی و لایه‌های آهکی) و در پیوند نزدیک با آنها بوده‌اند.

در کوه ابدال (در شمال روستای قوزلو) یک توده بزرگ افیولیتی مرکب از سنگ‌های اولترابازیک (هارزبورژیت، دونیت و پیروکسینیت) همراه با توده‌های گابرویی و دایک‌های دیابازی در درون آمفیبولیت و مرمر دیده می‌شود که بخش‌های هارزبورژیتی آن دارای رگه‌های نازک و فراوان آسبست و بخش‌های دونیتی با بلورهای پراکنده کرومیت می‌باشند. در یک توده کوچک در شمال غرب توده افیولیتی یاد شده کانی سازی کرومیت به صورت یک عدسی کوچک دیده می‌شود. در درون مجموعه دگرگونی آمفیبولیت در شمال روستای تخته یورد نیز یک توده بزرگ افیولیتی مرکب از دونیت، هارزبورژیت همراه با متاچرت و مرمر دیده می‌شود که به شدت دگرگون شده و به سرپانتینیت، سرپانتین شیست و تالک شیست تبدیل گردیده است.

به طور کلی مجموعه دگرگونی آمفیبولیت و مرمر همراه با سنگ‌های افیولیتی دگرگون شده نشان‌دهنده بازمانده‌های پوسته اقیانوسی قدیمی (احتمالاً پالئوزوئیک بالایی) پالئوتیتس همانند با افیولیت‌های مشهد و شاندرمن - اسالم (گفتگو با افتخارنژاد) در منطقه مورد بررسی می‌باشند. این مجموعه دگرگونی در نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ تکاب زیر عنوان کمپلکس آمفیبولیت-علم کندی معرفی شده است.

سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی الیگو-میوسن

بخش بزرگ‌تر منطقه مورد بررسی (بیش از ۵۰ درصد سطح نقشه) را سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی الیگو-میوسن تشکیل می‌دهند که به طور ناهمساز بر روی سنگ‌های دگرگونی کهن قرار گرفته‌اند.

سنگ‌های رسوبی الیگو-میوسن

از قدیم به جدید به شرح زیر می‌باشند:

رسوب‌های مارنی و ماسه سنگی و کنگلومرای الیگوسن

سنگ‌های رسوبی الیگو-میوسن با یک پی کنگلومرای (O^c) و مارنی-ماسه سنگی قرمز (O^s) بر روی واحدهای کهن‌تر قرار می‌گیرند که به احتمال هم ارز سازند قرمز پائین در منطقه قم می‌باشند. واحد کنگلومرای O^c شامل یک کنگلومرای پلی ژنیک قرمز تا بنفش رنگ با قطعات سنگ‌های دگرگونی است و در زیر واحد آهکی OM^h جای دارد. یک واحد مارنی-ماسه سنگی قرمز رنگ (O^s) نیز در بخش شمالی محدوده نقشه در زیر سنگ‌های آتشفشانی الیگو-میوسن و بر روی سنگ‌های دگرگونی آمفیبولیت و مرمر دیده می‌شود که به احتمال در بخش‌های بالائی کنگلومرای O^c قرار دارند.

واحد آهکی OM^h

بر روی واحد کنگلومرای O^c یک واحد آهک توده‌ای و ریفی، کرم تا زرد روشن، دارای فسیل دوکفه‌ای، مرجان، خارپوست و بریوزوا به ضخامت ۲۰ تا ۱۰۰ متر دیده می‌شود که خود در زیر سنگ‌های آتشفشانی و یا مارن‌های گچ‌دار الیگو-میوسن قرار می‌گیرد و وجود فسیل‌های زیر

Opercolina sp. cf. O. Complanta Defrance, Amphistegina sp. Algae lithothamnium sp.

سن الیگوسن بالایی-میوسن زیری (آلکیتانین) را برای این واحد نشان می‌دهد. این واحد آهکی را شاید بتوان هم ارز بخش A سازند قم در نظر گرفت.

واحد OM^s

واحد OM^h از پهلوی و به سوی بالا و به تناوبی از شیل و فورشنسنگ (سیلستون) توفی و مادستون سبز-خاکستری نازک لایه تبدیل می‌شود که بیشترین گسترش آن در کناره‌های خاوری محدوده نقشه در پیرامون بایستی قلعه و میانج می‌باشد، این واحد دارای آثار گیاهی است و با توجه به فسیل‌های زیر

Globigerinodites primordus, Orbulina, Para orbulina transitoria, Globigerina Para ebulodites

زمان میوسین آغازی را نشان می‌دهد.

مارن‌های گچ‌دار OM^m

بر روی کنگلومرای O^c تناوبی از مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا (باقطعات سنگ‌های دگرگونی) با افق‌هایی از گچ قرار می‌گیرد که بخش‌های باختری-جنوب باختری محدوده نقشه گسترش بسیاری را نشان می‌دهد. این واحد به طور همساز در زیر واحد آهکی OM^h و به طور ناهمساز در زیر تناوبی از ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ M^s قرار دارد. با توجه به فسیل‌های زیر

Ostracods, charaphyta, Globigerinoides primordius, Globigerina preabulodites

می‌توان میوسن آغازی-میانی را به این واحد نسبت داد. این رسوب‌ها را شاید بتوان هم ارز بخش‌های e,d,c سازند قم قرار داد.

واحد آهکی OM^l

در بالاترین بخش‌های رسوب‌های الیگو-میوسن یک افق آهکی به رنگ کرم و سبزه لایه تا بدون لایه‌بندی، تا اندازه‌ای مارنی و ماسه‌ای به صورت صخره‌ساز دیده می‌شود که بسیار کاوکار و کم شیب با ظاهری همانند تراورتن می‌باشد.

بیشترین گسترش این واحد آهکی که ضخامتی از ۵۰ تا ۱۰۰ متر دارد در بخش‌های شرقی و غربی محدوده نقشه بر روی رسوبات مارنی و ماسه سنگی، گچ‌دار OM^m می‌باشد. فسیل‌های دو کفه‌ای، مرجان، خارپوست و بریوزوآ به فراوانی در آن دیده می‌شود. با توجه به وجود فسیل‌های زیر

Miogipsina sp., *Planorbulina sp.*, *Astrigerina sp.*, *Neoalveolina melo*

می‌توان زمان میوسن آغازی-میانی را به این واحد نسبت داد. این واحد آهک ریفی را شاید بتوان هم ارز بخش F سازند قم در نظر گرفت.

سنگ‌های آتشفشانی الیگو-میوسن

این واحد سنگی بر روی واحد آهکی OM^{ll} و یا کنگلومرا و ماسه سنگ O^c و در زیر یا در میان واحد مارنی OM^m یا واحد آهکی OM^{l2} قرار دارند و از قدیم به جدید به شرح زیر می‌باشند:

واحد ولکانیت برش OM^{vbr}

شامل ردیف ستبری از برش و کنگلومرای ولکانیکی همراه با برش‌های هیالوکلاستی می‌باشد. برش‌های هیالوکلاستی به رنگ سبز-خاکستری دارای قطعاتی از گدازه‌های آندزیتی به اندازه ۱۰ سانتیمتر تا ۲ متر، برخی با ساخت بالشی هستند، این قطعات در یک آژند توف شیشه‌ای قرار دارند. بخش‌های برشی این واحد در اثر فرسایش به صورت ستون‌های بلندی مانند دودکش نمایانند. (به ویژه شمال بایچه باغ).

واحد توف برش OM^{tr}

واحد OM^{vbr} به سوی بالا و از پهلو به ردیفی از توف برش شیشه‌ای به صورت پامینی با قطعات ریز و درشت گدازه‌ای و شیشه‌ای تبدیل می‌شود. این واحد بدون لایه‌بندی با شکاف‌های منشوری دراز و نامنظم و به صورت صخره‌ساز می‌باشد. واحد توف برشی در شمال معدن بایچه باغ و جنوب معدن سرب و روی انگوران گسترش دارد. وجود یک توده کوچک پرلیتی در داخل این توف‌ها فوران آتشفشانی اسید در محیط آب کم عمق (دریاچه‌ای) را نشان می‌دهد.

واحد OM^{tbr}

در بخش میانی نقشه (در جنوب معدن بایچه باغ) در زیر ولکانیت برش‌های آندزیتی OM^{vbr} ، ردیف ستبر و بدون لایه‌بندی از توف برش هیالوکلاستی، توف، توف ماسه‌ای به رنگ سبز-خاکستری قرار می‌گیرد که با عنوان OM^{tbr} در نقشه نشان داده شده‌اند. این واحد دارای ترکیب آندزیتی بوده و فعالیت آتشفشانی در محیط زیر آب را نشان می‌دهد.

واحد OM^{vb1}

این واحد شامل ردیفی از گدازه‌ها و توف‌های داسیتی صورتی-بنفش می‌باشد که در بخش‌های جنوب خاوری نقشه در زیر توف برش‌های داسیتی روشن رنگ OM^{tr} و بر روی واحد کنگلومرای O^c قرار می‌گیرد. بخشی از گدازه‌های این واحد دارای بافت پورفیری است و در شمال روستای شیخ لر (کناره خاوری-جنوب خاوری نقشه) بخشی دیگری از آن‌ها به صورت شیشه‌های پرلیتی برونزد دارند.

واحد OM^{va}

بخش بزرگتری از سنگ‌های آتشفشانی الیگو-میوسن در منطقه مورد بررسی را یک سری گدازه‌های پورفیری با ترکیب آندزیتی و رنگ خاکستری، قهوه‌ای و بنفش تشکیل می‌دهد که در خاور نقشه، جنوب روستای پری، و در باختر آن، پیرامون و شمال معدن زره شوران، بیشترین گسترش را داشته و دارای ساخت منشوری در بخش‌های پائین و ساخت برشی در بخش‌های بالا می‌باشند. در غرب و شمال‌غرب زره شوران در کوه قره داغ، بخش‌های بالای واحد به یک افق آندزیت-بازالتی تیره رنگ تبدیل می‌شوند که با عنوان OM^{vb} در روی نقشه نشان داده شده است. در بخش شمال خاور نقشه در شمال روستای قزلجه یک افق آندزیت-بازالتی تیره رنگ در زیر گدازه‌های آندزیتی OM^{va} و بر روی توف برش پامیس‌دار OM^{tr} قرار می‌گیرد که دارای ساخت‌های بالشی بزرگ و زیبایی می‌باشد. این افق آندزیت-بازالتی با عنوان OM^{vb} در روی نقشه داده شده است.

واحد OM^{vd2}

واپسین رخنمائی فعالیت آتشفشانی الیگو-میوسن در منطقه مورد را وجود یک سری گدازه‌های داسیتی، گاه به صورت ایگنیمبریتی، ولکانیت برش‌های داسیت آندزیتی نشان می‌دهد که با رنگ‌های صورتی، بنفش و خاکستری روشن بر روی ردیف ضخیم OM^{va} و در درون تناوب مارن و ماسه سنگ گچ‌دار OM^m قرار می‌گیرند. گدازه‌ها و برش‌های ولکانیتی این واحد در گوشه شمال غربی منطقه (مجاور روستای آبگرم) در پیوند با فعالیت چشمه‌های آب گرم تراورتن ساز، دگرسانی سختی را تحمل نموده و به مجموعه‌ای زرد، سفید و قهوه‌ای رنگ از کالوئن، سیلیس و اکسید آهنی تبدیل شده‌اند، که از بخش‌های کائولن خالص و سفید آن برای مصرف صنایع کاشی و سرامیک بهره‌برداری می‌گردد (معدن کائولن آبگرم).

رسوبات مارنی و ماسه سنگی قرمز رنگ M^s

بر روی واحد مارنی و ماسه سنگی گچ‌دار OM^m و گدازه‌های آندزیتی M^{va} تناوبی از مارن و ماسه سنگ قرمز رنگ همراه با گچ به طور ناهمساز قرار می‌گیرد که در بخش جنوب غربی منطقه بیشترین گسترش را داشته و بر روی آن‌ها رسوبات چشمه‌ای تراورتن به صورت لایه‌های افقی دیده می‌شود. رسوبات این واحد را می‌توان هم ارز رسوبات سازند قرمز بالایی در منطقه قم در نظر گرفت.

واحد کنگلومرایی-رسی QP^c

در شمال شرق منطقه، پیرامون روستای پری و در جنوب منطقه در راستای گسل قینرجه-چهار طاق، رسوبات کنگلومرایی-رسی با شیب کم و به طور ناهمساز بر روی رسوبات مارنی و ماسه سنگی M^s و سنگ‌های قدیمی‌تر قرار گرفته است، که دارای رخساره دریاچه‌ای-سیلابی بوده و به احتمال هم ارز سازند هزار دره در البرز می‌باشند. بخش‌های کنگلومرایی دارای قطعات خیلی کم گرد شده با اندازه‌های متفاوت از سنگ‌های آتشفشانی میوسن و سنگ‌های دگرگونی قدیمی می‌باشند. این واحد با یک پی توف برشی سفید رنگ با ترکیب ریولیتی بر روی رسوبات میوسن قرار می‌گیرد. در بخش‌های رسی لکه‌های سفید رنگی از ترکیبات بر دیده می‌شود که تمرکز آن‌ها در راستای یک گسل تقریباً شمالی-جنوبی در شمال شرق میانج تشکیل یک عدسی کوچک سفید رنگ را داده، و از آن بهره‌برداری می‌شود.

رسوبات کواترنری

از رسوبات منسوب به کواترنری می‌توان رسوبات آبرفتی پادگانه‌های کهن (Q¹)، رسوبات آبرفتی مخروط افکنه‌ای دشت (Q²) و آبرفت‌های جوان رودخانه‌ای Q^{al} را نام برد.

افزون بر موارد یاد شده، در راستای گسل بزرگ قینرجه نهشته‌های گسترده‌ای از تراورتن دیده می‌شود که حاصل فعالیت چشمه‌های آهکساز با آب‌های سرد و گرم، در زمان کواترنری هستند. به نظر می‌رسد که این چشمه‌ها و نهشته‌های تراورتنی حاصل از آن‌ها در امتداد این زون گسلی از بخش‌های ژرف زمین بالا آمده و حاصل آمیزش آب‌های سطحی با گازها و بخارهای ماگمایی می‌باشند. رسوبات تراورتنی حاصل از چشمه‌های با آب‌دهی بالا در سطح وسیعی پراکنده شده و سطوح سکو ماندی را ایجاد نموده‌اند که از آن جمله می‌توان نهشته‌های تراورتنی تخت سلیمان و پیرامون روستاهای چهارطاق و همپا اشاره نمود. در حالی که نهشته‌های تراورتنی چشمه‌های آب‌دهی کم، به صورت گنبدی شکل و مخروط‌های بلند شبیه مخروط‌های آتشفشانی هستند، که از آن جمله می‌توان چشمه‌های زندان سلیمان، زندان برنجه و زندان نبی کندی را نام برد. این نهشته‌ها دارای ساخت‌های مختلف کاوکدار، موج نقشی، نواری، پستانکی، رگه‌ای و گل کلمی بوده و اشکل طبیعی زیبایی را به وجود آورده‌اند که از آن جمله می‌توان تخت سلیمان، زندان سلیمان، قلعه بردینه، زندان برنجه، زندان نبی کندی و... را نام برد که همراه با آثار باستانی (بر روی سکوی تراورتنی تخت سلیمان در کنار چشمه که اکنون به صورت یک استخر به قطر حدود ۱۰۰ متر به چشم می‌خورد. بقایای آتشکده کهن آذرگش و کاخ هلاکو بازمانده‌های شهر قدیمی شیز دیده می‌شود) از گذشته پر رونق منطقه حکایت می‌کند.

توده‌های نفوذی

توده‌های نفوذی مزوزوئیک

سنگ‌های دگرگونی پالئوزیک و پرکامبرین را یک سری توده‌های نفوذی دیورتی، گرانودیوریتی، گرانیتی و کوارتزپورفیری قطع نموده که به علت قرار گرفتن آن‌ها در زیر رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی الیگو-میوسن سن دقیق برای آن‌ها نمی‌توان تعیین نمود ولی با توجه به همانندی‌های کانی شناسی و نیز تأثیر آن‌ها بر روی سنگ‌های رسوبی و دگرگونی پالئوزوئیک زمان تشکیل آن‌ها را می‌توان به دوران دوم نسبت داد. این توده‌های نفوذی به شرح زیر می‌باشند.

توده‌های نفوذی دیوریت-گابروبی (d)

در هسته تاقدیس لعل کان واحد متناوب میکا شیست و کوارتزیت پرکامبرین توسط یک توده کوچک بازیک قطع شده است این توده نفوذی دارای رنگ تیره و ترکیب کانی شناسی پلاژیوکلازهای سفید رنگ به علاوه پیروکسن و آمفیبول‌های سیاه‌رنگ می‌باشد که در مجاورت با شیست‌ها حالت گنایسی داشته و گاهی ساخت‌های میگماتیته نشان می‌دهند. با توجه به ترکیب کانی‌شناسی می‌توان ترکیب دیوریت تا گابرو را برای آن‌ها در نظر گرفت.

با توجه به همانندی‌های سنگ شناسی و کانی شناسی آن‌ها با توده‌های نفوذی دیوریت-گابروبی منطقه ساغند در ایران مرکزی شاید بتوان زمان تشکیل این توده گابرو را به تریاس میانی - بالایی و هم‌زمان با فاز کوهزایی کیمیرین پیشین در نظر گرفت. در جنوب خاوری روستای قره داش و شمال شرق روستای قینرجه نیز برونزد هایی از توده نفوذی دیوریت - گابروبی دیده می‌شوند.

توده‌های نفوذی گرانودیوریتی (gd)

در بخش خاوری و شمالی منطقه در درون کمپلکس قله داغ توده‌های نفوذی گرانودیوریتی بزرگی پدیدارند که دارای بافت دانه‌ای بوده و در کناره‌ها جهت‌دار و حالت گنایسی نشان می‌دهند. انکلاوهایی از سنگ‌های دگرگونی آمفیبولیت و گنایس در آن‌ها دیده می‌شود که حالت میگماتیته نشان می‌دهند. این توده‌های نفوذی شامل کانی‌های پلاژیوکلاز، آلکانی فلدسپات، کوارتز، بیوتیت و آمفیبول بوده و ترکیب گرانودیوریتی تاتونالیته دارند. توده گرانودیوریتی بستگی تنگاتنگی با سنگ‌های دگرگونی گنایس و آمفیبولیت نشان می‌دهند و به احتمال نشانگر مرز پایانی دگرگونی (ذوب آناتکسی) در مجموعه دگرگونی قبله داغ در پیوند با فاز کوهزایی کیمیرین پسین می‌باشند.

توده گرانیتی آقدره (g)

در کناره باختری محدوده نقشه یک توده نفوذی نیمه ژرف با ترکیب گرانیتی به صورت میکروگرانیت-کوارتزپورفیری با رنگ سفید برونزد دارد که به طور پیش‌رونده توسط رسوبات الیگو-میوسن پوشیده می‌شود، در نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ چهارگوش تکاب این توده گرانیتی با عنوان «گرانیت دوران» با زمان پرکامبرین نامیده شده است، در حالی که توده یاد شده رسوبات ماسه سنگی سازند لالون را قطع نموده و توسط رسوبات آهکی سازند قم با یک پی کنگلومرای روشن رنگ که کلیه قطعات آن از همین گرانیت است با زمان الیگوسن بالا- میوسن زیرین (اکیتانین-بوردیگالین) به طور ناهمساز پوشیده می‌شود، از این رو با توجه به شواهد بالا زمان تشکیل این گرانیت پس از کامبرین و پیش از الیگوسن (شاید بتوان آن را با توده‌های نفوذی ژوراسیک بالایی معادل فاز کوهزایی کیمیرین پسین مقایسه نمود) می‌باشد. دو رخنمون کوچک کوارتز پورفیری روشن رنگ نیز در جنوب معدن زرشوران و در یال جنوبی کره دیده می‌شوند که در ارتباط با گرانیت آقدره می‌باشند.

توده‌های نفوذی پلیوسن (PI^{md})

سنگ‌های آتشفشانی سازند قم (الیگو-میوسن) را یک سری توده‌ها نیمه ژرف میکرودیوریتی در بخش‌های میانی محدوده بریده که بزرگترین برونزد آن‌ها در کوه داغ دالی است. این سنگ‌های نیمه ژرف دارای ترکیب کوارتز دیوریت-مونوزدیوریتی بوده و دارای کانی‌های آمفیبول، بیوتیت، پلاژیوکلاز و کوارتز می‌باشند و به احتمال پیوند با فعالیت ماگمایی اوایل پلیوسن (فاز کوهزایی آتیکان) هستند، که در مناطق مختلف ایران به صورت گنبد‌های گدازه و توده‌های

نیمه ژرف نمایانند. در باختر روستای خانقلاقی یک توده کوچک میکرودیوریتی همراه با یک سری دایک نیز ولکانیت برش‌های آندزیتی را قطع نموده که به احتمال همزمان با توده‌های نیمه ژرف یاد شده می‌باشند.

زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

منطقه مورد بررسی از نظر ساختمانی در زون خوی-مه‌باد (نبوی، ۱۳۵۵) (و محل برخورد زون‌های ساختمانی سنندج-سیرجان، البرز-آذربایجان و ایران مرکزی) قرار می‌گیرد.

جایگیری سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین و پالئوزوئیک در زیر رسوب‌ها و سنگ‌های آتشفشانی الیگو-میوسن نشان از وجود یک برجستگی کهن (فرازمین گورگور- بلقیس- قبله داغ) از زمان پرکامبرین- پالئوزوئیک پائین تا الیگوسن و نبود رسوب گذاری یا فرسایش شدید در فاصله زمانی یاد شده در منطقه می‌باشد. این برجستگی به صورت یک فرازمین با راستای شمال باختری-جنوب خاوری از جنوب تا شمال منطقه کشیده شده است. مرز باختری آن از راه گسل واژگون قینرجه-چهارطاق با حوضه فرو رفته شیرمرد و مرز شمال خاوری آن با حوضه فرو رفته پری می‌باشد.

به طور کلی منطقه مورد بررسی دارای سه رخساره متفاوت دگرگونی، پوسته اقیانوسی و مجموعه رسوبی-آتشفشانی جوان می‌باشد. رخساره دگرگونی که بخشی از زون ساختمانی سنندج-سیرجان محسوب می‌گردد شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونی میکاشیست، کوارتزیت، مرمر، گنایس و آمفیبولیت است که با مرزهای گسله در مجاورت سایر واحدهای سنگی قرار گرفته‌اند. واحدهای یاد شده دارای زمانی از پرکامبرین تا پالئوزوئیک بوده و به سختی چین خورده و گسلیده می‌باشند و توسط توده‌های نفوذی کوارتز دیوریتی و گرانودیوریتی مزوزوئیک بریده شده‌اند.

رخساره پوسته اقیانوسی شامل یک افق نازک اولترابازیک دگرگونه شده در داخل مجموعه دگرگونی پرکامبرین (حداصل میکاشیست‌های سازند کهر و مرمرهای جان گوتاران) و یک مجموعه افیولیتی دگرگون شده با واحد آمفیبولیتی مجموعه دگرگونی منسوب به پالئوزوئیک بالا (دونین-کربونifer?) می‌باشد.

مجموعه رسوبی-آتشفشانی الیگو-میوسن شامل رسوبات مارنی و ماسه سنگی گچ‌دار و آهک‌های ریفی همراه با سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب آندزیت تا داسیت است که در حوضه‌های فرو رفته جنوب غرب و شمال شرق گسترش دارند.

قدیمی‌ترین فاز کوهزایی موثر در منطقه به احتمال کوهزایی پان افرکین است که باعث دگرگونی و سخت شدن پوسته قاره‌ای پرکامبرین (رسوبات سازند کهر) و تشکیل فرازمین گورگور- بلقیس- قبله داغ شده است. دگرگونی رسوبات شیلی سازند کهر و نیز جایگیری مرمرجان گوتاران با مرز ناپیوسته بر روی آن‌ها شواهدی از این فاز کوهزایی در منطقه مورد بررسی می‌باشند. دلایل و شواهد آشکاری از تاثیر فازهای کوهزایی کالدونین و هرسینین در منطقه مورد بررسی در دست نیست. نفوذ توده‌های دیوریت گابرویی، گرانودیوریتی و گرانیتی در سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین و پالئوزوئیک را شاید بتوان نمودی از فازهای کوهزایی کیمرین-پیشین و پسین در منطقه مورد بررسی قلمداد نمود. رخدادهای تکتونیکی یاد شده به احتمال در دگرگونی بیشتر و سخت شدن پی سنگ دگرگونی پرکامبرین-پالئوزوئیک نقش بسزایی داشته‌اند. چین خوردگی و گسلش مجموعه رسوبی-آتشفشانی الیگوسن-میوسن و رسوبات قاره‌ای میوسن-پلیوسن نیز در پیوند با جنبش‌های کوهزایی آلپ پسین در منطقه مورد بررسی می‌باشد. مهمترین شکستگی موجود در منطقه گسل اصلی قینرجه-چهارطاق با روند شمال شمال باختری-جنوب جنوب خاوری می‌باشد که از بخش‌های میانی منطقه می‌گذرد و سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین-پالئوزوئیک در خاور و شمال خاوری آن واقع شده‌اند. گسل یاد شده از نوع عمیق و پس سنگی با شیب حدود ۴۰ تا ۵۰ درجه به طرف شمال شرق با جابجا شدگی معکوس راستگرد می‌باشد که سبب بالا آمدن فرازمین گورگور-قبله داغ در ضلع شمال شرقی و فرو افتادن ضلع جنوب غربی و تشکیل حوضه شیرمرد گردیده است.

گسل قینرجه-چهارطاق افزون بر جابجاشدگی معکوس دارای جنبش راستالغز بزرگی می‌باشد که در ضلع خاوری کنش فشاری ناشی از جنبش راستگرد آن به طرف جنوب باعث تشکیل یک سری گسل‌های رورانده با راستای تقریباً شرقی-

غربی شده و در راستای این گسل‌ها سنگ‌های دگرگونی بر روی رسوبات الیگو-میوسن رانده شده‌اند (گسل رورانده قوه ناز-قوزلو و گسل رورانده لعل کان).

افزون بر آن دو سیستم گسل با امتداد شمال‌غرب-جنوب شرقی و شمال شرق-جنوب غربی در منطقه نمایانند که احتمالاً گسل‌های درجه ۲ و ۳ در پیوند با گسل راستا قینرجه-چهارتاق می‌باشند. گسل‌های شمال غرب-جنوب شرقی گسل‌های R1 و از نوع راست گرد و کنشی بمانند گسل اصلی دارند. در حالی که گسل‌های شمال شرق - جنوب غربی گسل‌های R2 و دارای کنش چپگرد می‌باشند.

هم چنین یک سری گسل تقریباً شرقی-غربی در منطقه دیده می‌شود که گسل‌های ژرف و احتمالاً ادامه روندهای قدیمی می‌باشند که مهم‌ترین آن‌ها گسل شرقی-غربی زندان سلیمان با جابجاشدگی راست گرد است و چشمه‌های آهک‌ساز تخت سلیمان، زندان سلیمان و چشمه‌های کاری احمدآباد در امتداد این گسل فعالیت نموده‌اند. به نظر می‌رسد که جایگزینی نهشته‌های تراورتن ساز گسترده موجود در منطقه همه در پیوند با کنش گسل بزرگ قینرجه-چهارتاق باشد.

روند عمومی لایه‌ها، برگوارگی (فولیاسیون) شیستوزیته سنگ‌ها در شرق گسل قینرجه-چهارتاق تقریباً شرقی-غربی (شمال غرب-شرق جنوب شرق) است که در مجاورت با گسل یاد شده روندهای تقریباً شمالی-جنوبی می‌یابند، در حالی که در غرب گسل روند عمومی لایه‌ها و چین‌ها در رسوبات الیگوسن-میوسن موازی با روند گسل قینرجه-چهارتاق و بیشتر شمال شمال غربی است. چین خوردگی ملایم و شیب کم لایه‌های آهکی سازند قم احتمالاً در اثر سخت شدن پی‌سنگ قدیمی تر در پیوند با نفوذ توده‌های وابسته به فازهای کوهزایی کیمیرین و آلپ میانی است.

دگرگونی در منطقه

دگرگونی در منطقه مورد بررسی از نوع دیناموترمال و شامل دو رخساره شیست سبز و آمفیبولیت است. رخساره شیست سبز در تناوب میکاشیست و کوارتزیت سازند کهر و مرمرهای جان گوتاران نمایان است که احتمالاً متعلق به زمان پرکامبرین می‌باشند. در حالی که مجموعه گنایس-مرمر و آمفیبولیت در رخساره آمفیبولیت دگرگون گردیده و احتمالاً متعلق به زمان پالئوزوئیک می‌باشد، در نتیجه دگرگونی در سنگ‌های جوان تر دارای شدت بیشتری می‌باشد که خود مغایر با تعریف دگرگونی ناحیه‌ای است بنابراین شاید بتوان این مغایرت را با توده‌های نفوذی دیوریت-گابرویی و گرانودیوریتی موجود در منطقه چنین توجیه نمود، که دگرگونی از نوع برخوردی بوده و در همبری توده‌های یاد شده شدت بیشتری را نشان می‌دهد. اگرچه فازهای کوهزایی پرکامبرین و پالئوزوئیک در دگرگونی منطقه بی‌تأثیر نبوده‌اند ولی احتمالاً فازهای کوهزایی کیمیرین پیشین و پسین نقش بسزایی در دگرگونی سنگ‌های منطقه بر عهده داشته‌اند، در این میان نفوذ توده‌های دیوریت-گابرویی که احتمالاً در پیوند با یک ماگمای بازیگ تا فرا بازیگ می‌باشند، می‌توانسته‌اند در بالا بردن سارگرمایی و افزایش شدت دگرگونی حتی تا گداز آناتکسی موثر باشند. هم چنین به نظر می‌رسد که گسل بزرگ قینرجه-چهارتاق نیز در کنترل دگرگونی نقش داشته است به طوری که در جنوب باختری گسل در تاقدیس زره شوران سنگ‌های رسوبی پالئوزوئیک پائین دگرگونی محسوسی را نشان نمی‌دهند، در حالی که در شمال خاوری آن مجموعه دگرگونی گنایس-مرمر و آمفیبولیت به احتمال دارای زمانی از پالئوزوئیک آغازی تا پایانی می‌باشند. وجود سنگ‌های دگرگونی شیست و مرمر پرکامبرین در دو سمت گسل نشان دهنده قدیمی تر بودن فاز دگرگونی رخساره شیست سبز وابستگی بیشتر دگرگونی رخساره آمفیبولیت (مجموعه گنایس-مرمر-آمفیبولیت) با گسل یاد شده می‌باشد.

افزایش درجه دگرگونی در مجموعه گنایس-مرمر-آمفیبولیت را شاید بتوان در پیوند با گرمای ویسکوز در مناطق برشی شکننده شکل‌پذیر در راستای گسله ژرف قینرجه-چهارتاق نیز تفسیر نمود (نیکلاس و همکاران ۱۹۷۶، بحرودی، ۱۳۷۰).

دگرگونی شیست‌های سازند و مرمرهای جان گوتاران در رخساره شیست سبز تا زیر رخساره اپیدوت آمفیبولیت است (غضنفری ۱۳۷۱) که دارای زون‌های بیوتیت و کلریت بوده و پارائنز آن به صورت زیر می‌باشند:

وزن کلریت: $Q + Pl + Chl + Mo$

زون بیوتیت: $Q + Pl + Bi + Ep$

در مجموعه گنایس- مرم- آمفیبولیت دگرگونی در رخساره آمفیبولیت بوده که تا گذار آناتکسی نیز پیشرفته است. به طوری که دگرگونی در گنایس‌ها تا زون سلیمانیت-فلدسپات پتاسیم‌دار که نشان‌دهنده میگماتیسی شدن و آغاز آناتکسی می‌باشد نیز پیش می‌رود. پاراژنز کانی‌شناسی در گنایس‌ها به صورت زیر می‌باشد:

گنایس‌های نواری: $Pl + Chl + Ho + Ep$

گنایس‌های چشمی میگماتیسی: $Kf + Q + Pl + MO$

مرم‌ها نیز در رخساره آمفیبولیت دگرگون شده و پاراژنز کانی‌شناسی آن‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$Ca + Am + Mo$

آمفیبولیت‌ها نیز در رخساره آمفیبولیت، زیر رخساره آلماندن-آمفیبولیت و زون سلیمانیت-فلدسپات پتاسیم‌دار دگرگون شده‌اند که زیر رخساره آلماندن-آمفیبولیت دارای پاراژنز $Q + Pl + Bi + Ho$ و زون سلیمانیت-فلدسپات پتاسیم‌دار دارای پاراژنز $Q + Pl + Ho + Ep$ می‌باشند.

همچنین به نظر می‌رسد که توده‌های نفوذی گرانودیوریتی موجود در منطقه در پیوند با گذار آناتکسی و نشان‌دهنده بخش‌های گداخته و نابرجای حاصل از دگرگونی سنگ‌های پلیتی باشند، در حالی که توده‌های دیوریت-گابرویی در پیوند با توده‌های بازیک و فرابازیک تشدید کننده و حتی عامل دگرگونی می‌باشند.

زمین‌شناسی اقتصادی

منطقه مورد بررسی از نگاه ساختمانی دارای سه پهنه متفاوت قاره‌ای، دگرگونی و اقیانوسی است که با مرزهای گسله در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند.

پهنه قاره‌ای با پوشش پلاتفرمی پرکامبرین-پالئوزوئیک که در زون ساختمانی البرز-آذربایجان (سلطانیه-میشو) قرار می‌گیرد.

پهنه دگرگونی بخشی از زون ساختمانی سندنج-سیرجان و شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونی میکاشیست، کوارتزیت، گنایس و آمفیبولیت است. پهنه اقیانوسی که شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های افیولیتی (دونیت، هارزبورژیت و لرزولیت) سنگ‌های دگرگونی مرم و آمفیبولیت است (بازمانده‌های اقیانوس پالئوتتیس) با مرز گسله در مجاورت سایر واحدهای سنگی قرار گرفته‌اند.

تحلیل متالوژنی این ناحیه نشان می‌دهد که تمرکز کانه‌های فلزی در پیوند مستقیم با نوع پی‌سنگ و تحولات آن می‌باشد و به طور کلی به ۴ نوع اصلی زیر قابل تقسیم است:

- متالوژنی در کمپلکس‌های افیولیتی (پهنه اقیانوسی) که از نظر کانی‌سازی کرومیت، کبالت، مس، سرب و روی، تیتان، طلا، جیوه و کانسارهای غیرفلزی آسبست، تالک، گرافیت و... در خور بررسی است.

- متالوژنی در پوسته قاره‌ای (پهنه قاره‌ای و دگرگونی) که از نظر کانی‌سازی آهن، فسفات، سیلیس، سرب و روی، فلدسپات و سنگ‌های تزئینی و نما شایان بررسی است.

- متالوژنی در گرانیتهای نوع برخورداری که از نظر کانی‌سازی قلع، تنگستن، نیوبیوم، زیرکونیوم، و فلدسپات درخور بررسی است

- متالوژنی در روندهای تکتونیک-ماگمایی ترسیر و جوان‌تر: فعالیت‌های ماگمایی ترسیر به ویژه آتشفشان نفوژن در تمام پهنه‌های زمین‌ساختی اعم از اقیانوسی، قاره‌ای و دگرگونی به روز نموده و گسله‌های قدیمی را نیز فعال نموده است. فعالیت این گسله‌ها موجب خروج محلول‌های گرمایی از نوع تله ترمال گشته است. این نوع کانی‌سازی که باز کنشی (Reactivated) نامیده می‌شود از نظر کانی‌سازی طلا، آنتیموان، آرسنیک، جیوه و کانی‌های چند فلزی در خور بررسی است. محدوده مورد بررسی از پتانسیل معدنی بسیار بالایی برخوردار است که در زیر به شرح آن می‌پردازیم:

کانی های فلزی

سرب و روی

کانی سازی سرب و روی در پیوند با محلول های گرمایی از نوع بازکنشی (Reactivated) در زون های مختلف ساختمانی (بویژه در پهنه های قاره ای و دگرگونی) رویداده که به صورت واحدهای سولفورکربنات در داخل واحدهای مرمری سنگ های دگرگونی کهن بیشتر به صورت رگه ای پدید آمده اند. همچنین شمار زیادی از عدسی های کوچک سرب و روی برخی همراه با مس و نیز به صورت کانسارانگوران و علم کندی وجود دارند. در این گزارش تنها به شرح دو کانساراخیر بسنده می شود.

کانسار انگوران

این کانسار در فاصله ۱۶۰ کیلومتری جنوب باختری شهرستان زنجان و در ارتفاعات دیم کان ناقدیس لعل کان قرار دارد. کانی سازی شامل ترکیبی از کربنات روی (۲۰ تا ۳۵ درصد سنگ) و کربنات سرب (۳ تا ۱۶ درصد) همراه با کانی های گروه کالامین می باشد که به صورت عدسی با راستای تقریباً شمالی-جنوبی در حد فاصل آهک ها و مرمرهای جان گوتاران و سنگ های دگرگونی میکاشیست قرار گرفته است و در بخش های پایین به زون سولفور تبدیل می شود. به نظر می رسد که کانی سازی در آغاز به صورت سولفور در میان شیست ها و مرمرهای پرکامبرین رویداده (در پیوند با محلول های گرمایی فعالیت آتشفشان نئوژن یا جوان تر) و سپس در اثر اکسیداسیون و نفوذ محلول های سطحی و واکنش با آهک های کمربالا و کربنات سرب و روی تبدیل شده است. زون کانی سازی سطحی معادل ۷۶۰۰۰ مترمربع را در بر می گیرد و بیشترین ضخامت آن ۴۵ متر است. ذخیره احتمالی آن ۲۴ میلیون تن سنگ با عیار مجموعه سرب و روی ۱۲ درصد برآورد شده است که به روش روباز استخراج می شود.

کانسار سرب و روی علم کندی

این کانسار در فاصله ۵۰ کیلومتری جنوب روستای علم کندی و در پای کوه قارگلان قرار دارد. کانی سازی به صورت رگچه های نازک سیلیس همراه با کانی های گالن، اسفالریت، پیریت، کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت در داخل یک واحد مرمری دیده می شود. دو تونل عمود بر امتداد لایه بندی در این واحد مرمری حفر گردیده که به علت پایین بودن میزان ذخیره و عیار کانسار ادامه نیافته است.

مس- کانی سازی مس نیز به صورت چند فلزی در پیوند با محلول های گرمایی در داخل سنگ های دگرگونی و در داخل گدازه های آتشفشانی الیگومیوسن با رگه های سولفور مس همراه با سرب و روی کبالت، نیکل و... بیشتر به صورت اندیس های کوچک رویداده است. بیشترین تمرکز آن در کانسار مس-کبالت بایچه باغ که در این گزارش تنها به شرح این کانسار بسنده می شود.

این کانسار در فاصله ۱۴۰ کیلومتری غرب روستای پری و در مجاور رودخانه قلعه چای قرار دارد. یک معدن رها شده است که تا سال ۱۳۴۸ کاری بوده و بازمانده های کارخانه کانه آرائی و ساختمان های اداری گواه بر رونق معدن کاری گذشته آن دارد. کانی سازی به صورت رگه های کوارتز دارای کالکوپیریت، سافلوریت، اسمالتیت، گالن و اسفالریت در شکستگی های راستای N-S تا N60W در درون سنگ های ولکانیت برش الیگومیوسن دیده می شود. این کانسار در اصل یک معدن مس-کبالت بوده و کانی سازی آن به صورت پلی متال مس، کبالت سرب، روی و آهن است. کانی سازی در این کانسار از نوع هیدورترومال رگه ای و در پیوند با ولکانیسم می باشد.

کرومیت

کرومیت که به صورت خورجینی در ژرف ترین بخش های کمپلکس افیولیتی در فرآیند تفریق و تبلور متمرکز گردیده، در منطقه مورد بررسی در دانه شمالی کوه چال داغی به صورت یک عدسی کوچک، ضخامت ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر و درازای حدود ۵۰ متر در یک توده کوچک سرپانتینی وجود دارد که به صورت روباز مقداری از آن برداشت شده ولی به علت ذخیره کم مار بر روی آن دنبال نشده است.

آرسنیک، آنتیموان، جیوه و طلا

کانی سازی آرسنیک، جیوه و طلا از نوع بازگشتی (Reactivated) و در پیوند با روندهای تکتونو-ماگمایی ترسیر و جوانتر (در راستای گسل های کهن) به میزان چشمگیری وجود دارد که از آن جمله می توان کانسارهای آرسنیک-طلای زرشوران، کانساز آنتیموان آقدره و یک رشته کارهای قدیمی جیوه (در داخل آهک های سازند قم) در خاور کانسار آنتیموان آقدره را نام برد، که در این گزارش آرسنیک و کانسار آنتیموان آقدره شرح داده شده است.

کانسار آرسنیک-طلای زرشوران

معدن زرنیخ زرشوران در فاصله ۵۰ کیلومتری شمال تکاب در کوه ایمن خان قرار دارد. کانی سازی در این معدن به صورت رگه، عدسی ها و ژئوئیدهای کوارتز همراه با بلورهای زرد و نارنجی رآگلار و اورپیمان همراه با طلا و جیوه در حدفاصل مرمرهای جان گوتاران و سرپانتین شیبست های پرکامبرین و در داخل سرپانتین شیبست ها دیده می شود. کانی سازی از نوع ئیدروترمال (آبی ترمال) رگه ای در پیوند با ولکانیسم جوان (نئوژن یا کواترنری) است به طوری که در رسوبات مارنی و ماسه سنگی میوسن نیز اثراتی از کانی سازی سولفور دیده می شود. معدن زرشوران در حال کار بوده و بررسی های جدید میزان درخور توجهی از عنصر طلا را همراه با آرسنیک در درون شیبست های پیریت دار و رگه های آرسنیک نشان می دهد. هم چنین وجود آثار طلاشویی قدیمی در کناره رودخانه زرشوران دلیل دیگری بر میزان بالای طلا در این معدن می نمایند.

کانسار آنتیموان آقدره

معدن رها شده آنتیموان آقدره در فاصله ۴۵ کیلومتری شمال غرب تکاب و در جنوب روستای آقدره بالا واقع است. کانی سازی به صورت ئیدروترمال (آبی ترمال) رگه ای در پیوند ولکانیسم جوان (نئوژن یا کواترنری) می باشد که به صورت یک رگه سیلیس دارای بلورهای تیره رنگ آنتیمونیت همراه با آرسنیک و پیریت رسوب های مارنی میوسن را بریده است. این کانسار که از نظر خاستگاه و زمان تشکیل با کانساز زرنیخ زرشوران بی ارتباط نیست دارای زمان پس از میوسن (پلیوسن یا جوان تر) بوده و خود دلیلی بر جوان بودن کانی سازی کانسار زرشوران می باشد. زون کانه سازی به ضخامت 0\5 تا ۱ متر در درازای گسلی با راستای N40E و طول ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر قابل ردیابی می باشد که تعداد ۳ دهنه تونل در راستای آن حفر شده ولی به علت تکتونیزه و سست بودن سنگ میزبان هر سه تونل ریزش نموده و اکنون درخور استفاده نمی باشند.

در جنوب خاوری کانسار آنتیموان آقدره در داخل آهک های سازند قم یک سری رگه ها و ژئوئیدهای کوارتز همراه با پیریت، آرسنیک طلا (۱ گرم در تن) و مقدار اندکی سینابر دیده می شود که در اطراف آن کارهای قدیمی زیادی (احتمالاً برای استخراج طلا و جیوه) وجود دارد. در شمال روستای گوگردچی در داخل رسوب های مارنی، ماسه سنگی سازند قرمز بالایی رگه ها و رگچه های فراوان گوگردهای دیده می شود که بر روی آن ها آثار کارهای قدیمی وجود دارد، وجود کانی سازی گوگرد در رسوب های سازند قرمز بالایی که به احتمال آخرین رخنمایی کانی سازی در منطقه است دلیل دیگری بر جوان بودن کانی سازی های سرب و روی، آرسنیک و آنتیموان در منطقه مورد بررسی می باشد.

آهن

آهن به صورت مانیتیت و هماتیت به عنوان کانی همراه در کانسار چند فلزی بایچه باغ (همراه با مس و سرب) و نیز به صورت یک افق سیلیس-آهنی با ساخت نواری و جهت دار در درون میکاشیبست های پرکامبرین دیده می شود. ستبرای این افق سیلیسی-آهنی حدود 1\5 متر تا ۲ متر است که به شکل عدسی در چند نقطه به چشم می خورد. کانی سازی آهن به احتمال وابسته به دگرگونی میکاشیبست ها می باشد.

کانی های غیرفلزی

منطقه مورد بررسی از نظر وجود کانی های غیرفلزی نیز دارای پتانسیل بالایی است، از مهم ترین این کانی ها برآکس، کائولن، پرلیت، فلورین، تالک، آسیست، فلدسپات، سیلیس، گچ و سنگ های تزئینی می باشد که به طور خلاصه تشریح می گردد:

نمک‌های بر

در شمال روستای میانج در راستای یک گسل تقریباً شمالی-جنوبی و با شیب حدود ۴۰ درجه به طرف خاور یک عدسی کوچک براکس سفید رنگ در داخل رسوب‌های رسی-کنگلومرایی پلیوسن (PQ^c) دیده می‌شود که در گذشته به روش روباز مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. این عدسی کوچک دارای ضخامت ۲ تا ۳ متر و درازای حدود ۵۰ متر است. هم چنین نمک‌های بُر به شکل رگه‌ها و لکه‌های سفید رنگ در داخل بخش‌های رسی نیز دیده می‌شود. کانی‌سازی بُر مورد بررسی با پرتو مجهول قرار گرفته که نتیجه آن به صورت زیر می‌باشند. هم چنین آب چشمه‌های مجاور میانج از نظر سیلویت و سولفات منیزیم دارای پتانسیل معدنی است.

Macallisterite + Inderite: نمونه شماره ۲ بُر و Hydroxyl-Szaibelyite + Boracite. نمونه شماره ۱ بُر.

کائولن

گدازه‌ها و توف برش‌های OM^{vd2} در گوشه شمال باختری محدوده زیر تأثیر فعالیت چشمه‌های آبگرم آهکساز دگرسانی شدیدی را تحمل نموده و به مجموعه‌ای سفید، زرد و قهوه‌ای از کائولن، سیلیس و اکسید آهن تبدیل شده‌اند که در چند نقطه آن کائولن نسبتاً خالص برای مصرف در کارخانه‌های کاشی‌سازی استخراج می‌شود و کانسار کائولن آبگرم معروف است. زون دگرسانی یاد شده گسترش زیادی داشته و به احتمال دارای ذخیره بالایی از کائولن می‌باشد.

پرلیت

در شمال روستای شیخ لر و شمال غرب معدن مس بایچه باغ بخش‌هایی از گدازه‌های داسیتی الیگو-میوسن به صورت شیشه پرلیتی می‌باشد که در شمال شیخ لر ذخیره و خلوص بالایی داشته و چشم انداز اقتصادی جالبی را نشان می‌دهد.

فلورین

در شمال معدن سرب و روی انگوران در داخل واحد مرمری جانگوتاران در راستای یک گسل تقریباً شمالی-جنوبی با شیب حدود ۳۰ تا ۴۰ درجه به سوی خاور یک رگه فولورین به ضخامت حدود ۳ متر و طول حدود ۲۰۰ متر وجود دارد که آثار کارهای قدیمی به صورت گودال‌هایی در امتداد آن دیده می‌شود، فلورین به صورت مجموعه‌ای از بلورهای بنفش و سفید ۱ سانتی‌متری در زمینه‌ای از کلسیت دیده می‌شود.

تالک و آسبست

در داخل مجموعه‌های افیولیتی پرکامبرین و گالئوزوئیک اندیس‌های فراوانی از تالک، آسبست دیده می‌شود. آسبست به صورت رگچه‌های نازک ۱ تا ۵ سانتی‌متری کریزوتیل و آنتی گوریت در پیوند با دوباره سرپانتینی شدن بخش‌های هارزبورژیتی (Reserpentinization) تشکیل شده است و تالک به صورت عدسی‌هایی از سنگ‌های اولترابازیک سرپانتینی است که زیر تأثیر دگرسانی به تالک تبدیل شده‌اند. بیشترین گسترش آسبست در افیولیت‌های شمال قره ناز و بیشترین گسترش تالک در افیولیت‌های قبله داغ می‌باشد.

فلدسپات و سیلیس

در داخل سنگ‌های دگرگونی آمفیبولیت یک سری رگه‌های سیلیسی سفید رنگ دیده می‌شود که اغلب در راستای لایه‌بندی بوده و دارای چین خوردگی‌های کوچک مقیاس فراوان می‌باشند. این رگه‌ها در پیوند با دگرگونی آمفیبولیت‌ها شکل گرفته‌اند که در جنوب خاوری قزلجه تمرکز زیادی داشته و توسط بخش خصوصی بهره‌برداری می‌شوند. فلدسپات بیشتر، از نوع فلدسپات پتاسیم‌دار به صورت رگه‌های آپلیتی و پگماتیتی صورتی رنگ در داخل واحدهای دگرگونی گنایس و یا در حاشیه توده گرانودیوریتی علم کندی گسترش دارد. بخش‌هایی از واحدهای گنایس نیز تهی از کانی‌های فرومنیزین بوده و به عنوان ذخیره فلدسپات قابل بررسی هستند.

ژئیس و بنتونیت

در داخل مارن‌های گچ‌دار سازند قم و سازند قرمز بالایی لایه‌های ۱ تا ۵ متری گچ دیده می‌شود که بیشترین گسترش آن‌ها در جنوب روستای قره‌ناز می‌باشد. در جنوب غرب روستای قزلجه و در کنار جاده پری-علم کندی آلتراسیون

هیدروترمال توف برش‌های پامیس‌دار داسیتی الیگو-میوسن (OM^{tr}) در امتداد گسل سبب تشکیل ذخیره‌های کوچکی از بنتونیت گردیده که در آن‌ها به طور محدودی بهره‌برداری می‌شود.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور