

گزارش زمین شناسی نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰

برگه شماره ۵۵۶۳ - ماه نشان (غرب استان زنجان - شمال باختری ایران)

جغرافیا و ریخت شناسی

برگه زمین شناسی ماهنشان در استان زنجان و در شمال باختری ایران قرار دارد. این برگه در محدوده $36^{\circ}30'$ تا $37^{\circ}00'$ عرضهای شمالی و $47^{\circ}30'$ تا $48^{\circ}00'$ طول های خاوری قرار دارد و وسعت آن حدود ۲۴۷۲ کیلومترمربع است.

دسترسی به این منطقه بیشتر از طریق جاده آسفالتی و درجه یک نیک پی - اندآباد - ماهنشان است که به شاهراه تبریز - زنجان می پیوندد و همچنین از طریق جاده درجه دوم نیک پی - مشمپا - ینگجه و ماهنشان نیز امکان پذیر است. راه دوزکند - قره گل - ماهنشان در حاشیه خاوری رودخانه قزل اوزن و راه بندی - آق کند - ماهنشان از دیگر راههایی است که دسترسی به منطقه را هموار می نمایند.

شبکه آبراهه های منطقه مورد مطالعه به داخل رودخانه قزل اوزن می ریزد که ابتدا به سوی شمال باختر امتداد یافته و پس از آنکه رودخانه قلعه جای بدان پیوست به سمت شمال خاور امتداد یافته تا سرانجام به سد سفید رود و دریای خزر می پیوندد.

منطقه ماهنشان با ساختاری از زیر پهنه های موازی شامل رشته کوههایی با جهت شمال باختری - جنوب خاوری است که بین آنها را دشتهایی پست فرا گرفته است. این زیر پهنه ها از شمال خاوری به جنوب باختری به ترتیب زیر است:

حوضه اندآباد - مشمپا - شامل ردیفی ضخیم از رسوبات تخریبی اولیگوسن زیرین (Or^b , Or^c) و طبقات متناوب قرمز و سبز نئوژن وابسته به محیطهای کم عمق و تبخیری است که بصورت تپه ماهوری دیده می شوند. رشته کوه های حبش - نصیر آباد (مغانلو - حبش)، با امتداد طولی حدود ۵۲/۵ کیلومتر و پهنای تا ۱۵ کیلومتر یک زیر پهنه طولی رورانده با ساختار فلسی است که بر اثر انباشتگی ورقه های رورانده با شیب راندگی بطرف شمال خاوری بوجود آمده و در آن واحدهای سنگی پرکامبرین و فائروژنیک، برونزد دارند.

دشت دوز کند - ماهنشان - ینگجه - با طول تقریبی ۶۲ کیلومتر و پهنای ۵ تا ۱۲/۵ کیلومتر، دارای ویژگی دشتهای بی آب و علف است و بطور مایل در جهت شمال باختری - جنوب خاوری منطقه را قطع می کند، بوسیله نهشته های سیلابی یا دریاچه ای محلی از واحد QPI پوشیده می شود. شیب ملایم آن از دوزکند با ارتفاع ۱۶۰۰ متر شروع شده و تا ارتفاع ۱۲۰۰ متر در ینگجه واقع در شمال باختری ادامه می یابد. این دشت، به ویژه در پای کوهستان های شمال خاوری، یزابه های متعدد دره مانند و ژرف بریده می شوند که سرانجام به رودخانه قزل اوزن می پیوندند و در راستای دشت مزبور امتداد می یابند. بهمین دلیل، گسترش روستاها معمولاً متفرق و مجزا هستند و بیشتر در پایانه مرز کوهستان های تپه ها متمرکزند. ماهنشان با جمعیتی حدود ۷۰۰۰ نفر بزرگترین شهر منطقه مورد مطالعه است.

رشته کوه های ابراهیم آباد - اینچه - آلمالو - با ارتفاع ۲۳۸۴ متر از سطح دریا، زیر پهنه آمیخته جنوب باختری را مقابل رشته کوه های حبش - مغانلو در جبهه شمال خاوری تشکیل میدهند. این رشته کوهها در بخش شمال باختری به گونه ای انحصاری از واحدهای سنگی دگرگونه درجه بالا مربوط به زمان پرکامبرین تشکیل شده، در صورتیکه بخش جنوب خاوری از نهشته های نئوژن و بطور دگرشیب پوشیده شده اند. رخدادهای تکتونیکی این زیر پهنه، درست به مانند رشته کوه های مغانلو - حبش، در زیر پهنه شماره (۲) است.

دشت دندی - انگوران - در حاشیه شمال خاوری به پایانه های کوهستانی مربوط است و به طرف جنوب باختری گسترش دارد. این دشت بوسیله نهشته های سیلابی و واریزه ای پوشیده و بوسیله شاخه هایی نظیر حلب رود،

کاکارود و انگوران چای بریده شده است. این شاخه های فرعی دره مانند ضمن جریان بطرف شمال، سرانجام به رودخانه اصلی قزل اوزن در منطقه می پیوندند.

زمین شناسی

چینه شناسی (واحدهای دگرگونی و غیر دگرگونی)

سن واحدهای سنگی در ورقه ماه نشان از زمان پرکامبرین تا عهد حاضر متغیر می باشد.
پرکامبرین

مجموعه های سنگی پرکامبرین با قدیمی ترین سنگها در کوهستانهای مرتفع و موازی مغالو - حبش (زیر پهنه شماره ۲) و در کوهسارهای آملو - اینچه - ابراهیم آباد (زیر پهنه شماره ۴) برونزد دارند. مجموعه های سنگی پرکامبرین در زیر پهنه شماره (۴)، شامل سری سنگ های دگرگونه از توالی آناتکتیکی و رخنمونهای محدودی از سازند کهر می باشد. در عوض زیر پهنه شماره (۲) با گستره نسبتا زیاد سازند کهر و بدور از دیگر واحدهای دگرگونه پرکامبرین مشخص می باشد.

سری سنگها از توالی آناتکتیکی به ترتیب درجه دگرگونی، مجموعه ای از سنگهای دگرگونه برجه متوسط تا درجه بالا را تشکیل داده و شامل واحدهای سنگی زیر است:

- کنایس های پورفیرو بلاستیک تا گرانوبلاستیک (PC^{gn})

این واحد از سنگهای دگرگونه درجه بالا، در اطراف روستاهای آملو و آق کند در پایانه شمال باختری زیر پهنه شماره (۴) برونزد دارد و شامل ردیفی پر ستبرا از گنایس به رنگ خاکستری روشن و بابافت گرانوبلاستیک جهت یافته تا پورفیرو بلاستیک چشمی همراه با میان لایه هایی از میکاشیست و آمفیبولیت است. جهت برگراری گنایس (gneissosity) این واحد N50W/54NE است.

میزان میان لایه های آمفیبولیت به سوی افقهای بالایی فراوان گشته و واحد PC^{gn} بتدریج جای خود را به واحد PC^a می دهد. واحد PC^a نیز به نوبه خود به رخساره شیست سبز (PC^{m}) تبدیل می شود.

در صورتیکه با افزایش درجه دگرگونی و افزایش حالت گداز مربوطه، کنایسهای گرانیتی با بافت گرانوبلاستیک و در نهایت گرانیتهای لوکوکرات دانه ای (Gd) در بخش زیرین واحد او (PC^{gn}) توسعه می یابد. در این راستا، ضمن اینکه بخش زیرین واحد (PC^{gn}) به سوی حاشیه همگن می گردد، موجب بروز میگماتیت و گرانیت آناتکسی نیز می گردد. این دگرگونی از درجه متوسط تا بسیار بالا در نهایت به بروز گرانیتهای آناتکتیکی منجر می شود، و بنظر میرسد در فاز کاتانگایی بوجود آمده باشد، شاهد نوب آناتکتیکی وجود رستیتها (restite) بسیار غنی از بیوتیت است که بعنوان بقایای غیرقابل توب در درون گرانیتهای آناتکتیک بجا مانده اند.

در این راستا نیز بافتهای دگرگونی گوناگون از جمله بافتهای پلاستیک، شیستوز و همچنین ساخت میلونیتی پدیدار شده اند. با بررسی این ساخت و بافت، روند اندازه گیری سطوح شیستوزیته و فولیاسیون مجموعه دگرگونی زیرپهنه شماره (۴) از N35W تا N55W متغیر است که با جهت NE/SW از یک فاز فشارشی همسوئی دارند.

= واحد میکاشیست فلدسپاتیک گرونادار همراه با میان لایه هایی از آمفیبولیت و مرمر نواری (PC^a)

این نوع واحد دگرگونه، در پایانه شمال باختری زیر پهنه شماره (۴) و در نزدیکی گرانیت آناتکتیکی اینچه قرار دارد. این واحد شامل میکاشیست کوارتز - فلدسپاتیک گرونادار با بافت لپیدوبلاستیک تا پورفیرو بلاستیک همراه با لایه هایی از آمفیبولیت و مرمرهای نواری است. میزان بین لایه های آمفیبولیتی بطرف گوشه شمال باختری و در پرته زمین شناسی مجاور افزایش یافته و لیتولوژی غالب را تشکیل میدهد.

از این واحد کاه فنوبلاست های کرد تا نیمه گرد کوارتز و فلدسپات بوسیله رشته های فیبری مشکل میکا و زمینهای سیلانی با تبلور مجدد در برگرفته شده اند. و در نهایت سنگی را بوجود آورده اند که بی شباهت به بلاستومیلونیت نمی باشد. این سنگ در حقیقت نوعی میلونیت است که در شرایط ایستا تبلور مجدد پیدا کرده است.

این واحد سنگی (PC^a) همچنین دربرگیرنده قطعاتی بیگانه و ناهمگون از سنگ اولترامافیک نوع لرزولیت است که بنظر می آید به شیوه تکتونیکی و به صورت ورقه های رانده شده جایگزین شده اند. شیب راندگی ورقهها بطرف شمال خاور (NE) است. سرپانتینی شدن شدید قطعات اولترامافیک ناهمگون یاد شده در بالا ناشی از واکنش سیالات است. به هر حال این سیالات، از طریق مرحله پایانی دگرشکلی از خاستگاههای گرمایی تأمین شده اند. مرمراه های نواری همراه کننده واحد (PC^a)، نوعی رخساره دگرگونی با پاراژنز دیوپسید - کوارتز - اسفن است که شاید ناشی از اثرات حرارتی گرانیب آناتکتیک اینچه باشد. احتمالاً این گرانیب در زمانی بعد از دگرگونی ناحیه ای، شروع به حرکت کرده و بر سنگهای تشکیل دهنده واحد PC^a بویژه مرمراه های نواری اثر حرارتی گذارده است؟

- واحدهای سنگی PC^{ms} , PC^{sm} , PC^m

رخنمون این واحدها در پیکر ردیفی دگرگونه و متناوب، در گستره ای وسیع از زیر پهنه شماره (۴) برون زد دارد و در روند شمال باختری - جنوب خاوری از بخش شمالی ایراهیم آباد تا بلند پرجین گسترش دارد. این ردیف باستیبرای از ۱۰۰۰ متر تا بیش از ۴۰۰۰ متر شامل واحدهای سنگی زیر است:

- مرمراه های نواری موسکویت دار با لایه بندی متوسط (۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر)، که سیلان پلاستیکی در آنها ایجاد یک فابریک صفحه ای با خطی با امتداد عمومی N85/20NW نموده است.

- کالک شیسست کوارتز و میکادار با بافت لپیدوبلاستیک

- شیسست دومیکا، کوارتز و گرونادار با بافت پورفیروبلاستیک تا لپیدوبلاستیک

- کالک شیسست ترمولیت و کلیتوزوئیتدار با بافت گرانوبلاستیک

- شیسست دومیکا، گرونا و کیانیتدار با بافت لپیدوبلاستیک تا پورفیروبلاستیک

در حقیقت، واحد PC^m به عنوان واحد پر گستره، بخشی از ردیف دگرگونه یاد شده را در برمی گیرد که به تقریب فاقد بخش های تناوبی کالک شیسست و مرمراه های نواری است. این واحد از شیسستهای لپینوبلاستیک تا پورفیروبلاستیک خاکستری رنگ یکنواخت و با هوازدگی ضعیف پدید آمده است. در حالاتی که فراوانی کالک بشیسست و با مرمراه های نواری نسبت به شیسستهای خاکستری از واحد PC^m کاستی یا فزونی می یابد، به ترتیب واحدهای فرعی PC^{ms} و PC^{sm} شکل میگیرند. بعضی از این واحدهای سنگی، مانند PC^m و PC^{sm} ، رفتار شکل پذیر ناشی از واتنش های دائمی از خود نشان میدهند و ایجاد شیسستوزیته با امتداد (N50W/59NE) و در نهایت نوعی دگرشکلی میکنند که نمود آن بصورت فابریکهای صفحه ای با امتداد N25W/60NE است. چنین رفتاری از دگرشکلی میتواند با چین خوردگی رسوبات پالئوژن و نئوژن برابری داشته باشد. گاه انتقال سیالات به داخل شکستگی ها و درزه های واحد PC^{sm} به تشکیل تالک می انجامد.

همانگونه که در نقشه دیده میشود، ردیف دگرگونه PC^m و واحدهای وابسته بر روی نهشته های پلیوسن رانده شده اند و شیب راندگی بطرف شمال خاوری (NE) است.

- واحد مرم PC^{12}

ضخیم تا متوسط لایه، سفید تا خاکستری روشن رنگ، گسترده در آق داغ و کوه چاله خاتون (جنوب خاوری روستای آق کند)، شامل دانه هایی اتومورف تا نیمه اتومورف فشرده و متداخل کلسیت (۹۰ درصد حجم سنگ)، با بافت گرانوبلاستیک، در بردارنده فلسهای فیبری از میکای سفید (کمتر از 10 درصد حجمی) و بندرت حاوی چرت نواری و نودولر.

موقعیت لیتواستراتیگرافی واحد سنگی PC^{12} برخلاف سنگهای دگرگونه زیرین خود، نشاندهنده نوعی تغییر رخساره ناگهانی است که به گوناگونی محیط رسوبی اولیه آنها بر می گردد. از طرف دیگر، وجود میکای سفید (موسکویت) و چرتهای نواری دوبار چین خورده، میتواند به هزینه ناخالصی های آلومینوسیلیکاتهای پتاسیم دار و جنبش سیلیس طی فرایندهای دگرگونی باشد.

- سازند گهر PC^k

شیل، فیلیت و اسلیت به رنگ سبز متمایل به خاکستری بامیان لایه های توف، متآندزیت و لایه های نازک دولومیت که ندرتا با گدازه های اسیدی همراهی می شوند.

رخنمون این سازند بطور گسترده در زیر پهنه شماره (۲) و بطور محدود در زیر پهنه شماره (۴) بترتیب زیر است:

زیر پهنه شماره (۲)

- شمال - شمال باختری کوه دمرلو، درست در پیرامون روستاهای ملک باغی و لولک آباد و در گستره های زیاد به سوی خاور (نواحی 1-4 و H-3, G-3)

- قطعاتی روانده از سازند کهر (PC^k) بر روی میوسن (واحد M_1^b در باختر منطقه مغانلو) ناحیه (G-4).

- کوهستان های با روند شمال باختری - جنوب خاوری، درست شمال خاور خطی که از روستاهای خلج تا پیر قشلاق میگذرد و به سوی شمال باختری تا قره داغ میرسد (نواحی E-4, E-3, D-3, C-2)

زیر پهنه شماره (۴)

- کوهستان های با روند باختری شمال باختری، خاور - جنوب خاوری، درست در جنوب روستای سهند آباد پائین ناحیه (A-3)

این سازند شامل ردیفی به تقریب یکنواخت از شیل اسلیتی سیلیسی تا رسی به رنگ سبز تیره، فیلیت کاتاکلاستیک (فیلونیت)، شیست نیمرس (Semischist) تاشیست لپیلوبلاستیک است که با لایه های نازک از دولومیت و مقداری جریان های گدازه آتشفشانی و پیروکلاستیک همراهی می شوند.

ضخامت این ردیف چینه ای که بیشتر ورقهای و نازک لایه است، نزدیک به ۱۲۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است. در بعضی جاها به شدت خرد شده و نوعی رخ پذیری ناشی از شکستگی در راستای سطوح شیستوزیته نشان می دهد.

دوران اول (پالئوزوئیک)

گروه پالئوزوئیک، در منطقه مورد برداشت ماهنشان، را هفت سازند زمین شناسی تشکیل می دهند که به ترتیب از کهن به جوان شامل: دولومیت سلطانیه، سازند باروت، سازند زایگون، سازند لالون، سازند میلا و سازندهای نرود و روته هستند. این سازندها از دیدگاه سنگ چینه ای و محیطهای رسوبی، همسان واحدهای سنگی کوههای البرز مرکزی هستند. از هفت سازند یادشده، تنها دولومیت سلطانیه در زیر پهنه شماره (۴) و بقیه در زیر پهنه شماره (۲) جای گرفته اند.

دولومیت سلطانیه (E^s)

سازند دولومیتی سلطانیه که تنها در باختر روستای وایخر از زیر پهنه شماره (۴) برونزد دارد، شامل ۷۰ تا ۱۰۰ متر دولومیت توده ای دوباره تبلور یافته، به رنگ قهوه ای روشن و دربردارنده گرھک (نوبول) با نوارهای چرت است. این واحد همچنین با میان لایه هائی به ضخامت ۱-۲ متر از آهک دولومیتی تیره رنگ همراهی می شود و به گونه ای دگرشیب بر روی سازند کهر جای می گیرد. در بخش زیرین دولومیت های توده ای، شیلهایی به رنگ سبز تیره تا خاکستری و بالای بندی ورقهای یافت میشود که می تواند هم ارز شیل چپقلو از زمان کامبرین زیرین باشد. این سازند دولومیتی و شیل سبز متمایل به خاکستری در قاعده آن، از نظر موقعیت سنگ چینه ای می تواند با دولومیت سلطانیه مقطع تیپ در چهار گوش سلطانیه مورد مقایسه قرار گیرد.

سازند باروت (E^{br})

سازند باروت در همراهی با دیگر واحدهای سنگی نظیر سازندهای زایگون و لالون تنها در زیر پهنه شماره (۲) بیرون زدگی دارند و منطقه پیرامون نصیر آباد تورپاخلو را می پوشانند. این سازندها به سوی شمال باختر تا قاضی کندی و باختر روستای اوزج، ادامه می یابند.

سازند باروت دربرگیرنده تناوبی شاخص از شیل های سیلتی سبز تا ارغوانی میکادار است که در بخش زیرین خود با لایه هائی از دولومیت زرد رنگ همراهی می شود. لایه های دولومیتی از نوع عدسی شکل هستند و در بردارنده گرھک و نوارهائی از چرت تیره هستند. در این واحد استروماتولیت هائی چند توسط علوی، م (۱۹۸۲) گزارش شده است.

ضخامت سازند باروت به ۲۵۰ متر می رسد و بخش بالائی آن بیشتر از جنس شیل است که بطور گذری به شیل‌های قرمز رنگ از سازند زایگون تبدیل میشود. در نتیجه، مرز بالائی سازند باروت که در آن لایه های دولومیتی ناپدید می گردند، بعنوان قاعده سازند زایگون مورد نظر جای می گیرد. بخش زیرین سازند باروت در منطقه مورد برداشت، بمقدار زیاد شامل شیل‌های سبز، مواد آتشفشانی از نوع توف و همچنین میان لایه های دولومیتی چرتدار است. سطح تماس این سازند با سازند کهر گسلیده است و آثاری از برش گسلی (fault-breccia) در آن مشاهده میگردد. پویایی ماگمایی در بخش زیرین سازند باروت همچنین با شواهدی از جایگزینی یک سیل (sill) بیابازیک به ضخامت یک تا دو متر و نهشته شدن کانه های آهن با سنگ میزبان رسوبی، طی فرایندهای رسوبی - برون‌دمی همراه است.

براساس داده های تجزیه شیمیائی، سرشت ماگمایی سیل بیابازیک یاد شده، در قلمرو تولییتیک جای می گیرد و نتایج منیرالوگرافی آن، دو فاز جداگانه فلزی زیر را مشخص می نماید:

- فاز اکسیدی شامل منیتیت بعنوان کانی میزبان و ایلمنیت بعنوان کانی مهمان که در قالب بافت اکسولوشن لایه ای با یکدیگر همزیست هستند.

- فاز سولفیدی با مجموعه ای از دانه های پیریت پراکنده و کالکوپیریت، جوانتر از فاز اکسیدی است و نشانگر پیدایش آن از یک خاستگاه ماگماتوژن گرمابی است.

- سازند زایگون (E^Z)

سازند زایگون به رنگ قرمز شرابی تیره، شامل شیل‌های رسی تا سیلتی با میان لایه هایی چند از ماسه سنگ است که سازند باروت را می پوشاند. این سازند بدلیل وجود مواد میکایی در سطوح طبقه بندی یافته، واحدی نرم، هوازده و دره ساز میباشد. ستبرای آن در پیرامون نصیر آباد به ۱۰۰ متر می رسد و در راستای شمال باختری از ستبرای آن کاسته میشود.

- سازند لالون (E¹) اکوارتزیت رأسی (E^{1qz}) و سازند میلا (E^{m2})

این سازند از دیدگاه میکروسکوپی نوعی ماسه سنگ آرکوزی فلدسپاتیک و سیدریتی، با دانه بندی ریز تا متوسط، نیمه زاویه دار تا نیمه مدور، با فشردگی زیاد و سورتینگ ضعیف، رسیده (مچور) تا نیمرس (ساب مچور) وابسته به زمان کامبرین زیرین است.

سازند لالون در این منطقه دارای همان ویژگی هایی است که در کوههای البرز، آذربایجان و دیگر نقاط ایران بر آن گواهییم شامل ماسه سنگ آرکوزی صورتی تا ارغوانی رنگ، نزدیک به ۱۰۰-۲۰۰ متر ضخامت، در بردارنده میان لایه هایی از مشیل نازک لایه است و به یک ماسه سنگ کوارتزیتی شاخص به نام کوارتزیت (Top quartzite) رأسی (E^{1qz}) باستبرای ۱۰-۲۰ متر پایان می پذیرد و سرانجام ناپدید میشود. در حالت عادی، کوارتزیت رأسی بوسیله واحدی متوسط تا ضخیم لایه از میکروسپاریت زرد رنگ هوازده و با ضخامت چندین متر پوشیده میشود. برای این واحد برپایه داده های فسیل شناختی خردههای تریلوبیت، زمان کامبرین میانی (ممبر ۲ از سازند میلا) پیشنهاد شده است.

- سازند درود (Pd)

منطقه مورد برداشت ماهنشان، بویژه در زیر پهنه شماره (۲)، به مانند بخش خاوری کوههای بزگوش (شمال میانه در آذربایجان)، شامل یک نمود رسوبی از زمان کامبرین میانی تا کربونیفر بالایی است، ولی بر خلاف آن در پرمین، پیشروی دریا با نهشتهگذاری یکسری انباشتههای آواری قهوه ای متمایل به قرمز از کنگلومرای ریزدانه و ماسه سنگ آغاز می شود که سازند درود (Pd) نام گرفته است. سازند درود در ۲ کیلومتری خاور روستای قالیچه بلاغ (G-2, G-3)، شامل واحد ماسه سنگی با لایه بندی متوسط، برنگ قهوه ای متمایل به قرمز با قاعده گسلیده است که با طبقات ظریف شیل میان لایه ای همراهی می شود. ستبرای آن نزدیک ۴۰ متر است و با راستای N45W/6ONE به گونه هم شیب توسط رخساره آهکی سازند روت (Pr) پوشیده میشود. این واحد با تفسیر میکروسکوپی زیر مشخص می شود: ماسه سنگ با سیمان رسی آهکدار، با دانه بندی ریز تا متوسط، زاویه دار تا نیمه زاویه دار، فشردگی زیاد تا متوسط، جورشلیگی متوسط، فیمرس تا نارس.

از سوی دیگر، سازند درود همواره در بخش قاعده‌های سازند روته به مانند سربهای عادی دیده نمی شود، زیرا بر روی دیگر واحدهای سنگی، از زیر پهنه شماره (۲)، رانده شده است.

- سازند روته (Pr)

سازند روته (Pr) اغلب در چارچوب یک کمر بند کشیده برونزد دارد که از یک کوه ناودیس گون در جنوب خاوری نواحی (1-4, 1-3) تا دوزداغی در شمال باختر سرزمین آهیخته حبش، (C-2) از زیر پهنه شماره (۲) کشیدگی دارد. در بازدید صحرایی از باختر روستای قاضی کندی (G-3)، سازند روته در دو واحد سنگی و در تناوبی دوباره از آهک بیوژنیک خاکستری تیره با لایه بندی متوسط و آهک دولومیتی با لایه بندی متوسط (ضخامت لایه ها ۳۰-۲۰ سانتیمتر) به رنگ خاکستری متمایل به زرد با تبلور دوباره خفیف، دیده شد. ضخامت کلی آن در این محل به ۲۰۰ متر میرسد، ولی بیشترین ضخامت آن در کوه حبش و دوزداغ حتی بیش از ۳۵۰ متر است. از سوی دیگر، ارزیابی ستبرای حقیقی به دلیل گسلش از نوع راندگی فلسی دشوار است. آهک بیوژنیک خاکستری تیره از سازند روته شامل فسیلهای فراوان دو کفه ایها، شکمپایان (بلوروفون)، فوزولینیداها، مرجانها و غیره است که در جدول شماره (۱) گزارش تفصیلی تنظیم شده است.

مزوزوئیک

سنگهای مزوزوئیک که در زیر پهنه شماره (۲) منطقه مورد برداشت ماه نشان برونزد دارد، دارای تغییرات سنی از زمان تریاس تا کرتاسه بالا است.

- نهشته های تریاس (TR^m)

سنگ نهشته های تریاس (TR^m)، شامل آهکهای بیوژنیک متوسط تا نازک لایه، به رنگ خاکستری روشن است و تنها در یک محدوده گسلیده، در ۲ کیلومتری خاور روستای قالیچه بلاغی (G-3)، قابل مشاهده اند. ارتباط زمانی این طبقات به تریاس میانی، با شناسایی میکروفسیلها نظیر:

Glomospirella elbursorum, *Glomospirella triphonensis*, *Glomospirella* sp.

امکان پذیر گردیده است.

- سازند شمشک (Js)

بر اساس وجود افق تریتی، در بالای سری پرمین (علوی.م. ۱۹۸۲) و همچنین سرشت کم ژرفای بودن نهشته های تریاس، چنین می نماید که منطقه مورد مطالعه، تحت تأثیر خشکی زایی ناشی از پسروی دریا قرار گرفته باشد. این رخداد همچنین با گسلش های بلوکی و ساختمانهای فلسی مشکل ادامه می یابد. تغییرات ساختاری از این گونه، توسط فاز کوهزایی سیمین پیشین کنترل می شود و در روند آن ماسه سنگ و شیلهای ذغال دار مربوط به رژیم مردابی و قاره ای گسترش می یابند. بهمان دلیل سازند شمشک (Js) در زمان ژوراسیک زیرین تا میانی در حوضه هایی محدود و جدا از هم در زیر پهنه شماره (۲)، از دامنه شمالی کوه دمرلو در جنوب خاوری (1-3)، تا قالیچه بلاغی در شمال باختری (G-3) رخنمائی پیدا می نمایند.

افزون بر آن، رخنمونی محدود از سازند شمشک در خاور ساری کند بالا (B-1) نیز وجود دارد که شامل طبقات نازک لایه (ستبرای لایه ها ۲ تا ۵ سانتیمتر) شیل سیاه تا خاکستری متمایل به سبز، نرم با سطح هوازده ضعیف، در بردارنده فسیل های گیاهی و عدسی هایی از ذغال، متناوب با طبقات ماسه سنگی (ستبرای طبقات ۴۰ تا ۶۰ سانتیمتر) هستند. توصیف میکروسکوپی طبقات ماسه سنگی بصورت زیر است: گروواک با سیمان آهکی تا رسی حاوی قطعات سنگی بیگانه، با دانه بندی ریز تا متوسط، زاویه دار تا نیمه زاویه دار، فشردگی متوسط تا ضعیف، فارس همراه با جورشدگی ضعیف. قطعات سنگی بیگانه شامل چرت، شیل، مواد شیشه ای متبلور هتاکوارتزت و اسلیت است. ستبرای سازند شمشک در این بخش از منطقه فراتر از ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر نیست.

در لایه های ذغالی شمشک، در امتداد دره خاوری روستای قالیچه بلاغی (G-3)، در برخی تونل های حمل، کندوکاوهای روباز و واریزهای ذغالی به چشم می خورد که نشانگر کارهای قدیمی عهد حاضر یا مربوط به زمانهای گذشته است.

- سازند لار (آهک لار، JI)

سازند شمشک بوسیله ردیفی ۶۰ تا ۳۵۰ متری از بیومیکرودیت ریفی با لایه بندی نازک تا متوسط، به رنگ کرمی با ته رنگ قرمز، آغشته به رگچه های متفرق کلسیتی فروژینوز دربردارنده آمونیت (از انواع ammonites, Reineckeia sp, Perisphinctoid) و میکروفسیلهای فراوان است که با عنوان آهک با سازند لار (JI) در شمال روستای قاضی کندی (G-3)، پیرامون کوه حبش (E-3) و در کوه تکیه قیه سی (1-3)، واقع در حاشیه خاوری زیر پهنه شماره (۲) منطقه مورد برداشت، پراکندگی دارند. سن این ردیف رسوبی براساس مطالعه فسیل های زیر، ژوراسیک میانی تا پایانی است:

- Nautiloculina sp.	- Posidonia sp.	- Lithophyllum sp.
- Pfenderina? sp.	- Radiolaria	- Nipponophycous ? sp.
- Ammobaculites	- Aeolisaccus sp.	- Serpula - Bryozoa
- Textularid	- Tubiphytes sp.	- Coral
- Miliolida	- Carophyta	- Spong spicules
- Lenticulina sp.	- Microproblematica?	- Shell's fragments
- Polymorphinid	- Cyannophycea	- Ostracoda
- Lagenidea?	- Cladocropsis sp.	-Echinoid's debris

- کرتاسه (K₁, K₂, K₂^m)

رخمونهای کرتاسه در گوشه جنوب خاوری منطقه برداشت (1-6) شامل شیل و ماسه سنگهای به شدت مجرد شده و تا اندازه های دگرگونه و به رنگ سبز تیره (K₁) است که بوسیله ردیفی از ماسه سنگ و آهکهای مارنی خاکستری رنگ (K₂^m) و آهکهای فسیل دار (بیومیکروسپاریت) با لایه بندی متوسط و به رنگ خاکستری روشن (K₂) دنبال می شوند. دامنه سنی این واحدها، دست کم از بخش بالایی کرتاسه زیرین تا کرتاسه زیرین تغییر می کند ولی به علت پیچیدگی های تکتونیکی، ردیف چینهای کامل اولیه و ستبرای کلی را نمی توان ارزیابی کرد. بهر حال با تخمینی از ۵۰۰ تا ۷۰۰ متر متغیر است.

در بخش خاوری منطقه مورد برداشت (1-3) مقطعی شاخص از کرتاسه بالا (K₂) وجود دارد که بر روی ترفهای سبز ائوسن رانده شده و خود بوسیله آهک لار از زمان ژوراسیک میانی تا پایانی (JI) به حالت رانندگی پوشیده شده است. واحدهای سنگی گوناگون این برش چینهای پس از تبدیل وضعیت از حالت برگشتگی به حالت نرمال مورد مطالعه قرار گرفته و مقطع قائم آن در گزارش تفصیلی توصیف شده است.

آنچه که در این مقطع مشهود است، وجود یک واحد ۲۰ متری از کنگلومرای ماسه آهکی است که جداکننده آهکهای ستومنین از سانتونین در کرتاسه پایانی است. چنین واحد از کنگلومرا می تواند نشانه ای بر آشفستگی محیط رسوبی و پیش در آمدی بر رخداد کوهزائی لارامید باشد.

ترشیاری

ائوسن

- سازندهای معادل فجن (Ef) و زیارت (Ez)

همان گونه که پیش تر گفته شد، منطقه مورد برداشت ماه نشان در اواخر کرتاسه پایانی دستخوش تغییرات تکتونیکی، چون بالا آمدگی و چین خوردگی شدید ناشی از رانندگی، میشود و به جز ناحیه (1-3) در حاشیه خاوری به عنوان حوضه ای کرابن مانند، بقیه منطقه بالاآمدگی پیدا کرده و به شیوه ای با مورفولوژی خشن فرسوده می شود. حوضه کرابن مانند (1-3) با روند شمال باختری - جنوب خاوری، توسط ردیفی از نهشته های ائوسن پر میشود. این ردیف رسوبی، با یک پهنه شاخص به ستبرای ۲۵ تا ۵۰ متر از کنگلومرای پیشرونده معادل نوع فجن (Ef) و آهکهای آواری نومولیتدار با لایه بندی نازک و به رنگ کرمی تا زرد معادل سازند زیارت (Ez) مشخص می شود. این دو واحد سنگی به حالت تداخل رخساره ای در همراهی با هم (Ezf)، طبقاتی نشانه و مهم را در توالی ائوسن زیر پهنه شماره

(۲) منطقه ماه نشان می سازند. در آهکهای میکریتی فسیل دار سازند زیارت میکروفسیل های زیر در آزمایشگاه فسیل شناسی سازمان زمین شناسی کشور شناسائی شدند.

Nummulites globulus , Nummulites sp., Alveolina sp. , Rotalia sp., Cibicides sp. Age: Eocene (Prob. Ypresian)

- سازند کرج (E_1^f, E_v, E_1^l)

کنگلومرای نوع فجن (E_f) و سازند زیارت (E_z) با وابستگی به محیط رو قاره ای (Epicontinental) در ناحیه (1-3) بوسیله ردیف به نسبت ضخیم از سازند کرج (حدود ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر) دنبال می شود. این سازند با لیتولوژی به تقریب یکنواخت از توفهای شیشه ای نازک لایه سبز رنگ و با سطح شکست صدفی، متناوب با توفهای رسی و میکریتی با بیوکلاستیک و کنگلومراهای میان تشکیلاتی با لایه بندی متوسط تا ضخیم پدید آمده است. این سکانس رسوبی - ولکانیک نهشته شده در یک حوضه فرونشستی، در بخش زیرین خود شامل یک واحد گدازهای کلاستیک (E_v) از نوع آندزیت با بافت پورفیریتیک و پیروکلاستیکهای وابسته است. این واحد (E_v) به رنگ خاکستری تیره، بصورت پنجره تکتونیکی در هسته یک چین تراستی از نوع تاقدیس خوابیده (Overtured thrust - fold anticline) و در جنوب روستای اندآباد (نواحی 1-3 و 1-2) رخمنائی دارد. در بافت سنگهای آن همچنین حفره هائی نامنظم وجود دارد که بوسیله هیدروکربناتهای مس به مانند مالاکیت و غیره پر شده اند.

سازند کرج همچنین بوسیله یک سری ولکانیتی (E_1^l) از نوع لاتیت آندزیت و مقداری توف شیشه ای پوشیده می شود که تنها در ناحیه (1-4 و 1-3) از بخش خاوری منطقه مورد برداشت رخنمون دارند. ستبرای این سری ولکانیتی از چند ده متر فراتر نیست و بافت ویتروفیریک از ویژگی های آشکار آن است. در این بافت، درشت بلورهای پلاژیوکلاز (با بلورهای مشکل دار تا بی شکل، با اندازه از 0.14×0.26 تا 0.14×0.75 میلیمتر، بمقدار کم سرپستی و رد شده، با درصد حجمی حدود ۴۵-۵۰ درصد)، کانی های مافیک جانیشینی) از جمله بیوتیت جانشین شده در یک زمینه فلسیتی و شیشه ای دیویتریفیه (با درصد حجمی حدود ۴۰ درصد) جای گرفته اند. سرشت ماگمایی این سری از سنگهای ولکانیتی، برپایه ویژگی های شیمیائی، از نوع آلکان تا کالکوالکان است و گروه تراکی آندزیت کوارتزار را شامل می شود (جعفری راد، ۱۳۷۸) گروه تراکی آندزیت یادشده با مقداری ترف ویتروکلاستیک همراه است که در زمینه ظریف روانه ای و نوارگونه دیویتریفیه آن، فتوکلاست هائی از پلاژیوکلاز (آلبیت - اولیگوکلاز)، بیوتیت جانیشینی و شاردهای شیشه زاویه دار و پهن شده جای گرفته اند.

آلیگوسن (Or^a, Or^b, Or^c)

همانگونه که در نقشه دیده میشود، منطقه مورد برداشت شماری از رشته کوههای موازی را دربر می گیرد که بوسیله فلاتهای گسترده دره مانند از یکدیگر جدا می شوند. این چنین روندهای ساختاری، میراث حرکات تکتونیکی زمان کرتاسه پایانی - پالئوسن بوده، و دارای سازوارههای گسترش حوضه و رشته (Basin & Range) و گسلش بلوکی (Block faulting)، است. در گذر زمان اولیگوسن و میوسن پسین، تماس حوضه های فلات گونه یادشده با دریای آزاد قطع شده و بوسیله هزارها متر نهشته های قاره ای از نوع پلایا (Playa) و همچنین فرآورده های ولکانیتی و با ویژگی تارهای پر شده اند.

- سازند قرمز زیرین (LRF)

ویژگی نهشته های تارهای نوع پلایا، با یک واحد کنگلومرائی - ماسه سنگی پیشرونده، با لایه بندی ضخیم و به رنگ قرمز متمایل به قهوه ای (Or^c)، که طبقات قدیمی تر را می پوشاند، توصیف می شود. این کنگلومرا از نوع چند زادی (Polygenetic) است و دربردارنده قطعات رسوبی نیمه گرد و با اندازه قلوه سنگ از واحدهای سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک در یک سیمان ماسه ای است. در تناوب و همراهی با کنگلومرای یاد شده، که ستبرایی برابر با ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر دارا میباشد، طبقاتی از ماسه سنگ و شیل قرمز نیز وجود دارد. این کنگلومرا بطور معمول توسط یک سری از طبقات آواری قرمز رنگ و مارزهای رنگارنگ (Or^b و Or^c) پوشیده میشود. این سری، برحسب فراوانی مارنهای قهوه ای و سبز، به ترتیب به واحدهای (Or^b) و (Or^c) تقسیم میشود. ستبرای کلی آنها به حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر میرسد. وجود بی درنگ این چنین واحدهای سنگی در زیر طبقات میوسن دریائی نشان از آن دارد که سازند قرمز زیرین (LRF) در

پس نهشته گذاری دریای ائوسن، در شرایط خشکی زائی ناشی از بالا آمدگی، در منطقه مورد برداشت ماه نشان، بویژه در جنوب روستای اندآباد (ناحیه 3-1)، پدید آمده است.

میوسن

- سازند قم (OM¹ و OM^v، OM^{ab}، OM، OM^t، OM^f)

واحدهای سنگی میوسن، پوشاننده سازند قرمز زیرین (LRF) در منطقه مورد برداشت ماهنشان، نشان دهنده تغییرات سنگ رخسارهای (Lithofacies changes) کوناگون است. برای نمونه، در جنوب روستای اندآباد (3-1 و 2-3) گوشه جنوب خاوری منطقه مورد برداشت (6-1 و 5-1)، شمال و باختر قالیچه بلاغ (5-1)، طبقاتی متوسط تا نازک لایه، به رنگ سفید از آهکهای بیومیکریتی تا بیومیکروسپاریتی ریفی فسیل دار با میان لایه های مارن کرمیتا سبز (OM¹)، سازند قرمز زیرین (LRF) را می پوشانند. ستبرای این طبقات از کمتر از ۵۰ متر تا حدود ۲۰۰ متر متغیر است. میکروفسیلهای گوناگون که از واحد (OM¹) شناسائی شده، بازگو کننده یک محیط دریائی پیشرونده است که در زمان الیگوسن پایانی تا میوسن پسین شکل گرفته است. این میکروفسیل ها در جدول شماره (۳) از گزارش تفصیلی چهارگوش ماه نشان مرتب شده اند.

به سوی شمال باختر منطقه ماه نشان، به ویژه در نواحی B-1 و B-2 و C-2 و D-1 و D-2، یک تغییر ناگهانی رخساره رخ داده و مارنهای رنگارنگ از قهوه ای تا سبز (OM)، بر بالای سازند قرمز زیرین جای گرفته اند. فزون بر آن، در خاور روستای ینگجه ناحیه (2-2 و C-2) تغییرات شدید در واحد (OM¹)، آن چنان است که تنها طبقاتی نازک از آهک ریفی (OM¹) بر روی توالی تناوبی و نسبتاً ضخیم مارنهای قهوه ای سبز (OM) قرار گرفته اند.

در نزدیک ساری آغل، در حاشیه باختری رودخانه قزل اوزن (نواحی A-2، B-2، A-3، B-3)، در زیر واحد (OM^v)، توالی ضخیمی از پیروکلاستیکهای آگلومرائی (OM^v) وجود دارد که ویژگی بهمن های آتشفشانی (Glowing avalanche) با شکستگی های قائم را دارا است.

این ویژگی به غلظت بالا و سرشت اسیدی واحد (OM^v) وابستگی دارد که از قطعات ولکانیک با ترکیب داسیتی تا ریولیتی و با تغییر اندازه از ۱۱ سانتیمتر تا ۲۸۱ متر ساخته شده است. این قطعات ماگمایی در زمینهای ریزدانه با ترکیب ولکانیک جای گرفته است. علاوه بر قطعات مامائی اسیدی، بمب های بازالتی با ترکهای شعاعی در واحد (OM^v) واقع در بخش باختری منطقه برداشت نیز قابل مشاهده است.

در پیرامون سهند آباد پائین (ناحیه 3-3 و A-3)، واحد (OM^v) در همراهی دیگر واحدهای سنگی (OM^t و OM^f) با ویژگی اسیدی، دنبال می شود و بر روی هم یک توالی ضخیم ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری را می سازند.

واحد (OM¹) با رنگ سفید بارز خود، فزون بر نواحی A-3 و B-3 در دیگر نواحی مانند E-6 و f-6 و B-2 و C-2 و C-3 و در حد بالائی واحد (OM) رخنمون دارند. ستبرای این واحد از چندین متر تا بیشتر از ۵۰ متر در روستای سهند آباد پائین می رسد واحد (OM¹) به عنوان توفهایی از خاکستر آتشفشانی با بافت ویتروکلاستیک در سهندآباد پائین (نواحی A-3 و B-3) میتوانند پرتابه هایی از مواد آتشفشانی (Volcanic Projectile materials) باشند که در نخستین گامه از یک سیستم شفتان اسیدی به درون یک محیط دریایی کم ژرفا ریخته شده اند. این مواد، قادر بوده اند ستونها و دودکشهای ولکانیک (Volcanic necks and plugs) را در واپسین گامه از ولکانیسم فراهم نمایند. در دیگر نواحی، چون باختر روستای گوگلر (ناحیه 1-G) و گوشه جنوب خاوری منطقه (ناحیه 5-1) درست نزدیک روستای کلتکه (به ترتیب گدازه هائی حفره دار از جنس آندزیت بازالتی و بیاباز اسپیلیتی نیز در قاعده واحد بیومیکروسپاریت ریفی (OM¹) برونزد دارند.

شواهد بالا نشان بر فرایند همزمانی ولکانیسم و رسوبگذاری دارد که در زمان میوسن پیشین تا میانی در فلاتهای دره مانند و جداکننده کوهستانها رخ داده و توالی ضخیمی از سنگهای آتشفشانی - رسوبی را پدید آورده است. سنگهای آتشفشانی که در قاعده این توالی برونزد دارند از نوع آندزیت بازالتی حفره دار و بیاباز اسپیلیتی هستند و در زمان میوسن پیشین از یک ماگمای بازالتی نشأت گرفته اند. در صورتی که سنگهای آتشفشانی اسیدی نظیر آگلومراها

(OM^v)، توف خاکسترهای آتشفشانی ویتروکلاستیک (OM^t) و ستون و دودکش های وابسته (OM^f) در زمان میوسن میانی از یک ماگمای اسیدی زایش یافته اند.

جهت بررسی ویژگیهای ژئوشیمیایی این سنگها از واحد (OM^f) و (OM^t) دو نمونه برداشت و به روش (XRP) جهت عناصر اصلی و کمیاب مورد آنالیز قرار گرفته اند. بنابراین ماهیت ماگمایی این واحدهای سنگی، در رابطه با فعالیت یک رژیم ولکانیکی با ترکیب متوسط تاسیدی میباشد. رژیم ولکانیکی مزبور ادامه فعالیت ماگمایی است که واحد پیروکلاستی (OM^v) را ساخته است (به گزارش تفصیلی مراجعه شود).

واحد OM^{ab}

در ارتباط با این واحد دو نمونه ML-313 (آندزیت حفره دار) و ML-56 (دیباباز اسپیلیتی) گرفته شده و به روش (X.R.F) تجزیه گردیده اند. ترکیب سنگ شناختی و ویژگیهای ژئوشیمیایی آنها، قلمروهای آندزی بازالت تا بازالت نیمه قلیائی (ساب آلكالن) را نشان می دهند.

- سازند قرمز بالائی (URF)

در گامه پایانی میوسن میانی، یک رخداد تکتونیکی شدید در منطقه مورد برداشت ماهنشان، برپایه داده های زیر، اتفاق افتاده است:

- پراکندگی گسترده طبقات مارنی قرمز و سبز از نوع تپه ماهوری در محیطهای بین کوهستانی تبخیری و کم ژرفا، حاکی از حرکات خشکی ژائی است.

- در بسیاری از جاها نظیر، جنوب روستای اندآباد (ناحیه 3-1) و خاور روستای علی آباد (نواحی 3-F و 3-G) آهک های ریفی و سفید رنگ (OM^t) از زمان آکی تانین - بوردیکالین بر روی سازند گرج (E^t) و آهک لار (JL) رانده شده اند و برونهشته های مجزا (outliers) بعنوان کلیپهای تکتونیکی (Tectonic Klippen) بوجود آورده اند.

- دگرشیبی زاویه دار مشخص میان طبقات میوسن میانی (OM) و کنگلومرای پلیوسن (QpI)

- توف خاکسترهای آتشفشانی با ساخت حفره ای و با ترکیب اسیدی (QPI^{sh}) که بطور معمول جداکننده نهشته های تارهای پلیوسن از نهشته های دریائی میوسن میانی هستند، بازگوکننده ادامه ولکانیسم تناوبی (Periodic volcanism) در یک محیط قاره ای و نه در حوضه های دریایی است.

سازند قرمز بالائی (URF) که در اثر رخداد تکتونیک یاد شده در بالا شکل گرفته به دو بخش تقسیم می شود:

بخش زیرین (M₁) باستبرایی برابر با ۲۰۰ تا ۳۰۰۰ متر بطور عمده از مارنهای رنگارنگ گچدار پدید آمده و بوسیله یک لایه نشانه گچ (gy^m)، از سازند دریائی قم جدا می شود. در افقهای بالائی این بخش از سازند قرمز بالائی (URF)، که طبقات میکروکنگلومرانی و ماسه سنگ درشت دانه، مارنهای قرمز یکنواخت را همراهی می نمایند، انواعی از چینه بندی مورب و ریپل مارک نیز وجود دارد.

شماری معادن نمک در حال کار نظیر، نمک سیدلر (در ناحیه 2-B و 2-C) نمک دوزکند (ناحیه 6-G) و نمک حمزه لی (ناحیه 1-G) در همراهی با واحد سنگی (M₁) نیز یافت می شوند. فزون بر لایه های گچ و نهشته های کلرور سدیم، نشانه هایی از هیدروپورات نوع اولکسیت (Ulexite, NaCaB509, BH20) به فرم تودمهای قلوهای شکل و بلورهای سوزنی شکل ریز، در روند فرایندهای تبخیری - برونومی در بخش (M₁) سازند قرمز بالائی و در ناحیه 5-F از معدن قره گل شماره (۲) نیز پدید آمده است. این واحد براساس چگونگی فراوانی مارنهای قهوه ای و سبز به ترتیب به (M₁^b) و (M₁^a) بخش می شود.

بخش بالائی M₂ از سازند قرمز بالائی (URF) بطور عمده در زیر پهنه های شماره (۱) و (۵) پراکنده است و دربرگیرنده مارن و شیلهای قرمز تیره است که لایه هائی متناوب از ماسه سنگ سبز آنها را همراهی می نمایند. این طبقات سنگی بر روی هم یک توالی ۵۲۵ متری را در نزدیک روستای حصار (نواحی 1-E و 1-D) می سازد. این توالی همچنین به فراخور فراوانی مارنهای قرمز یا سبز به ترتیب به زیر واحدهای (M₂^b) و (M₂^a) بخش می شود. همانطور که در نقشه نشان داده شده توالی اخیر تحت تأثیر فازهای تکتونیکی جدیدتر به شدت چین خورده و سیستمهایی از چین خوردگی با پلانژ دوگانه (Double plunge) و با روند شمال باختری - جنوب خاوری ساخته اند. شیوه و سبک تکتونیک

این گونه ساختمانها به مانند دیگر ساختارهای تکتونیک منطقه مورد برداشت ماه نشان است و توسط نیروهای که موجب کوتاه شدگی پوسته می گردند، در جهت شمال خاوری - جنوب باختری کنترل می شوند.

پلیوسن - پلیوستوسن (QPI^c , QPI^{sh} , $QPI1$, $QPI2$, $QPI3$)

QPI^c کهن ترین واحد از سیستم پلیوسن - پلیوستوسن است و دربرگیرنده یک توالی افقی تا نیمه افقی از کنگلومرا، رس سنگ و ماسه سنگ با سیمان رسی، به رنگ خاکستری تا کرمی، باستبرایی از ۶۰ تا ۲۰۰ متر است. این توالی به گونه دگرشیب سازند قم و دیگر طبقات کهنتر را می پوشاند.

واحد (QPI^c) در ناحیه (F-4) به گونه ای ناهموار فرسایش یافته و ایجاد تخته سنگ دیو (Devil stack) و گروهی از نهشته نامتجانس خشن (Bad-land group deposits) نموده است. این نهشته های خشن بوسیله واحد ($QPI1$) که بطور عمده از کنگلومرا و ماسه سنگ سخت نشده باستبرای فراتر از ۱۰۰ متر و به رنگ خاکستری روشن است پوشیده شده اند. این واحد به دلیل تغییرات رخساره ای، از جوانب به واحدهای QPI^{sh} (ناحیه A-5)، و $QPI3$ (ناحیه A-5) و A-4، و $QPI2$ در سراسر منطقه مورد برداشت، بویژه در کناره های رودخانه اصلی قزل اوزن تبدیل میشود.

واحد (QPI^{sh}) به عنوان واحد جداکننده، در بعضی جاها نهشته های پلیوسن را از واحدهای سنگی میوسن (ناحیه A-5) جدا میکند. این واحد، از توف برشهای پومپسی حفرهدار باستبرای از ۵ متر تا ۲۵ متر و به رنگ سفید تا کرمی پدید آمده و نشانه ای بر فعالیت های ماگمایی پلیوسن است.

واحد ($QPI2$) با پراکندگی گسترده در زیر پهنه شماره (۲) شامل طبقات افقی تا نیمه افقی ناهموار و فرسوده میباشد که ساختمانهایی نظیر تخته سنگ دیو (devil stacks) بوجود آورده اند. این واحد براساس مقطعی به ضخامت ۵۷۷ متر که در جنوب امیرآباد (ناحیه A-5) اندازه گیری شده عمدتاً شامل تناوبی ضخیم برنگ کرمی تا قرمز آجری از مارن، ماسه سنگ، رس سنگ و کنگلومرا است.

واحد ($QPI3$) با رخنمونهای محدود خود در نواحی C-2 و C-3 و A-4 و A-5 دربرگیرنده مخلوطی از توف برش، ماسه سنگ، کنگلومرا و خاکستر آتشفشانی سفید تا خاکستری روشن است. این واحد به دلیل تغییر رخساره، به سوی خاور نازک شده و سرانجام ناپدید می شود.

کواترنز (Q^{al} , Q^{t2} , Q^{t1} , Q^{tr} , Q^b)

Q^b - این واحد که تنها در ناحیه A-3 در جنوب سهندآباد پائین رخنمون دارد، با ضخامتی برابر ۲۰-۱۵ متر به طور افقی بر روی واحد OM^t ، از زمان میوسن میانی، جای گرفته است. این واحد تحت پدیده انقباض ناشی از سرد شدن، ایجاد ساختمانهای ستون مانند متشوری کرده است. توصیف پتروگرافی و ویژگی های لیتولوژیکی این واحد بیانگر نام بازال اولیوین دار در بردارنده مقدار کمی پیروکسن و هورنبلند بازالیتی، در قلمرو ماگمای نوع آلكالین است. مکانیسم برون ریزی چنین واحد بازالیتی به شکاف های عمیق بعد از آزاد شدن نیروهای فشارشی و قبل از زمان کواترنری ارتباط پیدا مینماید. بنابراین مدل ماگماتیسم اقیانوسی درون قاره ای (Oceanic intra-plate magmatism) می تواند برون ریزی بازالیت (Q^b) منطقه ماه نشان را توجیه نماید.

Q^{tr} - در پیکر کلاکهای ورقهای مسطح از تراورتن و به گونه افقی در نواحی C-3 و A-4 به ترتیب در پیرامون روستاهای سیدل و سیاه خانه پدید آمده است. این باقیمانده های تراورتنی مسطح نظیر دیگر جاها از جمله تخت سلیمان میتواند به مراحل پایانی یک ولکانیسم ناپویای زمان کواترنز پیشین ارتباط داشته باشد

توده های نفوذی

نفوذی های گرانیتوئیدی با نام Gd و Gd^p

همانطور که قبلاً اشاره شد، ردیف پرستبرائی از گنایس همراه با میان لایه هایی از آمفیبولیت در زیر پهنه شماره (۴) برورزد دارد. این ردیف در شمال روستای آملالو (ناحیه A-3)، تغییرات سنگ شناختی بارز از خود نشان میدهد و به ترتیب شامل میکاشیست سبز، آمفیبولیت با بافت نماتوبلاستیک، کنایس بیوتیتدار با بافت پورفیروبلاستیک تا گرانوبلاستیک (نمونه ML-105) گنایس با بافت پورفیروبلاستیک تا لپیدوبلاستیک (نمونه های 103 و 104 ML و 101 ML). کنایس گرانیتی با بافت گرانوبلاستیک (نمونه ML-108)، میکرو گرانیت موسکویت دار با بافت اورتوفیریک (نمونه ML

100-) واقع در بخش حاشیه ای توده گرانیتوئیدی باختر اسدآباد، گرانیت گنایسی با بافت گرانوبلاستیک در بردارنده رستیت هائی از بیوتیت (biotite restites) بعنوان باقیمانده های غیرقابل نوب (نمونه ML-109) است که در نهایت به گرانیت لوکوکرات باختر اسدآباد (ناحیه 83 و A-3) تبدیل می شود (نمونه های 273 و ML-107).

این سری واحدهای سنگی دگرگونه ضمن اینکه نوعی فولیاسیون با جهت شمال باختری - جنوب خاوری دارا هستند، در مجموع فابریک میلونیتی از خود نشان می دهند. از سوی دیگر مراحل تکوین این واحدهای سنگی از شیست سبز تا گرانیت قلهائی می تواند نشانگر نوعی دگرگونی پیشرونده (Progressive metamorphism) باشید که به پدیده آناکسی و در نهایت جایگزینی گرانیت های لوکوکرات قلیائی مربوطه ختم می شود.

چندین توده نفوذی از این نوع در سراسر منطقه ماه نشان به ویژه در زیر پهنه های (۲ و ۴) پراکنده اند که به همراه مختصات مربوطه عبارتند از:

-گرانیت مغالو (نواحی H-4, I-4, I-5)

-گرانیت باختر اسد آباد (نواحی A-3, B-3)

-گرانیت اینچه (نواحی A-4, B-4)

- گرانیت بلند پرچین (نواحی C-4)

- گرانیت قوشکا (نواحی C-2, D-2)

- **گرانیت مغالو** - یکی از بارزترین نمونه های گرانیت آناکسی است که با ساختار گنبدی شکل در شمال روستای مغالو گستره ای نزدیک به ۱۰۰ کیلومتر مربع را فرا گرفته است. بخش بسترگ این توده نفوذی به طریق شیمیائی همگام با تهی شدن از عناصر، به رنگ سفید در آمده که نشانگر دگرسانی سنگ دیواره از انواع آرژیلیک متوسط تا پیشرفته است. در روند تفریق و براساس تغییرات کانی شناختی، سه بخش به شرح زیر در گرانیت مغالو جدا و مورد بررسی قرار گرفته است:

- **بخش مرکزی** - این بخش که نماینده بخش اصلی ترکیب گرانیتی است، شامل بلورهای شکل دار (ایوهدرال) تا نیمه شکل دار (سابهدرال) کوارتز، فلدسپات پرتیتی و بیوتیت در چارچوب بافت هیپ ایدیومورفیک میباشد. بلورهای پلاژیوکلاز، بویژه آل بیت، تا اندازه زیاد سریسیتی و در برخی موارد سوسوریتی شده اند. پارائز سریسیت، اپیدوت، زوئیزیت و کلینوزوئیزیت نشانگر دگرسانی های یاد شده اند. بلورهای بیوتیت دربرگیرنده انکلوزیونهای زیرکن اند و نمایانگر انواعی چند از هاله های واکنش یانند، دیگر کانیهای فرعی نظیر آپاتیت و اسفن نیز قابل مشاهده اند. درجه بلور شدگی و همشدهی بلورین بخش مرکزی نسبت به بخش های حاشیه ای در گرانیت مغالو نشان دهنده آن است که تبلور بخش مرکزی این توده طی مرحله ای کهن تر انجام گرفته است.

- **بخش میانی** - این بخش با ترکیب پگماتیستی بطور انتقالی به کانیهای پنوماتوزن نظیر فلدسپات پرتیتی، پلاژیوکلاز (آل بیت)، کوارتز، موسکویت، بیوتیت و در برخی موارد گرونا تبدیل شده است. در شرایط پنوماتولیتی یاد شده، مجموعه کانی های پدید آورنده سنگ، درشت دانه شده و در قالب بافت هیپ ایدیومورفیک و گرافیک در کنار یکدیگر جای گرفته اند.

- **بخش حاشیه ای** - این بخش با متأثر نمودن کل منطقه، بویژه شامل بخشی از توده گرانیتی است که توسط فرایندهای گرمایی به شدت دگرسان شده است. این بخش از دیدگاه رنگ، بافت سنگی و تغییرات شیمیائی - کانی شناختی به عنوان ملاکهای تغییر پنییر با دیگر بخشهای مرکزی و میانی از توده گرانیت مغالو متفاوت است. ملاکهای تغییر پذیری بازتاب نقش نوعی سیالات گرمایی است که از گازهای H_2O ، H_2S ، HCl و عناصر ناسازگار دیگر پرمایه بوده اند. این سیالات در سیکل گرمایی در راستای شکستگی ها و دیگر مجاری عبور ناشی از خرد شدگی و میلونیتی شدن، به افقهای بالاتر انتقال می یابند و موجب کانی زائی آنتیموان و دگرسانی های بارز سنگ دیواره می شوند، دگرسانی های فراگیر سنگ دیواره از نوع آرژیلیک متوسط تا پیشرفته است و بوسیله کانی های کائولینیت - پیروفیلت مورد تأیید قرار میگیرند. این دگرسانیها با فعالیت نسبت یونهای پتاسیم به هیدروژن (K^+/H^+) محلولهای گرمایی نافذ،

طی تراوش و تجزیه الکترولیتی کنترل می شوند. در رابطه با این فرآیند، و با آزاد شدن مواد فرومینیزین در پهنه های خرد شده و با تراوانی بالا، توده های عدسی شکل با اندازه ۴۰ * ۱۲۰ متر باصطلاح از نهشته فلدسپات (در واقع کوارتز و فلدسپات) در شمال باختری روستای مغانلو شکل میگیرد. چنین عدسی هایی از فلدسپات در دیگر جاها از توده گرانیته مغانلو نیز قابل مشاهده است.

- **گرانیت اینچه** - از دیدگاه بافت و ترکیب کانی شناختی شبیه گرانیت مغانلو و توده گرانیتی باختر اسد آباد است، بدین ترتیب که بافت آن میپ ایدیومورفیک بوده و قرارگیری کانی ها در روند فابریک میلونیتی است.

- **گرانیت قوشکار** - از نظر ویژگیهای بافتی و کانی شناختی شبیه دیگر توده های گرانیتوئیدی است، با این تفاوت که بلورهای رشته ای و منشوری بشکل بیوتیت تا حدودی به کلریت تبدیل شده و آثار سریستی شدن در بلورهای پلاژیوکلاز آشکار است. از سوی دیگر درصد حجمی بلورهای پلاژیوکلاز نسبت به فلدسپات پتاسیک بیشتر بوده به بیش از سه برابر میرسد از این رو ترکیب سنگ شناختی آن به قطب گرانودیوریتی بیوتیت دار سوق مینماید. آثار میلونیتی شدن نیز کم و بیش در نمونه های این توده گرانیتوئیدی قابل مشاهده است.

- **گرانیت بلندپرچین** - پس از گذراندن طیفی از پدیده میگماتیته شدن، دلالت بر نوعی گرانیت پگماتیته با بافت گرافیک می نماید که از بلورهای کوارتز و فلدسپات به ویژه فلدسپات پتاسیک همراه با بلورهای رشته ای بیوتیت و موسکویت تشکیل گردیده است. آثاری از گرونا که در روند پگماتیته شدن شکل گرفته نیز در نمونه ای از این توده مشاهده گردید. این توده گرانیتی به مانند دیگر توده ها، نشاندهنده فابریک میلونیتی میباشد. با توجه به شواهد موجود، این توده های گرانیتوئیدی، حاصل ذوب آتاکتیکتی در یک حوضه رسوبی است که در آن در رژیم رسوبگذاری اتفاق افتاده است:

- رژیم پلاتفرمی که در آن رسوبگذاری در فلات قاره اتفاق افتاده و واحدهای رسوبی موسوم به سازند کهر، دولومیت سلطانیه، سازندهای باروت - زایگون - لالون و میلا را در زیر پهنه شماره (۲) بر جای گذاشته است. فعالیت تو منشائی از نوع ریولیت و آندزیت هم آنها را همراهی می نموده است. این رسوبات در اثر دگرگونی ناحیه ای، سری سنگهای با درجه دگرگونی ضعیف از نوع اسلیت، فیلیت و شیست نیمرس را بوجود آورده است.

- رژیم رسوبگذاری در پهنه ریفتی شامل رسوبات آواری، شیل، ماسه سنگ و مقداری آهک همراه با ولکانیسم تو منشائی بازالت و ریولیت است. در این محیط شیب زمین گرمائی و شدت دگرگونی بالا بوده، موجب دگرگون شدن شدید نهشته ها و پدیداری مجموعه دگرگونی شیست سبز، آمفیبولیت، کنایس و گرانیت آتاکسی شده اند. ماگمای گرانیتی فوق در بعضی نقاط مانند گرانیت اینچه (نواحی A-4، B-4) و گرانیت بلند پرچین (ناحیه C-4) موجب دگرگونی همبری گشته است، و اما وجود این توده های گرانیتی (گرانیت مغانلو و گرانیت قوشکار) در داخل سازند کهر و بدون هاله دگرگونی، مسئله نحوه جایگیری این توده ها را مطرح می نماید. میتوان تصور نمود که این توده های سرد در زمانی بسیار دور از زمان تبلور بصورت نیاپیرهای گرانیتی، سازند کهر را قطع نموده اند. چنین است که ماله دگرگونی همبری در اطراف آنها دیده نمیشود و هاله اطراف این توده ها بصورت سنگهای به شدت خرد شده و برشی شده دیده می شود که احتمالاً نتیجه نفوذ قدرتمند دیابیری این توده ها می باشد.

وجود چنین هاله خرد شده محمل بسیار مناسبی برای نفوذ محلولهای هیدروترمالی بسیار جوان کشته و چنین است که دگرسانی های گسترده ای را از نوع آرژیلیک موجب گشته که علی الظاهر بصورت هاله دگرسانی همبری دیده می شود. ولی در حقیقت این هاله دگرسانی ارتباطی با تبلور ماگمائی ندارد. باید خاطر نشان ساخت، گرانیتی که بصورت دیابیری در سازند کهر نفوذ می نماید، ممکن است تا ۲۰۰ درجه حرارت داشته باشد، زیرا از اعماق نسبتاً قابل توجهی به بالا آمده است.

بنابر این میتوان تصور نمود که دیابیریسم گرانیتی خیز، زمین گرمائی مناسبی را جهت گرم نمودن و فعال کردن سیالات محیط دیا پیریک فراهم آورده و باعث دگرسانی هیدروترمال گردیده است و لذا دیابیریسم و هیدروترمالیسم همزمان هستند.

از توده های گرانیتوئیدی (Gd) در منطقه ماه نشان که در محیط بعد از کوهزائی (POG) تشکیل و از گرانیتوئیدهای نوع "S" هستند، تعداد ۲۳ نمونه به روش (XRP) جهت عناصر اصلی و کمیاب مورد تجزیه قرار گرفته که نتایج مربوطه در ارتباط با جایگاه تکتونوماگمائی، ویژگی های ژئوشیمیایی - ترمودینامیکی و با استفاده از دیاگرامهای پترولوژیکی، در گزارش تفصیلی موجود است.

رخداد ماگمائی پس از ژوراسیک پایانی (g1) و پس از کرتاسه پایانی (g2)

توده گرانیتوئیدی (g1)

توده گرانیتوئیدی (g1) با ظاهر ماکروسکیپی قرمز رنگ و هولوکریستالین، با گستره ای حدود دو کیلومتر مربع در غرب روستای اوزج (ناحیه G-3) قرار گرفته است. ویژگی میکروسکیپی آن، بیانگر بافت هیپ ایدیومورفیک تا میرمیکیتی است و در آن فلدسپات پرتیتی و اورتوکلاز (با اندازه بلورین $0.3 \times 1/5$ میلیمتر و درصد حجمی حدود ۵۰-۴۵٪) همراه با پلاژیوکلاز آلبيت (با اندازه بلورین $0.3 \times 1/5$ میلیمتر و درصد حجمی حدود ۳۰-۲۵٪) در کنار بلورهای از کوارتز بی شکل، کانیهای اصلی سنگ را تشکیل داده اند. درصد حجمی کانیهای فرومنیزین بیشتر از ۵ درصد نمی باشند و معمولاً توسط مواد کربناته سیدریتی جانشین شده اند. براساس این داده ها، ترکیب سنگ شناختی توده گرانیتوئیدی (g1) از نوع گرانیت میرمیکیتی است. این توده گرانیتوئیدی، علاوه بر واحدهای سنگی سازند باروت، آهکهای لار از زمان ژوراسیک پایانی را نیز قطع نموده است. گرچه شار حرارتی آن، آنقدر شدید نبوده که به پهنهای همبری از اسکارن بیانجامد، ولی رگه و رگچه هایی از آهن به ویژه مگنتیت وجود دارد که می تواند گواه بر پدیده پیرومتاسماتیسیم در حاشیه باختری این توده باشد.

از توده گرانیتوئیدی (g1) که در محیط غیر کوهزایی تشکیل و از نوع "A" میباشد به تناسب دیگر واحدهای نفوذی، تنها نمونه ML-198 جهت تجزیه شیمیائی عناصر اصلی و کمیاب به روش (XRF) انتخاب گردیده که نتایج آن در ارتباط با ویژگی های ژئوشیمیایی و جایگاه تکتونوماگمائی در گزارش تفصیلی آمده است.

توده گرانیتوئیدی (g2)

توده گرانیتوئیدی (g2) با بافت گرانولار و ظاهر ماکروسکیپی سفید متمایل به صورتی، در گوشه جنوب خاوری منطقه و در دو گستره ۲/۵ و ۱۲ کیلومتر مربع به ترتیب در نواحی (I-6) و (I-5 و H-5) برونزد دارد. توده های نفوذی (g2) در حاشیه ریز دانه تر و از درصد کانیهای مافیک آنها کاسته شده، ضمن آنکه از فلدسپات پتاسیک غنی تر میگردند. این تغییرات کانی شناختی می تواند نشانی بر تفریق ماگما و ورود به مرحله دیرماگمائی (Lale magmatic stage) باشد.

واحدهای میکروسپاریتی (K₂) و شیلی - ماسه ای (K₂^m) در گوشه جنوب خاوری منطقه مورد مطالعه در اثر شار حرارتی و سیالات گرمایی ناشی از توده های نفوذی (g2) به شیوه همبری، دگرگون شده و پهنه های اسکارنی - هورنفلسی به وجود آورده اند. در این راستا، مگنتیت، گروناهی نوع آندرادیت و هیدروگروسولار، همنبرژیت - دیوپسید، مجموعه کانیهای حادثه ای را می سازند که با کانیهای سولفیدی مس از نوع کالکوپیریت و کالکوسیت بانضمام هیدروکربنات مس (مالاکیت) همراهی می شوند. در چنین پهنه هایی که پدیده پیرومتاسماتیسیم حاکم است، بستر انتقال یونی توسط سیالات کانه دار فراهم بوده و با تغییر شرایط فیزیکوشیمیائی آنها، کانه زائی صورت میگیرد. بنابراین اگر ملاحظه می شود که کانه زائی مس در جوار کانیهای حادثه ای اسکارنی صورت گرفته، خارج از قاعده فوق نمی باشد.

از توده های نفوذی (g2) که از نوع (I) و در محیط تکتونوماگمایی قبل از برخورد (Pre-Plate collision) تشکیل شده اند نمونه های ML-52 (توده اصلی گرانودیوریتی) ML-53 (از رگچه های آپلیتی لیرماگمایی مربوط به توده اصلی گرانودیوریتی با نام آپلیت گرانیتی) و ML-294 (از حاشیه توده گرانودیوریتی) جهت تجزیه شیمیائی عناصر اصلی و کمیاب به روش (XRF) انتخاب گردید که نتایج آنها در ارتباط با ویژگیهای ژئوشیمیایی و جایگاه تکتونوماگمائی در گزارش تفصیلی موجود است.

تکتونیک و تحولات ساختمانی

مقدمه

پهنه بندی ساختمانی محیطهای زمین شناختی، حداقل توسط یکی از فاکتورهای رژیم تکتونیکی، رسوبگذاری و ماگماتیسم کنترل می گردد. بر این اساس منطقه مورد مطالعه ماه نشان به دو پهنه ساختمانی (A) و (B) تقسیم شده است. در پهنه ساختمانی (A)، زیر پهنه شماره (۲) و در پهنه ساختمانی (A)، زیر پهنه شماره (۴) ملاک بررسی بوده اند، چرا که این در زیر پهنه، آهیخته بوم هائی هستند که توسط نهشته های نئوژن با نام نهشته های بین کوهستانی از یکدیگر تفکیک یافته اند.

در زیر پهنه شماره (۴) گرچه رخنمونی محدود از سازند کهر در زیر دولومیت سلطانی و شیل چیقلو با مرز نامشخص موجود است (ناحیه 3-A)، ولی بیشترین نهشته ها را مجموعه دگرگونی شیست سبز، آمفیبولیت، گنایس و گرانیت آناتکسی (Gd, PC^a, PC^m, PC^{gn}) تشکیل داده اند. توده های گرانیتوئیدی (Gd) که قبلا با نام گرانیت دوران (Doran granite) و با سن پراکامبرین (Alavi M. et al., 1982) معرفی شده اند در راستای دیگر سنگهای دگرگونی، حاصل ذوب آناتکسیکی مجموعه رسوبات موجود در یک پهنه ریفتی میباشند. متأسفانه داده های دقیق سن سنجی در مورد رسوبات اولیه (Protolith) و زمان دگرگونی این مجموعه در دست نیست. از این رو اظهار نظر قطعی در مورد زمان جایگزینی توده های گرانیتوئیدی (Gd) و فاز دگرگونی این رسوبات نیاز به مطالعه بیشتر به ویژه پژوهشهای ایزوتوپی است. در مورد زمان جایگزینی توده های گرانیتوئیدی (Gd)، آنچه که مسلم است اینکه سازند کهر را قطع نموده اند. سازند کهر طبق آنچه که قبلا اشاره شده، شامل رسوباتی از رژیم پلاتفرمی است که بیشترین گستره را در زیر پهنه شماره (۲) دارا می باشد و نوعی دگرگونی ضعیف را نیز تحمل نموده است. مرز بالائی این سازند با سازند باروت گسلیده بوده این واقعیت را آشکار می سازد که اثر تدریجی پتانسیل زمین گرمائی عامل دگرگونی ناحیه ای در این مرز نیز قطع می گردد. به همین دلیل است که سازندهای وابسته به پالئوزوئیک زیرین در زیر پهنه شماره (۲) دگرگون نشده اند.

رژیم تکتونیکی پالئوزوئیک زیرین در چارچوب فعالیت گسلهای راستالغز موجب شکل گرفتن حوضهای گرابن مانند در شمال خاوری زیر پهنه شماره (۲) گردیده است. این حوضه، بستر رسوبگذاری نهشته های پلاتفرمی مربوط به سازندهای باروت، زایگون، لالون، کوارتزیت رأسی و ممبر (۲) از سازند میلا با ستبرائی بیشتر از ۵۰۰ متر است. در این بستر پلاتفرمی، فعالیت ولکانیسم زیر دریائی و فازهای بروندمی وابسته نیز مشهود است.

حرکات تکتونیکی زمان کامبرین میانی

همانطور که در ناحیه (1-3) از نقشه زمین شناسی ماه نشان نمایان است، آهکهای دولومیتی ممبر (۲) سازند میلا با ناپیوستگی هم شیب توسط نهشته های دریایی سازند روته پوشیده شده است. این ناپیوستگی نشانگر یک نبود رسوبگذاری از زمان کامبرین میانی تا اواخر کربونیفر در زیر پهنه شماره (۲) می باشد. دلیل آن به سرگذشت تکتونیکی این زیر پهنه ارتباط دارد که احتمالا با بالا آمدن کف حوضه رسوبی، پسروی دریا از کامبرین میانی شروع شده و همچنان تا اواخر کربونیفر ادامه داشته است. شاید بر پایه همین واقعیت است که در بعضی نوشتارها کوارتزیت رأسی به نام کوارتزیت قاعده ای (base quartzite) مبنای پسروی دریا در زمان کامبرین میانی قرار میگیرد؟

حرکات تکتونیکی زمان کربونیفر بالائی - پرمین

در زمان پرمین، پیشروی دریا با هشت یکسری از رسوبات آواری قرمز تا صورتی رنگ از جنس کنگلومرای ریزدانه تا ماسه سنگ با نام سازند درود (Pd) شروع میشود. این واحد در ۲ کیلومتری خاور روستای قالیچه بلاغ (نواحی G-3 و G-2) شامل ماسه سنگ قرمز جگری با لایه بندی متوسط همراه با میان لایه هائی از شیل قرمز گون می باشد که با ستبرائی حدود ۴۰ متر بطور هم شیب در زیر آهکهای خاکستری رنگ و فسیل دار سازند روته (Pr) قرار گرفته است. قاعده این واحد معمولا گسیخته بوده و در هیچ مکانی از منطقه مورد مطالعه بطور کامل مشاهده نگردیده است.

گسترش سازند روته در منطقه مورد مطالعه از جنوب خاوری (I-3) تا شمال باختری (C-2) زیر پهنه شماره (۲) می باشد.

حرکات تکتونیکی زمان پرمین بالائی - تریاس

شاهد بر این حرکات، فرایند خشکی زائی است که با پسروی دریا در منطقه نمود دارد. در روند این فرایند علاوه بر الایتریت زائی در افقهای بالائی سازند روته (کوه خیبیر واقع در مرز نواحی C-2 و D-2)، نهشته هائی محدود از زمان تریاس با سرشت دریای کم ژرفا از جنس آهک بیوژنیک متوسط لایه نیز رسوب نموده اند. این نهشته ها در ناحیه ای کسپخته و با مختصات (G-3) در ۲ کیلومتری خاور روستای قالیچه بلاغی قرار دارد.

از دیگر عملکردهای این حرکات تکتونیکی، پدیده گسلش بلوکی (block - faulting) است که بستری مناسب در چارچوب رژیم های مردابی تا حوضه های کم ژرفای قاره ای فراهم نموده تا نهشته های شیلی - ماسه های ذغال دار سازند شمشک (Js) از زمان ژوراسیک زیرین تا میانی و آهکهای فسیل دار ریفی با نام آهک لار (Jl) از زمان ژوراسیک میانی تا پایانی در آنها رسوب نمایند. گسترش سازند شمشک و آهک لار در منطقه مورد مطالعه از جنوب خاوری (ناحیه I-3) تا شمال باختری (ناحیه B-1) زیر پهنه شماره (۲) میباشد. این حرکات با فاز کوهزائی کیمرین پیشین (Early Kimmerian) برابری دارند.

حرکات تکتونیکی زمان ژوراسیت بالا - کرتاسه زیرین

با توجه به ظهور دو رخنمون از کرتاسه زیرین و زیرین با لیتولوژی شیلی و ماسه بنگ خرد شده (K₁)، شیلی و ماسه سنگ و آهک مارنی (K₂^m) و بیومیکروسپاریت (K₂) در جنوب خاوری نقشه ماهنشان (نواحی I-6 و H-5) چنین به نظر میرسد که بستر رسوبگذاری آنها به فرم حوضه های گرابنی ریفت گونه، در روند حرکات کوهزائی زمان ژوراسیک بالا - کرتاسه زیرین شکل گرفته باشد. این حرکات همچنین موجب جایگزینی توده های گرانیتوئیدی (g₁) که از نوع "A" میباشد شده است. از این رو بعید نیست که شبیه همین رخداد، در بخش خاوری و میانه نقشه (کوه تکیه فیه سی (I-3) نیز رخ داده باشد. این رخنمونها به ویژه در جنوب خاوری نقشه، در اثر جایگزینی توده های گرانیتوئید (g₂) ضمن تحمل پدیده اسکارن زائی، بالآمدگی پیدا کرده اند.

حرکات کوهزائی زمان کرتاسه بالا - پالتوسن

طی عملکرد این فاز، توده های گرانیتوئیدی (g₂) جایگزین شده اند. همانطور که قبلا آمده، گرانیتوئیدهای مزبور از نوع قبل از برخورد (Pre - Plate collision) هستند و نیروهای فشارشی عامل جایگزینی آنها هستند. بر این پایه و براساس شواهد صحرائی، رژیم تکتونیکی راستالغز، جای خود را به سیستم تکتونیک رانشی (thrust tectonic system) می دهد. در این راستا حوضه ای با کشیدگی شمال باختر - جنوب خاور در ناحیه (I-3) شکل گرفته که در آن رسوبات ائوسن زیرین تا میانی نهشته شده است. ردیف چینه نگاری این حوضه با کنگلومرای چندزادی نوع فجن و آهکهای نومولیت دار زیارت شروع و با نهشت رسوبات ولکانو سلیمتر سازند کرج خاتمه می یابد. این حوضه رسوبی به احتمال زیاد از نوع کششی "pul- apart" می باشد.

اثرات تکتونیک رانشی در زیر پهنه شماره (۲) به ترتیب زیر شامل:

- در نواحی (G-2) و (G-3)، واحدهائی از آهک دولومیتی پرمین (Pr) بر روی آهکهای لار (Jl) بانام واحد فرودیواره رانده شده ساختمانهای نوع پشت خوکی (Piggyback structure) بوجود آورده اند. شیب راندگی ۳۵-۳۰ درجه بطرف شمال خاور است.

- در ناحیه (I-3)، آهکهای لار (Jl) از زمان ژوراسیک پایانی بر روی واحدهای آهکی کرتاسه بالا (K₂) دیده میشود که نتیجه چین خوردگی ناشی از راندگی و شکل گیری یک ساختمان آنتی فرم خوابیده است.

- همانطور که در نقشه ماه نشان و در ناحیه (H-5) مشهود است، ورقههای رورانده زیادی از آهکهای دولومیتی و تیره رنگ پر مین بر روی آهکهای فسیل دار کرتاسه پایانی (سانتوئین - کامپاین "K₂") انباشته شده و ساختمانی فلسی شکل با نام ساختار دو پشته (duplex structure) تشکیل داده است.

- اثرات راندگی نهشته های شمشک بر روی سازند لالون و باروت در ناحیه (I-3)، دیگر نشانه های حرکات تکتونیکی زمان کرتاسه پایانی - پالتوسن است.

بطور کلی اثر ژئودینامیکی حرکات تکتونیکی کرتاسه بالا - پالتوسن، موجب نمو و توسعه رشته کوههائی موازی گردیده که توسط حوضه های بین کوهستانی فلات گونه از یکدیگر جدا شده اند. این حوضه ها میزبان هزارها متر نهشته های قاره های نوع پلایا و فرآورده های ولکانیتی وابسته از زمان الیگوسن تا پلیوسن می باشد. با توجه به روند شمال باختری - جنوب خاوری کلیه چین خوردگی های مربوط به نهشته های بین کوهستانی، چنین به نظر می رسد که سازوکار نیروهای فشارشی از جمله تکتونیک رانشی در زمان الیگوسن، میوسن و پلیوسن نیز همچنان ادامه داشته است. جهت روشن شدن این مطلب به بررسی های زیر می پردازیم:

در جنوب روستای اندآباد و در ناحیه (I-3)، ساختمانی آنتی فرم به ترتیب از واحدهای سنگی، سازند کرج، سازند قرمز زیرین و آهکهای ریفی سازند قم تشکیل شده و بر اثر سازوکار یک گسل تراستی به فرم یک چین برگشته با شیب راندگی بطرف شمال خاور در آمده است. در اثر خردشدگی لولای چین، پایداری واحدهای سنگی در مقابل فرسایش کاهش یافته و قدیمترین واحد سنگی در هسته مرکزی این ساختمان یعنی واحد Ev (زیرترین واحد سازند کرج) بعدها به فرم پنجره تکتونیکی (tectonic window) نمود پیدا کرده و به وضع فعلی در آمده است (برش AB - در زیر نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ماهنشان).

- در ناحیه (I-3) واقع در جنوب روستای اندآباد اثر راندگی آهکهای ریفی سازند قم بر روی توفهای سبب سازند کرج بخوبی نمایان است زیرا در پیشانی راندگی که با بیشترین تنش تکتونیکی همراه است، برشهای تکتونیکی با سیمان آهک ریفی و قطعات بیگانه و زاویه دار توفهای سبز کرج تشکیل شده است.

- در خاور روستای علی آباد (نواحی F-3 و G-3) آهکهای ریفی و سفید رنگ (OM¹) از زمان آکی تانینبوریدیکالین به فرم بر و نهشته های مجزا (outliers) بر سقف آهکهای لار (J1) رانده شده و کلیپهای تکتونیکی (tectonic klippe) را به وجود آورده اند.

- راندگی نهشته های میوسن بر روی رسوبات پلیوسن در خاور کهریز و عشرت آباد (ناحیه G-5)، راندگی نهشته های وابسته به سازند کهر بر روی رسوبات پلیوسن در خاور ماهنشان (نواحی E-4, E-3 و D-3) در زیر پهنه شماره (۲) و راندگی آهکهای ریفی سازند قم (OM¹) بر روی نهشته های پلیوسن در خاور روستای گیلجک بطرف شمال (نواحی D-5 و D-6)، راندگی سازند PC^m بر روی رسوبات پلیوسن در خاور روستای اکن قشلاق (ناحیه C-5) در زیر پهنه شماره (۴) از دیگر کنش های جوان تکتونیک رانشی در نقشه ماه نشان است.

زمین شناسی اقتصادی و کانه زائی

تحولات زمین شناختی و فرایندهای تکتونوماگمائی از عوامل اصلی کنترل کننده کانه زائی طی زمان و مکان است. در این رابطه، تردهای گوناگونی از مواد معدنی فلزی و غیرفلزی در منطقه ماه نشان پراکندگی دارند که بمنظور دستیابی به جایگاه متالوژنی آنها، از دیدگاه مورفولوژی و تیپ زایشی (genetic type) مورد بررسی قرار گرفته اند:

مظهر معدنی برونمدی - رسوبی آهن میرجان (ناحیه I-4)

مظهر معدنی آهن میرجان در جنوب باختری این روستا و در خط الرأس ارتفاعات منطقه قرار دارد. لیتولوژی سنگهای دربرگیرنده آن شامل شیلهای تیره رنگ همراه با ماسه سنگ و میان لایه های دولومیتی از سازند باروت است. در محدوده زیرین سازند باروت این ناحیه، عدسیهائی ناپیوسته از کانسنگ آهن چینه سان وجود دارد که توسط واحدهای رسوبی (بطور عمده دولومیت) کنترل می شوند. ژئومتری این عدسی ها در دو بخش A و B بصورت زیر نموده شده است:

عدسی ها	موقعیت	طول	عرض	
بخش A	عدسی شمالی	۴۰ متر	۴ متر	امتداد این عدسی N110/35NE است و در جوانب باریک شده به ۲۰ سانتیمتر می رسد
	عدسی میانی	۵۵ متر	۶ متر	
	عدسی جنوبی	۹ متر	۳ متر	
بخش B	عدسی های این بخش غیر پیوسته و به دنبال هم مشاهده می شوند، حالت ستونی شکل (-neck type) در یکی از آنها به وضوح قابل دید است.			

همانطور که در فصل تحولات ساختاری اشاره شد، محیط پلاتفرمی سازند باروت با ولکانیسم زیر دریایی و فعالیتهای بروندهای وابسته به آن همراه بوده که موجب کانه زایی آهن میرجان گردیده است. دلایل زیر زایش این کانسار را در روند فعالیتهای بروندهای زیر دریایی و در یک محیط رسوبی تأیید می نماید:

- تناوب دولومیت و نوارهایی از آهن هیدروکسیدی که بیانگر همزمانی در انباشتگی آنها است.
- وجود ساخت نوری و جریان در مخلوط هیدروکسیدهای آهن، دولومیت و سیلیس.
- وجود بلورهای باریت به همراه دولومیت و هیدروکسیدهای آهن. نشانی بر خروج بخارات بروندهای به حوضه رسوبی است.

بنیان $(SO_4)^{-}$ در ساختمان بلورین باریت از سولفیدو سولفور موجود در بروندها و در تماس با آب دریا تأمین و واکنش با یون "Ba" موجود در حوضه رسوبی ایجاد باریت می نماید.

- وجود مجاری بروندهای در بخش سطحی عدسی های آهن نشانی بر خروج بخارات بروندهای به حوضه رسوبی است.
- پارائز کانی شناختی، اغلب شامل گوتیت، لپیدوکروسیت است که با مقداری کانه های منگنز نظیر پیرولوزیت، پسیلو ملان و براونیت همراهی میشوند. از دادههای تجزیه شیمیایی و فراوانی $B, V, Zn, SiO_2, Al_2O_3, MnO, TiO_2$ (ساکسیت)، W, Au، چنین بر می آید که این عناصر از یک خاستگاه ماگمایی به داخل حوضه رسوبی انتقال یافته اند. خاستگاه ماگمایی مزبور با واپسین فاز از پویایی یک ولکانیسم زیر دریایی در چارچوب بروندهای محلول برابری دارد.
- وجود دانه های باقیمانده پیریت در درون هیدروکسیدهای آهن، نشاندهنده این است که بخش اعظم عدسیهای هیدروکسیدی آهن از تجزیه پیریت موجود در محلولهای بروندهای سیاه رنگ (black smokers of exhalites) به وجود آمده اند. محلولهای بروندهای سیاه رنگ مایه رسان ذخایر ماسیو سولفیدی از جمله آنها که با واحدهای رسوبی میزبانی میشوند، هستند.

- وجود چرتهای نوری (banded cherts) در نزدیک عدسی های آهن، خاستگاه آنها از بروندهای اسیدی زیر دریایی و در بخش حوضه سازند باروت را تأیید و تقویت می نماید. چرا که یون سیلیس بیشترین جزء ترکیبی محلولهای بروندهای می باشد. مکانیسم زایش ماسیو سولفیدی که برای این کانسار ارائه شده، قابل تعمیم به دیگر ذخایر با سنگ میزبان رسوبی از جمله طلای موته در منطقه اصفهان می باشد.

مظهر معدنی منگنز باختر قره داغ (B-1)

این مظهر معدنی در پایانه باختری رشته کوه قره داغ واقع در گوشه شمال باختری نقشه ماه نشان و در ناحیه (B-1) قرار دارد. واحدهای تشکیل دهنده زمین شناختی شامل سازند شمشک (Js) و آهک لار (Jl) از زمان ژوراسیک است که حوضه ای محدود را در منطقه تشکیل داده اند. سازند شمشک با توپوگرافی ملایم شامل ردیفی از شیل با میان لایه هائی از ماسه سنگ و آهک می باشد. این واحد با کنتاکت گسیخته در کنار واحدهای فیلیتی، حاوی ماسه سنگ و دولومیت از سازند کهر قرار گرفته است. بر روی شیل و ماسه سنگهای سازند شمشک، آهکهای ریفی (Jl) با لایه بندی

ضخیم تا متوسط و به رنگ سفید متمایل به کرمی بطور هم شیب قرار دارد. در بخشی از آهک لار، یک شکستگی با جهت خاوری - باختری و به طول چند صد متر شکل گرفته که در امتداد آن، آهک به شدت برشی شده، محلی کم فشار جهت انتقال سیالات کانه دار از جمله منگنز را ایجاد نموده است. زون برشی که ضخامت حدود ۲۰-۱۵ متر را دارا می باشد، در اثر انتقال سیالات کانه دار به شدت آلوده شده و به رنگ سیاه در آمده است. همین تغییر رنگ در نگاه نخست بعنوان نشانه ای بر وجود منگنز در این منطقه مدنظر قرار گرفت. گذشته معدنکاری این منطقه نیز بر پایه عملیات معینی در امتداد زون گسیخته برشی در داخل آهک لار بوده است. که با عریان کردن منطقه از آهکهای لار و به ویژه در امتداد شکستگی، گستره زیاد ترکیبات منگنز در منطقه نمایان گردید. پاراژنز غالب کانیهای منگنز در این کانسار، از نوع پسیلوملان با بافت کولوئیدی است.

نظر به اینکه بافت های کولوئیدی، در محیطهای آرام و در راستای دمای پائین و از محلول های اشباع از ماده معدنی بوجود می آیند، از این رو گمان می رود که زایش محلولهای کانه دار (Ore - fluids) از خاستگاهی ولکانوژنیک بوده و بعنوان سیالات بالارو (ascendant solutions)، پس از گذر از مسیر طولانی، با تغییر ویژگیهای فیزیکیوشیمیایی از جمله کاهش سیالیت و دما روبرو گشته است. از سوی دیگر PH این محلول ها در اثر برخورد با آهکهای لار، بالا رفته و سرانجام نهشته های منگنز در منطقه رسوب می نمایند.

براساس داده های موجود، شاید بی مورد نباشد که تیپ زایشی این مظهر معدنی را نوع ولکانوژنیک (Volcanogenic type) - بنامیم. عیار و ارزیابی ذخیره منگنز در این مظهر معدنی، نیاز به کار دقیق و دستیابی به پارامترهای مربوطه دارد.

مظهر معدنی روی و سرب (Zn-Pb) پشتوک (C-4)

مظهر معنی پشتوک در فاصله ۲/۵ کیلومتری جنوب باختری روستای پشتوک و در ناحیه (C-4) از نقشه ماه نشان قرار دارد. سنگ میزبان توده های ماده معدنی را آهکهای مرمری شده سفید تا کرمی رنگ از واحد PC¹² با راستایی برابر N10W تشکیل داده است.

در این ناحیه، پهنهای گسلیده به ضخامت حدود ۲۰ متر با جهت عمومی شمال خاوری - جنوب باختری وجود دارد که در راستای آن درزه ها و گسل های مختلف امتداد لغز با مؤلفه چپ گرد، کنترل کننده نقل و انتقال سیالات کانه دار می باشند. ورود چنین محلولهای کانه دار، موجب دگرسانی پهنه گسلیده مزبور و شاخص شدن آن نسبت به محیط اطراف شده است. در حاشیه باختری پهنه فوق الذکر نوعی شکستگی امتداد لنز با جهت N10E/80Nw اتفاق افتاده که در امتداد آن عملیات معدنکاری قدیمی صورت گرفته است. عملیات معدنکاری شامل یک کار قدیمی گزنگ گونه در امتداد شیب ۴۵۵۰ درجه بطرف شمال باختر با بهانه ای قیف مانند به قطر حدود ۵ متر است. سنگهای بهانه که از نوع مرمرهای PC¹² است، بیشتر با هیدروکسیدهای آهن زرد تا قهوه ای رنگ آغشته شده و در برگیرنده رگچه های کوارتز در امتداد گسله اصلی می باشد. رگه و رگچه های کوارتز در اصل محمل جایگزینی سیالات کانه دار بوده و به همراه آنها علاوه بر هیدروکسیدهای آهن، اثراتی از کربنات سرب و سولفیدهای وابسته نیز مشاهده می شود.

کانه زائی اپی ترمال و رگهای آنتیموان (H-4)

همان طور که در شرح نفوذی های گرانیتوئیدی منطقه (بند ۱-۲-۲) به ویژه در مورد توده گرانیتوئید مغالو (Gd^p, Gd) اشاره شد، در بخش حاشیه ای این توده کانه زائی آنتیموان و دیگر دگرسانی های بارز از جمله نوع آرژیلیک متوسط تا پیشرفته با کانیهای شاخص کائولینیت - پیروفیلیت رخ داده است. فاکتور کنترل کننده عمده این گونه کانه زائی و دگرسانی ها، سیالات گرمایی است که از گازهای H₂S, H₂O, HCl و عناصر ناسازگار وابسته و ۰.۰۰ پرمایه بوده و از مجاری ناشی از خرد شدگی و میلونیتی شدن حاشیه گرانیت مغالو عبور کرده اند. این سوالات در زمان برخورد به ترزرها و شکستگی ها به عنوان یک محیط کم فشار، با تغییر در کاهش دما و افزایش PH مواجه میگردند که موجب ناپایداری کمپلکسهای فلزی محلول در سیال از جمله کمپلکسهای آنتیمواندار از یکسو و پویائی نسبت یونی (K⁺/H⁺) در سیال از سوی دیگر می گردد. پویائی این نسبت موجب دگرسانی آرژیلیک متوسط و پیشرفته در منطقه، و همچنین آزاد سازی عناصر فرومنیزین از پیکره گرانیتوئیدها و پدیداری توده های کوارتز - فلدسپات (با نام کانسار

فلدسپات) در شمال روستای مغالو میگردد. در راستای این فرایند همچنین مظهرهائی از کائولن در حاشیه گرانیتهای مغالو به مانند نواحی خاور و جنوب خاوری روستای مغالو (نواحی H-5 و I-5) اطراف روستای جنت اولنگ (ناحیه G-4) و اطراف کوه دمرلو (I-4) شکل می گیرد.

با به قلیائی گرائیدن PH، در سیالات کانه دار این امکان به وجود می آید که اجزاء فلزی خود را غالباً به فرم سولفید رسوب دهند. در این مورد به شرح کانه زائی نوع اپی ترمال آنتیموان مغالو پرداخته می شود.

کانسار آنتیموان مغالو که در ناحیه (H-4) نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ ماه نشان برونزد دارد، در امتداد یک پهنه خرد شده به وسعت ۲۵۰x۱۲ متر و با جهت N50E قرار دارد. مجموعه کانسهای معینی آن که در شرایط پتانسیل قلیائی نهشته شده اند شامل استینیت، اسفالریت کولوئیدال، آرسنوپیریت، قرمزیت ثانویه، گونیت و دیگر هیدروکسیدهای آهن می باشد.

این پارائز در شرایطی از ویژگیهای فیزیکوشیمیائی سیالات کانه دار شکل میگیرد که با کانه زائی نوع اپی ترمال برابری داشته باشد. دمای همگون سازی (TH) اینگونه سیالات کانه دار باید بین ۵۰ تا ۲۰۰ درجه در راستای نمک گونگی حدود ۵% (معادل درصد وزنی نمک طعام) باشد.

در مشاهدات صحرائی، چند کار قدیمی از جمله تونل های عمود بر لایه، ترانشه، کنده کاریهای روباز و انباشتهای معدنی (dumps) در راستای شکستگی های برشی شده و مینرالیزه، آنها در چهار نقطه واقع در شمال منطقه مغالو دیده شد.

توجه

سن کانه زائی آنتیموان نسبت به زمان جایگزینی گرانیتهای مغالو خیلی جوانتر بوده، احتمالاً زمان میوسن پایانی یا کمی بعد باشد.

کانسار بر قره کل (F-5)

کانسار بر قره گل در ۳۷ کیلومتری جنوب خاوری ماه نشان و در ناحیه F-5 از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ماه نشان قرار دارد. راه دسترسی به آن از طریق راه آسفالته ماه نشان - ایلی بلاغ - قره گل - دوزکند امکان پذیر است. این جاده در اصل ارتباط دهنده مناطق ماه نشان - لندی - زنجان است.

منطقه معدنی قره گل از دیدگاه مورفوتکتونیک، در زیرپهنه «دشت دوزکند - ماه نشان» که بوسیله نهشته های سیلابی یا دریاچه ای محلی از واحد Qpl پوشیده شده، قرار دارد. این پهنه دشت گون در پای کوهستانهای شمال خاوری توسط ریزابههای دره مانند پرشیب بریده میشود. این ریزابهها سرانجام در حوالی کانسار بر قره گل با از دست دادن تدریجی شیب به رودخانه قزل اوزن می پیوندند.

نهشته مارن های رنگین از سازند قرمز بالائی (URF) و کنگلومرا، ماسه سنگ با اجزاء زاویه دار (gritstone)، توف و مارن از زمان پلیوسن (Qpl-2) برجستگی های تپه ماهوری و نهشته های پوششی این دشت را تشکیل می دهند. این نهشته ها، پتانسیل های مهمانی بر در ناحیه قره گل را میزبانی می نمایند. ناحیه قره گل که در آن پتانسیل های معدنی ترکیبات بر تمرکز دارند، حوضه ای محدود و محلی با رژیم رسوبگذاری از نوع دریاچه ای - تبخیری میباشد. در این ناحیه دو سیستم شکستگی با جهات N40E و N160 همدیگر را قطع کرده و جایگزینی ترکیبات بر در راستای یک کنگلومرای فشرده را کنترل می نمایند. جابجائی های عرضی در پهنه شکستگی های فوق موجب گسیختگی مواد معدنی و توسعه زون مینرالیزه رد شده در ناحیه قره گل می گردد. بر همین منوال، ارزیابی دقیق ذخیره معدنی مشکل بوده و همواره مورد بحث است. برونزدهای معدنی به شکل عدسی با طول ۴۰ متر است که تا ۴۰۰ متر نیز امتداد می یابد. عرض آن از ۱۵ متر (در بخش بادکردگی عدسی) تا ۲ متر (در بخش نازک شده عدسی) متغیر است. در ارتباط با ضخامت عدسی توده ماده معدنی، گرچه ماهیت تکتونیک منطقه مانع از برآورد ضخامت حقیقی می شود، ولی برخی داده های حفاری حاکی از ضخامتی حدود ۹۰ متر است؟

در برش لیتواستراتیگرافی که از ترانشه اصلی کانسار بر قره گل برداشت شده، نوع سنگ دیواره، کانی شناختی و در برخی واحدهای سنگی عیار (B203%) در گزارش تفصیلی آمده است.

واحد اصلی و کانه دار شامل کانسنگ توده ای، سفید رنگ (به اشکال اسفروئیدی، سوزنی، نواری و با سطح شکست کونکوئیدال و بلورهای پیرامیدی) بورات و هیدروبورات از مجموعه کانیهای زیر است:

Priceite $Ca_4B_{10}O_{19}, 7H_2O$
 Colemanite $Ca_2B_6O_{11}, 5H_2O$
 Hydroboracite $Ca_4MgB_6O_{11}, 6H_2O$
 Hydrochloroborite(minore) $Ca_4B_8O_{15}Cl_2, 22H_2O$
 Inyoite(minor) $Ca_2B_6O_{11}, 13H_2O$

در راستای ردیف بردار این کانسار، تناوبی از رس سنگ های قهوه ای و سبز رنگ با فابریک نواری متورق (laminites) بعنوان پوش سنگ وجود دارد که علاوه بر کانیهای رسی (مونت موریلونیت، ایلیت، کلریت و پالی گورسکیت)، ژپس کلسیت، فلدسپات، کوارتز و کریستوبالیت، در برخی از لایه به ویژه لایه های رس سنگ قهوه ای رنگ کانی های بردار هیدروپوراسیت، زیبلیت، این یونیت و کورناکوویت نیز شناخته شده است.

تعداد ۷ نمونه از کانسنگهای بر توسط شرکت پوکه معدنی دماوند تجزیه شده که از نتایج مربوطه عیار B_2O_3 بین $38/08$ تا $47/15$ درصد و ذخیره برآورد شده را با احتساب عیار متوسط ۴۰ بین ۲۰۰۰۰۰ تا ۴۰۰,۰۰۰ تن تعیین نموده اند.

واحدهای رس سنگ ذکر شده در بالا با ساخت نواری، نشانگر ردیفی از رسوبات است که در یک حوضه دریاچه ای (lake-basin) از زمان پلیوسن تشکیل شده است. این رسوبات، کم و بیش با لایه های توف سفید رنگ، گدازه های ریولیتی و کانیهای بر آمیخته شده، نوعی همزمانی با فعالیت ولکانیکی چشمه های آب گرم (hot springs) را نشان می دهند. به عبارت دیگر، حوضه دریاچه ای قره گل توسط شکستگی های همزمان با رسوبگذاری بوراتها کنترل میگردد. در راستای فعالیت چشمه های آب گرم، معمولاً نهشته های تراورتن نیز تشکیل میشود که آثاری از آنها در شمال حوزه معدنی بر قره گل دیده میشود. در ارتباط با مدل زایشی کانه زایی بر در محیطهای دریاچه ای، معمولاً فاکتورهای زیر از عوامل کنترل کننده می باشند.

- خاستگاه اصلی بر در روند فعالیت آتشفشانی محلی.

- انباشت بون بر در آب حوضه های دریاچه ای.

- تبخیر آب دریاچه تا حد رسوب کانی های بر.

- جلوگیری از انحلال کانی های بر توسط نوعی پوش سنگ

با عنایت به عوامل فوق و توجه به شواهد موجود، میتوان دریافت که خاستگاه اصلی ترکیبات بر در حوزه معدنی قره گل بصورت پراکسیمال (Proximal) یا بیستال (distal) در ارتباط با فعالیت چشمه ای گرمایی (thermal springs) از یک فرایند ولکانیکی است. سیالات و بخارات وابسته به این چشمه های گرمایی، بدان علت که از بین بر اشباع می باشند، با تغییر در شرایط فیزیکوشیمیایی شان (P, T, Eh, PH) موجب رسوبگذاری ترکیبات (بر) بورات ها (میگردند. در این روند، رس سنگها و بین لایه های ولکانیکی آنها بعنوان رسوبات دریاچه ای، نقش پوش سنگهای غنی از رس (capping rich-clay sequence) را بازی مینمایند و مانع از انحلال کانیهای بر میگردد. بدین ترتیب طی دیاژنز تدفینی کانیهای اصلی ر از جمله Hydroboracite، Colemanite Priceie و Inyoite و غیره شکل می گیرند. بر اساس دادههای فوق تیپ زایشی کانسار بر قره گل میتواند تبخیری اگزالاتیو (evaporative-exhalative type) با تبخیری - گرمایی (evaporative - hydrotherma) باشد.

علاوه بر کانسار اصلی بر قره گل که شرح آن داده شد، مظهر معنی دیگری از ترکیبات بر با مورفولوژی عدسی شکل در جنوب باختری آن و به فاصله حدود ۲ کیلومتر وجود دارد. کانی شناختی این مظهر معدنی از نوع آلکسیت ($NaCaB_5O_9, 8H_2O$) است و تناوبی از مارنهای سبز و قهوه ای رنگ واحد (M_1) از سازند قرمز بالائی (URF) آنرا میزبانی می نمایند. زایش آن به مانند کانسار اصلی برقره گل می باشد.

تبخیری ها

همانطور که در شرح واحدهای زمین شناختی آمده، واحد گچ (gy^m) جداکننده مرز میرسن با واحدهای قدیمی تر میباشد. این واحد در بسیاری از مکانها در نقشه ماهنشان به عنوان مظهر معدنی گچ شناخته هستند. از بارزترین این

مظهرها میتوان از معدن گچ ابراهیم آباد در ناحیه (G-1) نام برد که ضخامت آن در زیر آهک های سازند قم به ۴۰-۵۰ متر می رسد و تأمین کننده گچ کارخانه ایدال در سر راه زنجان به مشمپا است، امتداد واحد سنگی این مظهر به سوی شمال باختری است که به تدریج از ضخامت آن کاسته می شود.

از دیگر تبخیری ها می توان از کلرور سدیم (نمک طعام) نام برد که شاخص ترین معادن فعال وابسته به آن، معادن نمک سیدلر و نمک دوزکند و نمک حمزه‌لی (معدن نمک چهرآباد) است. معادن سیدلر و حمزه لی به ترتیب با ضخامت حدود ۳۵ و ۳۰ متر در پیشانی پلانچ دار یک ساختمان آنتی فرم از مارنهای رنگارنگ واحد (M₁) بوجود آمده اند مشکل استخراج نمک این معادن به ویژه معدن سیدلر، مسئله روباره زیاد آن است که هر چه شیب لایه هلالی شکل نمک به طرف شمال باختر زیاد می شود، ضخامت روباره نیز افزایش می یابد. چرا که طرح استخراجی این معدن ابتدا باطله برداری و سپس برداشت نمک است. جایگزینی این توده های نمکین معمولاً بصورت لایه ای در یک محیط تبخیری است و فرم لب‌پیری در آنها ملاحظه نگردید. از دیگر مظهرهای معدنی نمک، می توان از نمک دوزکند در ناحیه (G-6) نام برد که بصورت لایه ای و عدسی شکل در داخل مارنهای تناوبی به رنگ قهوه ای و سبز از واحد (M₁) قرار دارد. ضخامت آن به ۱۵-۱۰ متر می رسد و استخراج در آن به شیوه اطاق و پایه (Room & Pillar) است. بیشترین مصرف کننده این محصول نمکین، کارخانه گلر پارس در تبریز است. توضیح: دیگر مواد معدنی به صرف اهمیت اکتشافی در بخش زمین شناسی توضیح داده شده است.