



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ آیسک

شماره برگه:

۷۶۵۷

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ن. نادری میقان ، م.الف.اکرمی ، ن. شجاعی کاوه ، م.بهرامند و همکاران

سال تولید:

TR143

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۶۵۷ - آیسک

موقعیت جغرافیایی و ریخت شناسی

ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ آیسک در شمال خاوری ایران جای دارد. این ورقه در بخش شمال خاور نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بشرویه، بین طول های جغرافیایی $۵۸^{\circ} ۰۰'$ تا $۵۸^{\circ} ۳۰'$ و عرض های جغرافیایی $۳۰^{\circ} ۳۰'$ تا $۳۴^{\circ} ۰۰'$ و در جنوب شهرستان فردوس جای دارد.

راه ارتباطی آسفالتی فردوس به بشرویه، از شمال به طرف شمال باختری و به سرايان، از شمال به شمال خاور منطقه قرار دارد. بخش های جنوبی و خاوری ورقه نیز به پهنه های کویری محدود می شود. دسترسی به مناطق مختلف این ورقه، با جاده های درجه دو و سه امکان پذیر است. روستای آیسک در ۲۴ کیلومتری جنوب خاوری شهرستان فردوس، در مسیر جاده آسفالتی فردوس - سرايان قرار دارد. تعداد آبادی های پراکنده در منطقه بسیار کم و متمرکز در بخش شمالی جاده آسفالتی فردوس - سرايان است. از دیدگاه ویژگی های اقلیمی، این گستره شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک دارد و از این رو، اختلاف دما در شبانه روز بسیار زیاد است، به گونه ای که گاه در فصل تابستان، دما به بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد می رسد. میانگین بارش سالانه، کمتر از ۱۰۰ میلیمتر است. کشاورزی مردم این منطقه کاملاً به آبیاری وابسته است. چند رشته قنات در بخش های شمال خاوری و تعداد پراکنده ای چاه در این گستره وجود دارد و این منطقه تقریباً فاقد پوشش گیاهی است.

از نظر ریخت شناسی، محدوده زیر پوشش ورقه زمین شناسی آیسک، شامل واحدهای مختلفی است. مهم ترین، واحدهای ریخت شناسی این گستره شامل کوهستان، تپه ماهور، تپه های ماسه ای و پهنه های رسی است. واحد کوهستان در نواحی شمال خاوری، جنوب خاوری، شمال - شمال باختری، باختر و جنوب باختری گسترش دارد. تپه ماهورها بیشتر در نواحی مرکزی منطقه گسترش دارند. طول این واحد در حدود ۳۰ کیلومتر و عرض آن ۲۰ کیلومتر است. تپه ماهورها نیز مانند کوهها با تغییر ناگهانی شیب نسبت به دشت سرها (Piedmont plains) مشخص می گردند، این تفاوت که بلندی آنها معمولاً کمتر از ۲۵۰ متر است. تپه های ماسه ای در نواحی خاوری تا جنوب خاوری به طول حدود ۴۰ کیلومتر بر روی سطوح آبرفتی قدیمی کشیده شده است. مهم ترین واحد ریختی این گستره که دشت ها را می سازد شامل دشت سر و مخروط افکنه است. دشت سرها سطوح آبرفتی همواری هستند که با نیمرخ خطی یا مقعر و با شیب متوسط بین ۱ تا ۱۲ درصد گسترده شده اند. بزرگترین مخروط افکنه در شمال خاوری منطقه با طول ۶ کیلومتر و عرض ۵ کیلومتر و شیب به سمت جنوب باختری گسترش دارد. پهنه های رسی وسیع رباط و مقیمی، از نواحی میانی منطقه تا جنوب، به طول ۲۳ کیلومتر گسترش دارند. بلندترین نقطه، ۱۹۹۰ متر در انتهای شمال خاوری منطقه و ژرف ترین نقطه، ۱۲۵۰ متر از سطح دریا در نزدیکی شهر فردوس قرار دارد.

زمین شناسی عمومی

محدوده مورد مطالعه، بخش شمالی بلوک لوت خوانده می شود. برخلاف نظرات مختلف در مورد آن، بلوک لوت، قطعه ای است کشیده و مستحکم که پایداری آن را به تراکم و سخت شدگی سنگ های دگرگون شده زیر ساخت آن نسبت می دهند و در تریاس میانی، بر اثر رخداد سیمین پیشین در جهت شمال - جنوب حدود ۹۰۰ کیلومتر (از فرورفتگی جازموربان تا گناباد) و در جهت خاوری - باختری ۲۰۰ کیلومتری (که حد غربی آن گسل نایبند است) گسترش یافته است (اشتوکلین، ۱۹۶۵، نبوی، ۱۳۵۵).

این بلوک در محدوده مورد مطالعه، بیشتر توسط سنگ های آتشفشانی سنوزوئیک با ضخامت ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر و ترکیب آندزیتی، بازالتی، داسیتی و ترکیب های وابسته و همچنین نهشته های قاره ای نئوژن - کواترن پوشیده شده

است. سنگ‌های آتشفشانی مزبور در زمان پالئوژن و نئوژن تشکیل شده‌اند. گسترش و ضخامت سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن بسیار کمتر و ترکیب آنها آندزیتی - داسیتی است که عمده کانی‌سازی‌های منطقه متأثر از این سنگ‌ها بوده است. سنگ‌های آتشفشانی نئوژن با ترکیب آندزیتی - بازالتی گسترش و ضخامت زیادتری را در محدوده مورد مطالعه به خود اختصاص داده و کمتر تحت تأثیر حرکات زمین‌ساختی بوده است.

رویداد سیمین پیشین در اواخر تریاس میانی رخ داده است. پیش از این رخداد بیشتر پهنه ایران زمین، سرزمین واحدی را می‌ساخت که به وسیله دریای هرسی‌نین، از پهنه کپه داغ جدا می‌شد. پس از رخداد سیمین پیشین در تریاس پسین، با حرکت ورقه ایران به سمت شمال خاوری، دریای هرسینین شمال ایران بسته شده است. بدین ترتیب، از این زمان، در منطقه ایران مرکزی و بلوک لوت، شرایط قاره‌ای دریای کم ژرفا حاکم بوده است، یعنی رسوب‌های تریاس بالا - ژوراسیک پایینی و میانی شامل رخساره‌های آواری و بیشتر از نوع نهشته‌های شیلی و ماسه سنگ می‌باشد. وجود میان لایه‌های متعدد دریایی از نوع ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک، نشانگر تهاجم پی در پی و کوتاه مدت دریا و ارتباط موقت محیط‌های قاره‌ای با دریای آزاد است. بنابراین، در منطقه مورد مطالعه، رخساره‌های شیل، ماسه‌سنگ به همراه میان لایه‌های آهکی سازندهای ناپیند، شمشک، قلعه دختر و بغمشاه ترادف بسیار ناقصی از مزوزوئیک را که اساساً از سنگ‌های رسوبی دریای کم‌عمق و آواری تشکیل شده آشکار می‌سازد. لایه‌های متعلق به بعد از تریاس، نمایانگر یک تغییر زمین‌ساختی هستند که آشکارا کم‌شدت و در آن خمیدگی ملایم و قطعه‌قطعه‌شدگی به وسیله گسل‌ها غلبه دارد.

شرح واحدهای سنگی

واحدهای سنگی موجود در محدوده مورد مطالعه، متعلق به پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک است که نهشته‌های پالئوزوئیک گسترش بسیار محدود اما سنوزوئیک برونزد زیادتری دارد و عمدتاً شامل سنگ‌های آتشفشانی و رسوبات تبخیری کواترنری است.

پالئوزوئیک

کهن‌ترین واحد پالئوزوئیک از آهک‌های پرمین، متعلق به نواحی کم عمق دریا تشکیل شده که در جنوب باختری برونزد دارد و به عنوان سازند جمال معرفی شده است. ویژگی‌های این سازند به شرح زیر است:

- سازند جمال (P₁)

این واحد از آهک‌های بایومیکریتی، بایواسپاریت تا دولوبایواسپاریتی به رنگ خاکستری روشن تا تیره، لایه ضخیم تا توده‌ای با قسمت‌های تبلور مجدد یافته، تشکیل شده است. این مجموعه به صورت دگرشیب و گسله در زیر سازند قلعه دختر قرار گرفته است. آثار فسیلی فراوان و کلنی‌های جلبکی در آن دیده می‌شود که گاه به پهنای ۳ متر می‌رسد.

ضخامت این واحد، حداکثر ۲۳۰ متر است. بر پایه سنگواره‌های

Schwagerins sp., Gelnitzina sp., Hemigordius sp., Eostaffella sp., Neoendothyra sp., Cribrogenerlna sp., Padngla sp., Globivalvulina sp., Mizzia sp., Vermiporella sp., Climacammina sp., Iranophyllum splendens sollutary sp.

(بهرمند، آریایی، ۱۳۷۹) زمان تشکیل آن پرمین می‌باشد و به دلیل شباهت رخساره‌ای و فسیل‌های موجود، می‌تواند معادل سازند جمال باشد.

- مزوزوئیک

سنگ شناسی و ویژگی‌های زیست‌چینه‌ای سنگ‌های مزوزوئیک این ورقه، به گونه‌ای است که می‌توان آنها را در دو دوره رسوبی جدا جای داد (آقا نباتی، ۱۹۷۵). سنگ‌های نخستین دور رسوبی بیشتر آواری و معرف حوضه‌های آواری و مردابی - رودخانه‌ای و گاهی دریایی کم ژرفا با سن تریاس پسین تا ژوراسیک میانی محدود به رویداد زمین‌ساختی سیمین پیشین تا سیمین میانی و بیشتر از نوع نهشته‌های شیلی و ماسه سنگی می‌باشد. وجود لایه‌های زغالدار، حاکی از تشکیل بخشی از این رسوبها در محیط مردابی است. وجود میان لایه‌های متعدد دریایی از نوع ماسه سنگ و سنگ آهک، نشانگر تهاجم‌های پی در پی و کوتاه مدت و ارتباط موقت محیط‌های قاره‌ای با دریای آزاد است. لذا سازندهای شمشک، بغمشاه و قلعه دختر در منطقه مشاهده می‌شوند. رسوب‌های دور رسوبی دوم، بیشتر از نوع مارن

و سنگ آهک دریایی با سن ژوراسیک میانی - ژوراسیک پسین محدود به رویداد تکتونیکی سیمرین میانی تا سیمرین پسین است که واحدهای اسفندیار و احتمالاً آهک‌های کرتاسه را دربرمی‌گیرد.

- سازند نایبند (TRn): از تناوب لیتارنایت، لیتارنایت سیلیسی خاکستری، نازک لایه تا متوسط لایه (رسیده تا نیمه رسیده، دانه ریز تا دانه متوسط) و شیل‌های سیلیسی خاکستری نازک لایه تشکیل شده که دربردارنده میان لایه‌هایی از آهک‌های بایومیکریتی و دولواسپاریتی آهن دار خاکستری تیره سرشار از فسیل‌های ساقه کربنوبید و مرجان است. رنگ این آهکها در سطح هوازده قرمز مایل به قهوه‌ای است. این مجموعه سنگی در مرکز تاقدیس بر جک به ضخامت تقریبی ۷۴۰ متر جای گرفته که بخشهای آواری در قسمت زیرین و بخشهای آهکی در قسمت بالایی این لایه‌ها دیده می‌شود. افزون بر سنگواره‌های بالا، سنگواره‌های ذره بینی *Balatonia sp.*, *Triassina sp.*, *Millolipora sp.* (آریایی، بهره مند، ۱۳۷۹) از میان لایه آهکی برداشت شده که وابسته به تریاس بالایی است. به دلیل شباهت زیستی و چینه‌ای می‌تواند معادل سازند نایبند در نظر گرفته شود. در منطقه مورد مطالعه، این رخساره به گونه هم شیب و تدریجی در زیر واحد J_۱ (ژوراسیک زیرین) قرار گرفته است. رخساره و ویژگی‌های سنگی سازند نایبند و رسوب‌های ژوراسیک پایین J_۱ شباهت و پیوند محکمی با یکدیگر دارند به گونه‌ای که در بیشتر مواقع تفکیک آنها از یکدیگر دشوار است. لذا می‌توان پذیرفت این رسوب‌ها در شرایط رسوبی کم و بیش یکسانی بر جای گذاشته شده‌اند.

- سازند شمشک (J_۱s): این واحد از تناوب لیتارنایت خاکستری تا روشن، متوسط لایه تا سبزر (دانه ریز تا متوسط دانه، نارس، جورشدگی متوسط) و شیل‌های سبز تا خاکستری تیره، نازک لایه تا بسیار نازک لایه تشکیل شده است. این واحد گسترش بسیاری در ناودیس و تاقدیس بر جک در شمال باختر و قسمت‌های باختر تا جنوب باختری منطقه دارد. چین خوردگی‌ها به گونه تاق شکل و ناو شکل نامتقارن در این واحد با توپوگرافی هموار قابل مشاهده است. بر پایه دانه‌های گرده فسیل یافت شده *Dictyophyllidites cf. kimyal*, *Cycadopites cf. manis*, *pityosporites sp.* *Cycadopites sp.* حاصل از مطالعات پالینولوژی (توکلی، ۱۳۷۹) از شیل‌های این رخساره و بر پایه جایگاه و شباهت چینه شناختی، می‌توان آن را معادل سازند شمشک با سن ژوراسیک زیرین در نظر گرفت و به نظر می‌رسد بتوان نام سازند آب حاجی (آقا نباتی، ۱۳۵۴) را به واحدهای ژوراسیک این منطقه اطلاق کرد. گذر سازند نایبند به شمشک در این منطقه تدریجی و هم شیب در ساختارهای ناودیس و تاقدیس بر جک است، به گونه‌ای که تشخیص آن به دشواری امکان پذیر می‌باشد. از سوی دیگر در محل کال چاه قلی به گونه هم شیب در زیر واحد J_۱ قرار گرفته است. بیشترین ضخامت دست نخورده و سالم آن در یال باختری تاقدیس بر جک ۱۷۰۰ متر برونزد دارد.

- سازند بغمشاه (J_۱hg): شامل برونزدهای سنگی نرم فرسا است و از تناوب شیل‌های سیلتی و مارنی خاکستری روشن تا سبز نازک لایه، مارن‌های روشن و ماسه سنگ‌های خاکستری تا خاکستری مایل به صورتی نازک تا متوسط لایه تشکیل شده است. گسترش محدودی در بخش میانی نقشه مورد مطالعه در خاور کال کلاغ دارد. تپه ماهورهای این رخساره در سطح هوازده و به رنگ سبز زیتونی تا روشن است و با مرز تدریجی در زیر واحد J_۱ (بخش پایینی سازند قلعه دختر) جای گرفته است. هیچ گونه شاهد فسیلی برای این واحد به دست نیامده و تنها به دلیل شباهت و موقعیت چینه‌شناسی می‌توان آن را معادل سازند بغمشاه در نظر گرفت. بیشترین ضخامت آن ۷۲۵ متر است.

- سازند قلعه دختر (J_۱d): این سازند یک واحد سنگ چینه‌ای پیچیده است که در باختر و جنوب باختری محدوده مورد مطالعه، در سه بخش مجزا به گونه بقایای یک تاقدیس بزرگ دیده می‌شود. ترتیب قرار گرفتن این سه بخش با اختلاف‌هایی مشابه مقطع نمونه است. به طوری که بخش بالایی در قسمت‌هایی بر روی بخش زیرین جای دارد گسترش بخش‌های زیرین و بالایی به مراتب بیشتر از بخش میانی است. در کوه شیسویی واقع در باختر ورقه، بیشترین ضخامت این هم‌تافت پیچیده ۱۴۸۰ متر می‌باشد. مرز زیرین به گونه تدریجی بر روی واحد J_۱hg و مرز بالایی با واحد J_۱e به گونه ناپیوستگی دگرشیب مشخص است. سازند قلعه دختر سرشار از سنگواره‌های مرجان، دوکفه‌ای‌ها و بازوپایان است. بر پایه سنگواره‌های

Calpionella sp., *Radiolaria*, *Vidalina sp.*, *Globigerinoides*, *Sacocomma* (pelagic crinolds), *Lenticulina sp.*

(بهره مند، ۱۳۷۹) و ماکروفسیل‌های

Cyathophora sp., Rhipidogyra sp. Thamnasteria lyellii, Lsastrea lminatata. Cyathophora luciensis , Isastrea sp., Pexassa sp.

(بهره مند، آریایی، ۱۳۷۹) که از این مجموعه بدست آمده، سن آن ژوراسیک میانی - ژوراسیک پسین (از بازوسین تا تیتونین) در نظر گرفته می‌شود. سازند قلعه دختر را بر اساس تغییرات رخساره‌ای و سنگ شناسی، می‌توان به سه بخش زیرین (ماسه سنگی)، میانی (تناوب شیل و ماسه سنگ و آهک) و بالایی (آهکی و ماسه سنگی) تقسیم نمود. - **بخش ماسه سنگی (J^{sh})**: دربرگیرنده لیتارنایت، لیتارنایت سیلیسی، آهکی و ائولیتی خاکستری تا ارغوانی (ریز دانه تا متوسط دانه، گردشگی متوسط) متوسط لایه تا ستر لایه با میان لایه‌های ائوسپاریت خاکستری متوسط لایه تا ستر و حاوی آثار پوسته‌های دوکفه‌ای است. این رخساره، ریخت خشن را به دلیل مقاومت بالا در برابر فرسایش به نمایش گذاشته است. هوازدگی در این ماسه سنگها، سبب ایجاد شکل‌های فرسایشی زیبای هم مرکز ارغوانی شده است. ساخت رسوبی لایه بندی مورب نیز اغلب در این واحد قابل مشاهده است. این واحد، در جنوب خاوری چاه جیرس به گونه هم شیب در زیر واحد J^{sh} و در جنوب چاه گیر یک به گونه هم شیب در زیر واحد J^{sh} جای گرفته است. از سوی دیگر با مرز عادی و به گونه هم شیب بر روی واحد J^s قرار دارد.

- **بخش آهک و شیل (J^{sh})**: شامل آهک بایومیکریت و دولواسپاریتی خاکستری تیره تا تیره متوسط لایه سرشار از سنگواره‌های مرجان شعاعی است که در تناوب با شیل‌های سیلتی، مارنی خاکستری سبز و سیلت سنگ‌های خاکستری نازک لایه در تناوب است و دربردارنده میان لایه‌های ماسه سنگ خاکستری تا قهوه‌ای نازک لایه (ریزدانه) است. فرسایش پذیری این واحد، ریخت بسیار همواری را ایجاد کرده به گونه‌ای که بخش‌هایی از آنها در زیر رسوبات جوان مدفون و پوشیده شده است. واحد J^{sh} گسترش محدودی داشته و در بخش‌های خاوری منطقه، به گونه هم شیب در زیر واحد J^{sh} جای دارد.

- **بخش آهکی (J^{sh})**: این واحد، اساساً از تناوب سنگ آهک بیشتر و ماسه سنگ کمتر تشکیل شده است. ماسه سنگ‌ها از انواع آهکی، ائولیتی خاکستری تا خاکستری تیره متوسط لایه تا ضخیم و آهک‌ها از انواع ائوسپاریت و بایولیتواسپاریت خاکستری تا خاکستری تیره متوسط لایه تا ستر است. تناوب این دو واحد سنگی در قسمت‌هایی ضمیمه شدن قطعات مدور ماسه سنگ‌ها در قاعده لایه‌های آهکی بالای خود، گویای تناوب مکرر پسروی و پیشروی (نهشته شدن رسوبات در این عمق‌ها) و مرز فرسایشی بین آنهاست. گسترش این مجموعه بسیار زیاد است و بیشتر در باختر ورقه برونزد دارد و قسمت‌هایی نیز توسط رخساره‌های آتشفشانی جوان پوشیده شده است. این واحد در قسمت‌های جنوبی محدوده مورد مطالعه با مرز ناپیوسته هم شیب، دگر شیب و گسلی بر روی سازند جمال، و به گونه ناپیوستگی دگر شیب در زیر واحد J^e جای دارد.

- **سازند اسفندیار (J^e)**: این واحد ریفی توده‌ای شامل آهک‌های بایواسپاریت و بایومیکریت خاکستری روشن سرشار از سنگواره و در بخش‌هایی دولومیتی شده است. به گونه محدود در کوه شیسویی (در باختر منطقه) و در قسمت‌های میانی محدوده مورد مطالعه برونزد دارد. سیمای کوهساز این سازند، مدیون رخساره ریفی - توده‌ای و نیز متراکم بودن آن است. مستبرای آن در کوه شیسویی حدود ۴۶۰ متر است. گذر دو سازند اسفندیار و قلعه دختر، به گونه ناپیوستگی هم شیب است. بر پایه شباهت و جایگاه چینه شناسی و سنگواره‌ها

Permocalculus, Trocholina sp. Bigenerina sp., Heteroporella sp., Pseudocyclammina sp., Llthococum sp. (بهره مند، ۱۳۷۹) سن این واحد ژوراسیک پسین است.

- **واحد آهکی کرتاسه (K¹)**: گسترش این رخساره در شمال باختر منطقه در ۵ کیلومتری حاشیه جاده آسفالت‌ه فردوس - بشرویه است. از آهک‌های بایواسپاریتی صورتی روشن تا سفید با لایه بندی ستر تشکیل شده است. مرز زیرین آن، غسل راندگی است (زون اکسایش و خرد شده و پرشدگی ثانویه شکستگی‌ها توسط کلسیت تا یک متر دیده می‌شود) که با سیمای صخره ساز بر روی واحد Ng^{mg} و Ng^{ss} جای گرفته است. واحدهای آتشفشانی PIQ^b و Ng^{an} به گونه ناهمساز بر روی این واحد قرار گرفته است. حاوی غارچه‌های متعدد حاصل انحلال بوده و ضخامت آن حدود ۳۵۰ متر است. بر پایه سنگواره‌های

Rudist sp., Dohala sp., Nezzazaia sp., Solenopora sp., Charentina sp., Prealveolina sp., Cuneolina sp., Pseudocyclammina sp.,

(بهره مند، ۱۳۷۹) سن تشکیل آن، آلبین - سنومانین است.

- سنوزویک

رخساره‌های دوران سنوزویک، عمدتاً به فعالیت‌های آتشفشانی محدود می‌شود که می‌توان آنها را به دو بخش سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن و نئوژن تقسیم نمود. سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن با ترکیب‌های تراکی آندزیت - لاتیت آغاز شده و در اوج فعالیت آتشفشانی به ترکیب‌های داسیت - ریوداسیت و ریولیت می‌رسد. این سنگ‌های آتشفشانی خشکی (Subaral) گسترش محدودی در بخش‌های شمال خاوری و جنوب باختری ورقه دارد و محدوده زمانی آن تا پایان نئوژن است. با پایان یافتن فعالیت انفجاری مرحله اول در میوسن میانی، برای مدتی کوتاه، وقفه‌ای در فعالیت آتشفشانی صورت گرفته و در این زمان در حوضه‌های کولابی، لایه‌های مارن و گچ با گسترش قابل توجه در بخش‌های باختری منطقه نهشته شده است. در اواخر میوسن، فعالیت آتشفشانی مرحله دوم (نئوژن - کواترنری) با توفهای روشن رنگ آغاز شده که با گسترش بسیار با مارن‌ها هم‌مبری بین‌انگشتی دارد. در ادامه فعالیت آتشفشانی و هم‌ارز با توف‌ها، تراکی آندزیت‌ها با گسترش بسیار زیاد در بخش‌های مرکزی ورقه و در بخش‌هایی به صورت محدود به شکل ایگنیمبریت و شیشه آتشفشانی و تراکیت تشکیل و جای گرفته است. آخرین فعالیت آتشفشانی با سن نئوژن - کواترنر مربوط به بازالت هاست که در شمال و شمال باختری و جنوب خاوری برونزد دارد. شاید نقاط ضعف زمین، گذرگاه مناسبی برای عبور مواد مذاب به سطح زمین باشد. تعدادی ساختار مخروطی و دهانه آتشفشانی در واحدهای تراکی آندزیتی و بازالتی سنوزویک نیز به چشم می‌خورد.

- سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن

- **واحد آندزیتی (Pg^{ta}):** شامل (کوارتز) آندزیت، (کوارتز) تراکی آندزیت، (کوارتز) لاتیت و توف‌های آندزیتی با ترکیب حدواسط در زمینه آفانتیک تیره و پورفیرهای روشن است. محصولات دگرسانی شامل کربنات، میکا، کلریت، اکسید آهن و رس می‌باشد. رنگ برونزدها سبز خاکستری تا قرمز است. این سنگ‌های آتشفشانی، به هنگام خروج، واحد J_s را به صورت توده‌ای کوچک و به شکل سیل (موازی لایه بندی ماسه سنگ‌های سازند شمشک) قطع کرده است، لذا مرز این واحد با واحد قدیم تر J_s ناهم‌ساز است. همچنین بگونه ناهم‌ساز نیز در زیر واحدهای Pg^{d} و Ng^{ss} جای گرفته است. این واحد نقش بسزایی در دگرسانی و کانی‌سازی واحد J_s داشته است. توف‌های آندزیتی در بخش‌های بالایی این واحد به شدت دگرسان شده و در قسمت‌هایی کانی‌سازی کائولن با گسترش قابل ملاحظه‌ای آشکار است.

- **واحد داسیتی (Pg^d):** از سنگ‌های آتشفشانی ریوداسیت تا داسیت با ترکیب اسیدی به رنگ ارغوانی تا سبز روشن تشکیل شده است. بافت آن پورفیری در زمینه آفانتیک بوده و دارای درشت بلورهای کوارتز، فلدسپار پتاسیم و پلاژیوکلاز سدیک است که برخی از آنها به دلیل عملکرد گسل‌های ناحیه، شکسته شده‌اند. محصولات دگرسانی شامل کربنات، کلریت، رس، اکسید آهن، سیلیس و سربست است. در نتیجه خروج این مواد، واحد J_s و J_s^d و Pg^{ta} قطع شده و تحت تاثیر محلول‌های گرمایی، سنگ‌های قدیم تر به شدت دگرسان شده و کانی‌سازی‌های مهمی در جنوب باختر منطقه مورد مطالعه به وجود آمده است که گاه به صورت معادن متروکه و یا اندیس‌های معدنی مطرح می‌باشند.

- **واحد ریولیتی (Pg^r):** از سنگ‌های آتشفشانی اسیدی (ریولیتی) تشکیل شده است. رنگ رخنمون‌های سنگی سفید تا کرم است و به علت دگرسانی و حضور اکسید آهن، به رنگ زرد لیمویی نیز دیده می‌شود. بافت میکروسکوپی آن پورفیری در زمینه آفانتیک و کانی‌های اصلی تشکیل دهنده زمینه فلدسپار پتاسیم، پلاژیوکلاز و کوارتز است. محصولات دگرسانی شامل کربنات، کلریت و اکسید آهن است. گسترش بسیار محدودی در جنوب خاوری منطقه دارد. فعالیت آتشفشانی ریولیتی در بخش میانی جزئی از آتشفشانی اسیدی منطقه است که در جنوب باختری منطقه (ورقه دیهوک) هم بر روی داسیت و هم در زیر آن قرار دارد.

- **واحد مارنی (Ng^{mg}):** در پایان فعالیت آتشفشانی اسیدی مرحله اول، دوره آرامش فرا می‌رسد. در این مدت زمان کوتاه، حوضه‌های رسوبی کم عمق کولابی بر تمام منطقه لوت تشکیل شده و تناوبی از مارن کرم روشن و قرمز،

لایه‌های گچ و شیل‌های مارنی قرمز رنگ در این حوضه‌ها نهشته شده است. این مجموعه، در باختر ورقه با سبزی زیاد و در جنوب خاوری با گسترش کم برونزد دارد. از گچ‌ها می‌توان به عنوان اندیس معدنی یاد کرد. این واحد در زیر توف‌های آتشفشانی (Ng^I) و بخش‌هایی نیز بصورت هم‌ارز و میان‌انگشتی با آن دیده می‌شود. بر پایه وجود نانوفسیل *Orthorhabdus serratus* (مافی، ۱۳۷۹) موجود در این واحد، سن آن را می‌توان به میوسن زیرین و میانی نسبت داد. لذا با توجه به شباهت چینه‌شناسی، بنظر می‌رسد بتوان این واحد را معادل بخش‌های بالایی سازند قم در نظر گرفت.

- سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری نئوژن

- **واحد توفی (Ng^I):** این واحد از انواع توف‌های شیشه‌ای - بلورین، شیشه‌ای، بلورین و کربناتی شده به رنگ‌های سفید، سبز، قرمز و کرم در گستره‌های محدود در نقشه برونزد دارد. ترکیب آنها اسیدی تا حد واسط با بافت آواری و شیشه‌ای است. اجزای اصلی پدید آورنده آنها بلور، شیشه، قطعه سنگ و کانی‌های اصلی تشکیل دهنده، پلاژیوکلاز و کوارتز است. کانیهای محصولات دگرسانی شامل کلریت، اکسید آهن، کربنات، رس و سریسیت است. گسترش زمانی واحد توفی نسبتاً وسیع بوده به طوری که این واحد به گونه هم‌ارزی سنی و میان‌انگشتی بر روی واحد Ng^{mg} و در زیر واحد Ng^{an} و در بخشهایی نیز در زیر واحد PIQ^b جای گرفته است. بنابراین، سن نئوژن - کواترن را می‌توان برای آن در نظر گرفت. بیشترین ضخامت آن در باختر منطقه حدود ۵۵۰ متر است.

- **واحد آندزیتی (Ng^{an}):** شروع فعالیت آتشفشانی مرحله دوم، با سنگ‌های آندزیت، (کوارتز) تراکی آندزیت، لایت، توف آندزیتی و سنگ‌های آذرآواری است که گسترش بسیاری در محدوده میانی و جنوب خاوری منطقه دارد. رنگ رخساره، خاکستری تیره تا سبز تیره و رنگ سطح هوازه، کرم - قهوه‌ای است. ترکیب، حدواسط و بافت آنها پورفیری و کلومروپورفیری و آذرآواری در زمینه آفانتیک و تراکیتی است. کانی‌های اصلی سازنده آنها، پلاژیوکلاز (آندزین)، فلدسپار پتاسیم، کوارتز و پیروکس (لوژیت) و محصولات دگرسانی کربنات، کلریت، رس و اکسید آهن است. ریخت این مجموعه، تپه ماهوری بوده و غالباً فرسوده و خردشده هستند. مرز آن با واحد زیرین Ng^I همساز و بخش‌هایی نیز هم‌ارز زمانی با آن است. در زیر واحد PIQ^b و بخش‌هایی به گونه محدود هم‌ارز جانبی واحدهای Ng^{VI} و Ng^{Ig} می‌باشد. لذا سن آن نئوژن بوده و بر روی Ng^I جای دارد. به هنگام تشکیل، به دلیل ترکیب حد واسط و چگونگی خروج، در بخش‌هایی به صورت لایه‌هایی بر روی هم جای گرفته‌اند.

- **واحد شیشه آتشفشانی (Ng^{vi}):** این واحد شیشه آتشفشانی تیره به گونه بسیار محدود به شکل نوار باریک به ضخامت حدود ۲۰ متر در زیر واحد ایگنیمبریتی، بخش‌هایی بر روی واحد Ng^{an} و بخش‌هایی به گونه هم‌ارز زمانی در باختر و شمال ورقه برونزد دارد. ترکیب آن اسیدی، ریز دانه و بافت آواری و پرلیتی است. محصولات دگرسانی شامل کربنات، رس و اکسید آهن است.

- **واحد ایگنیمبریتی (Ng^{ig}):** فعالیت آتشفشانی به تدریج به شکل ایگنیمبریت ادامه می‌یابد. رنگ رخساره این واحد قرمز روشن است. جریان یافتگی و حالت جوش خورده که خاص ایگنیمبریت‌هاست، در آنها دیده می‌شود. ترکیب اسیدی تا حد واسط و بافت آواری، شیشه‌ای و جریانی دارند. گسترشی بسیار محدود در باختر ورقه بر روی واحد Ng^{vi} و در زیر واحد Ng^{an} دارند. این سنگ‌ها اساساً از دو بخش مشخص ساخته شده‌اند: یکی بلورهای خود شکل پلاژیوکلازو کوارتز و بیوتیت که گاهی دگرسان شده‌اند و بخش دیگر که زمینه سنگ را تشکیل می‌دهد، به صورت شیشه یا میکروولیت‌های رشته‌ای و قطعات جوش خورده و جریان یافته است. بیشترین ضخامت آن ۲۵۰ متر است.

- **واحد تراکیتی (Ng^{tr}):** این واحد آتشفشانی قرمز تیره ریز دانه، بگونه لوحه‌ای بوده که با ترکیب حد واسط و بافت پورفیری در زمینه تراکیتی شکل گرفته است. کانی‌های اصلی آن، فلدسپار پتاسیم و پلاژیوکلاز و محصولات دگرسانی شامل انیگزیت، کلریت و اکسید آهن است. در جنوب ورقه، به گونه محدود برونزد دارد و از ترکیب‌های وابسته آندزیتی در هنگام فعالیت آتشفشانی تفریق یافته است.

- **واحد بازالتی (PIQ^b):** شامل سنگ‌های تیره تا سبز و قرمز (هیالو) بازالتی و (هیالو) بازالت آندزیتی است. این سنگ‌ها، آخرین مرحله فعالیت آتشفشانی منطقه مورد مطالعه و چه بسا تمام بلوک لوت را با سن نئوژن - کواترنری شامل

می‌شوند. گسترش آنها بسیار زیاد بوده و در شمال، شمال باختری، باختر و قسمت هایی از جنوب خاوری برونزد دارد. بقایای مخروط‌های آتشفشانی در آن دیده می‌شود. بافت آنها پورفیری، بادامکی، گلوپورفیری در زمینه اینترسرتال، اینترگرانولار و میکرولیتی است. کانی‌های اصلی، پلاژیوکلاز کلسیم و پیروکسن و محصولات دگرسانی شامل کربنات، کلریت، اکتینولیت و اپیدوت است. حالت جریان‌ی و شبه لایه‌بندی دارند که حاصل نوع فوران و چگونگی تشکیل آنهاست. در بخش‌های گسلیده به صورت شیستی ظاهر شده‌اند. ریخت این مجموعه آتشفشانی، حکایت از تخته‌های نسبتاً افقی است که خاص آتشفشان‌های جوان می‌باشد. ساخت درزه‌های ستونی نیز گاهی دیده می‌شود. رنگ قرمز بخش‌هایی از بازالت‌ها، نشان از حضور اکسید آهن فراوان است (که در مطالعات میکروسکوپی آشکار است)، از سوی دیگر، وجود سبتر لایه‌های آگلومرا (با قطعات بازالتی گرد شده و گاه زاویه دار در خمیره بازالتی) در حد فاصل روانه‌های بازالتی، گواه بر وقفه زمانی بین دو مرحله فوران است که همه این نشانه‌ها، دلیل بر تشکیل آنها در محیط قاره‌ای است.

- **واحد دیابازی (db):** دیا باز به گونه دایک‌های موازی در بخش‌های جنوب منطقه، واحد J_1 (قدیمی ترین واحد موجود در این ناحیه) را قطع کرده است. رنگ آنها سبز تا سبز تیره بوده و بافت پورفیری و دولریتی دارند. کانی‌های اصلی آن پلاژیوکلاز کلسیم و پیروکسن است. این واحد هم ارز نیمه عمیق بازالت است که ترکیب کانی شناسی مشابهی دارد و شاید بتوان با علامت سوال، به دلیل گسترش فراوان بازالت در ناحیه، آن را هم ارز زمانی واحد بازالتی در نظر گرفت.

- **واحد ماسه سنگی (Ng^{ss}):** از تناوب لیتارنایت متوسط لایه جور شده خاکستری، سیلت سنگ قرمز و مارن‌های قرمز و روشن با میان لایه‌های گچی تشکیل شده است. این واحد آواری به گونه تدریجی و پیوسته در زیر واحد PIQ^c قرار دارد و بنابراین به نظر می‌رسد بتوان حد بالایی نفوذ آن را برای این واحد در نظر گرفت. بیشترین ضخامت این واحد ۷۰۰ متر است و در شمال خاوری ورقه رخنمون دارد.

- **واحد کنگلومرای (PIQ^c):** این رخساره کنگلومرای جوان از قطعه‌های گوناگون سخت نشده با جورشدگی و گردشگی بسیار ضعیف پدید آمده است. این واحد، جوان‌ترین رخساره سنگی در گستره مورد بررسی است. بر پایه ویژگی‌های چینه شناختی، سن آن پلیوسن تا کواترنر است و بگونه تدریجی بر روی واحد Ng^{ss} قرار گرفته است. ریخت شناسی این واحد رسوبی، تپه ماهوری و واریزه‌ای است که در شمال خاوری منطقه گسترش دارد. بیشترین ضخامت آن ۵۲۵ متر است که ساختار ناودیس نیز در آن خود نمایی می‌کند.

- کواترنری

- **پادگانه‌های آبرفتی کهن (Q^1):** شامل نهشته‌های و پادگانه‌های کهن به شکل پادگانه‌های آبرفتی مرتفع افقی است و در بخش‌های جنوبی، رخسادهای زمین ساختی جوان را به گونه گسل نامشخص رباط در باختر دق رباط تحمل کرده است. گسترش این واحد زیاد بوده و به طور عمده در بخش‌های جنوبی ورقه دیده می‌شود.

- **پادگانه‌های آبرفتی جدید (Q^2):** شامل نهشته‌ها و پادگانه‌های جوان به شکل پادگانه‌های آبرفتی مسطح و افقی است. گسترش این واحد نیز زیاد بوده و دارای رسوباتی با اندازه‌های گوناگون است که پهنه‌ای گسترده را پوشانده و به دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی در مناطق ریزدانه، مستعد کشاورزی است.

- **مخروط افکنه (Q^f):** مخروط افکنه از دیگر رخساره‌های وابسته به عصر حاضر است که در پای دامنه ارتفاعات و برونزدهای سنگی در محل ورود رودخانه به دشت پدید آمده است. اندازه ذرات از کوهستان بطرف دشت رفته رفته کاهش می‌یابد به طور معمول تداخل بین ذرات و قطعات سازند آن موجب آبدار شدن این واحد شده که نقش مهمی در غنی سازی آب قنات‌ها ایفا می‌کند.

- **تپه‌های ماسه‌ای (Q^s):** تپه‌های ماسه‌ای بر اثر فرسایش و جابجا شدن رسوبات قدیمی و تجمع آنها در مکان‌های مناسب تشکیل شده و همچنین در حال تشکیل است.

- **پهنه‌های رسی (Q^c):** این واحد از رسوبات دانه ریز رسی به همراه مقداری ذرات ماسه‌ای تشکیل شده است. اغلب ساخت ترک کلی در آنها به وجود می‌آید. گسترش این واحد در بخش‌های جنوبی و مرکزی منطقه، بدلیل اقلیم گرم و خشک بسیار زیاد است. در این واحد رسوبی، به طور پراکنده کفه‌های نمکی نیز تشکیل شده است.

نگوین زمین ساختی

منطقه مورد مطالعه در بخش شمالی بلوک لوت (اشتوکلین ۱۹۶۵، نبوی ۱۳۵۵) و یا ناحیه لوت (افتخارنژاد، ۱۹۷۷) قرار دارد به رغم نظرات مختلف در مورد بلوک لوت با توجه به چین خوردگی و گسلش ملایم و نه چندان شدید رخساره‌های تریاس - ژوراسیک در منطقه، باید این بلوک را واحد سخت شده‌ای عنوان کرد که این شکل ناپذیری نتیجه تحکیم زیربنای آنها (متعلق به پیش از ژوراسیک) در اثر چین خوردگی شدید اواخر تریاس است (اشتوکلین و دیگران، ۱۹۶۵). بلوک لوت بخشی از پهنه بزرگتر زمین ساختی یعنی خرد قاره شرق ایران است.

چین خوردگی ملایم و گسلش نامنظم، ویژه ساختارهای لایه‌های تریاس، ژوراسیک، کرتاسه و دوران سوم محدوده مورد مطالعه است. شیب‌های تندتر (و به ویژه در نزدیکی خط‌های گسلی) و همچنین چین خوردگی کوچک مقیاس که ظاهراً مربوط به شکل پذیرتر بودن مواد است، در شیل‌ها و ماسه سنگ‌های ژوراسیک دیده می‌شود. قابل توجه است که فاز دگر شکلی پیش از آپسین، منطقه را به آرامی متاثر ساخته است و شیوه ساختاری، با تاق‌دیس - ناودیس‌های ملایم با محور شمالی - جنوبی، کج شدگی و گسلش در راستاهای مختلف مشخص می‌گردد. گسلها به طور کلی، پرسیب تا قائم و جابجا شدگی‌ها امتداد لغز با راستای چپگرد و راستگرد هستند و گاه به صورت مورب لغز با ساز و کار شیب لغز (معکوس و یا نرمال) مشاهده می‌شوند. در عکس‌های هوایی، بسیاری از گسلها را می‌توان دید که از مظاهر خود تا درون کراویه‌های کواترنر در گسترش دارند.

چین خوردگی‌های عمده منطقه، به شکل تاق‌دیس و ناودیس در راستای شمالی جنوبی است. از آن جمله تاق‌دیس برجک در شمال باختری و تاق‌دیس چاه قلی در باختر منطقه را می‌توان نام برد که تحت تاثیر سیستم فشارش خاوری - باختری ناشی از رخدادهای کوهزایی سیمیرین و رخدادهای جوان تر به وقوع پیوسته است. ساختارهای محدودی نیز با روند شمال باختری - جنوب خاوری در شمال خاوری منطقه وجود دارد که تحت تاثیر سیستم فشارش شمال خاوری - جنوب باختری در زمان پلیستوسن به وجود آمده است. گسل‌های عمده موجود در منطقه با روند شمالی - جنوبی، شمال باختری - جنوب خاوری و شمال خاوری - جنوب باختری، بیشتر امتداد لغز و نامشخص می‌باشند. از آن جمله می‌توان سیستم گسلی امتداد لغز برجک در شمال باختری با سازوکار راستگرد، گسل امتداد لغز چاه قلی در باختر منطقه با سازوکار چپگرد و گسل نامشخص رباط در باختر دق رباط را نام برد. گسل اخیر تحت تاثیر حرکات زمین ساختی جوان به وجود آمده و در پادگانه‌های آبرفتی قدیمی به طور کامل مشخص است. در محل گسل مزبور بین واحد ماسه سنگی J^3h و واحدهای Ng^{tm} و Ng^f وزن خرد شده نسبتاً وسیعی وجود دارد که دیگر بار به هم جوش خورده اند. همچنین زون اکسایش و دگرسانی شدید در محل سنگ‌های خرد شده قابل مشاهده است. گسل‌های منطقه تحت تاثیر رویدادهای زمین ساختی سیمیرین و جوان تر به وجود آمده‌اند.

عملکرد فاز کششی کرتاسه، پیامد رخداد لارامید، فعالیت آتشفشانی شدید قاره‌ای را به دنبال داشته است. نتایج حاصل از تجزیه‌های شیمیائی انجام شده بر روی سنگ‌های آتشفشانی محدوده این ورقه و نیز نتایج مندرج در نمودارهای سنگ شناسی و ژئوشیمی مقاله‌ای در مورد سنگ‌های آتشفشانی بلوک لوت (گزارش شماره ۵۱ سازمان زمین شناسی کشور) نشان می‌دهند که ماهیت کلی سنگ‌های آتشفشانی این منطقه کالکوالکالن می‌باشد. از سوی دیگر هیچ گونه شواهدی از فروانش در این منطقه در دست نیست، چرا که رشته کوه شتری و بلوک طیس هر دو فاقد افیولیت هستند و نیز ارتباط این سنگ‌های آتشفشانی با فروانش انجام شده از سمت افیولیت‌های زون مکران و زون سبزوار نیز بعید به نظر می‌رسد، بنابراین چنین ماهیتی را از نظر ژئوشیمی، مدیون آغشتگی (Assimilation) پوسته قاره‌ای نسبتاً ضخیم مسیر خود هستند.

زمین شناسی اقتصادی

محدوده‌های معدنی اعم از محدوده دگرسانی، اندیس اکتشافی و معادن فعال منطقه، عمدتاً تحت تاثیر آتشفشانی پالئوژن ایجاد شده‌اند. در جنوب باختری منطقه، فعالیت‌های آتشفشانی پالئوژن در سنگ‌های ژوراسیک، محدوده

بزرگی از سنگ‌های شیل و ماسه سنگ سازند شمشک را تحت تاثیر قرار داده و دگرسان کرده است. حضور محلول‌های گرمابی در سطوح ضعف و گسل‌ها، شرایط مناسبی را برای کانی‌سازی به وجود آورده است. این کانی‌سازی از انواع ذخایر تیپ رگه‌ای است. معادن متروکه سرب شوراب و گله چاه و اندیس‌های معدنی وابسته، از این نوع هستند. بر پایه نتایج به دست آمده از مطالعات کانه نگاری و XRD بر روی نمونه‌های این معادن سرب، کانی‌شناسی آنها بیشتر گالن و سیدریت بوده و دارای اکسیدتیتان مگنتیت و پیریت می‌باشند. سنگ زمینه‌ای که کانسنگ سرب دار در آنها تشکیل شده، ماسه سنگ‌های شمشک و واحد آتشفشانی Pg^{fa} است که به گونه رگه‌ای تشکیل شده است. کانی‌سازی با رنگ تیره و زرد در این محدوده دگرسانی نیز وجود دارد که بر اساس مطالعات XRD، سرشار از کانی ژوراسیت از گروه کانی‌های آلونیت است و در مرز بین واحد Pg^d و تاثیر آن با واحد آتشفشانی Pg^d یافت می‌شوند. همه این شواهد، گویای این است که می‌توان علاوه بر این کانی‌سازی‌ها، امیدوار بود کانی‌سازی مس و نقره و عناصر پرازن دیگر نیز در این محدوده وجود داشته باشد.

اندیس‌های معدنی بنتونیت و کائولن در اثر هوازدگی و دگرسانی توفهای ریولیتی و داسیتی در قسمت‌های مختلف منطقه آشکار است. از آن جمله می‌توان اندیس کائولن در آتشفشانی‌های حدواسط شمال خاوری، اندیس بنتونیت در توفهای اسیدی جنوب خاوری و حدواسط جنوب باختری را نام برد. در واحد ماسه سنگی قلعه دختر در محل گسل‌های متعدد، کانی‌سازی آهن انجام گرفته است که در دو محل، جنوب چاه گیریک و شمال باختری تاقدیس چاه قلی دیده می‌شود. نتایج تجزیه دو نمونه و مطالعات آزمایشگاهی، حکایت از درصد بالای آهن دارد. آثار کار معدنی قدیمی در محل آشکار است.

$Fe_2O_3 = 90.50, 58.90$ $Al_2O_3 = 3.4, 2.99$
 $SiO_2 = 1.86, 25.86$ $Mgo = 0.4, 0.3$
 $Mno = 0.14, 0.08$ $Cao = 0.98, 1.94$

در واحدهای شمشک در شمال باختری منطقه در دو محل اندیس زغال سنگ دیده شده است و واحد آهنی کرتاسه می‌تواند به عنوان توان معدنی سنگ تزئینی صورتی تا سفید رنگ در نظر گرفته شود که هم اکنون معدنی متروکه و نیمه فعال است. انواع دانه ریز سنگ‌های بازالتی نیز در سنگ نما و تزئینی کاربرد دارد و نیازمند پی جویی دقیق‌تری در منطقه است. گچ‌ها با ضخامت زیاد و رنگ روشن در گستره زیادی نهشته شده‌اند که در بخش باختری منطقه به همراه مارنهای قرمز تشکیل شده و می‌توانند مورد اکتشاف و بهره برداری قرار گیرند.

مراجع

- آقا نباتی، سید علی، چینه‌شناسی ژوراسیک ایران - انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی، شرق ایران - گزارش شماره ۲۲ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- اشتوکلین، نبوی، شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ بشرویه، ۱۳۴۹