



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ اراک

شماره برگه:

۵۹۵۸

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ج. رادفر، ر. کهنسال، ل. مدحخ، ص. ذوالفقاری

سال تولید:

۱۳۸۳ (2004)

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۵۹۵۸ - اراک

جغرافیا و ریخت شناسی

ورقه یکصد هزارم اراک در بخش جنوب باختری چهارگوش دویست و پنجاه هزارم قم (م.ه.امامی - سازمان زمین شناسی - ۱۳۷۰) است. این ورقه با مختصات جغرافیایی $۵۰^{\circ} ۰۰' - ۴۹^{\circ} ۳۰'$ طول‌های خاوری و $۳۴^{\circ} ۳۰' - ۳۴^{\circ} ۰۰'$ عرض‌های شمالی در محدوده استان مرکزی و شهرستان اراک واقع است.

شهر اراک در سال ۱۲۳۱ هجری قمری، برابر با سال ۱۱۹۴ هجری شمسی، به دستور فتحعلی شاه قاجار و توسط یوسف خان گرجی حاکم منطقه و فرمانده پیاده نظام ساخته شده است. یوسف خان، این شهر را سلطان آباد عراق عجم نام نهاد. ولی در سال ۱۳۱۴ هجری شمسی به اراک تغییر یافت. هدف اصلی از بنای این شهر ایجاد پایگاه نظامی در منطقه بوده است تا بتواند در نگهداری از ناحیه موثر واقع شود. بر همین اساس ساختمان اولیه شهر به چهره قلعه‌ای بوده که از چهار طرف چهار دروازه داشته است. بازار تاریخی شهر اراک با چهار دروازه یاد شده مرتبط و راه‌های اصلی نیز از این دروازه‌ها آغاز می‌شده است.

زبان بومی اهالی اراک فارسی با لهجه خاص این نواحی است. این شهر آثار تاریخی فراوان دارد، از آن میان باید به مجموعه بازار، حمام موزه چهار فصل، مدرسه سپهداری، کاروانسرا و نقاط دیدنی دیگر اشاره کرد.

از گذشته‌های دور این خاک پرگوهر، مهد مردانی بزرگ چون قائم مقام فراهانی و امیرکبیر بوده است که در بالندگی هر چه بیشتر فرهنگ ملی و مذهبی ایران نقشی شایسته داشته‌اند.

از نظر شرایط آب و هوایی بخش‌های باختری، جنوبی و ناحیه کوچکی در جنوب خاوری ورقه به دلیل کوهستانی بودن از زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های معتدل برخوردار است. سایر نقاط منطقه به لحاظ جایگیری در پهنه دشت، تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد و خشک دارد. بررسی آماری شرایط آب و هوا در گذر ده ساله گذشته نشان می‌دهد که بیشینه درجه حرارت هوا ۴۴ درجه سانتیگراد و کمینه درجه حرارت به $۳۰/۵ -$ درجه سانتیگراد می‌رسد. بیشینه میزان رطوبت نسبی ۶۲% و کمینه آن ۳۱% است. بیشینه میزان بارندگی $۳۴۵/۷$ میلی‌متر و کمینه روزانه آن ۷۱ میلی‌متر می‌باشد (اداره هواشناسی اراک). منابع تامین کننده آب کشاورزی و آشامیدنی منطقه چاه‌ها، قنات‌ها و چشمه‌ها است. در این ورقه رودخانه دائمی جاری نیست و تنها چند رود فصلی از جمله رودخانه‌های خشک، دلیچی و شهراب به چشم می‌خورد.

در طی چند دهه اخیر استان مرکزی به یکی از قطب‌های صنعتی کشور تبدیل شده است. کارخانه‌ها، نواحی صنعتی و کارگاه‌های کوچک و بزرگ زمینه بکارگیری نیروهای انسانی را در بخش صنعت فراهم آورده است. دامداری، کشاورزی، قالی بافی و صنایع دستی پیشه‌هایی هستند که از دیرباز در این نواحی رایج بوده‌اند. گندم، جو، یونجه و صیفی جات از مهم‌ترین محصولات زراعی و گردو، بادام، انگور، گلابی، زردآلو، آلبالو، هلو، گیلاس، فندق، گوجه سبز، کشمش، شیره انگور و انواع برگه از معروف‌ترین محصولات‌های باغی به شمار می‌آیند.

از مهمترین محورهای ارتباطی منطقه می‌توان از جاده‌های آسفالتی اراک - سلفچگان و اراک - بروجرد نام برد. علاوه بر اینها راه‌های آسفالتی اراک - ساروق، اراک - فرمهین، اراک - آشتیان، اراک - خمین و غیره امکان دستیابی به رخنمون‌ها و گستره‌های زمین شناسی منطقه را میسر می‌سازد. در ضمن بخشی از راه آهن سراسری تهران - خوزستان از نواحی جنوبی این ورقه عبور می‌کند.

رخنمون اساسی سنگ‌های رسوبی و نفوذی ورقه در بخش‌های جنوبی و باختری آن است. در گوشه جنوب خاوری و شمال خاوری نیز گستره‌های محدودی از سنگ‌های رسوبی و آتشفشانی به چشم می‌خورد. در بخش میانی ورقه دریاچه فصلی تولوگل (دریاچه کویرمیان اراک) چشم‌انداز دل‌انگیزی را به نمایش گذاشته است. سایر نقاط از دشت‌های هموار عهد حاضر است. بلندترین نقطه ارتفاعی در کوه نظم آباد، در جنوب خاور شهر اراک با ارتفاع ۲۶۳۰

متر از سطح دریا و پست ترین نقطه در جنوب باختر روستای داودآباد (حاشیه شمال باختری دریاچه کویر میقان اراک) با ارتفاع از سطح دریا ۱۶۵۳ متر است. از دیگر کوه‌های منطقه باید به مودر، مستوفی، گردو، نظم آباد، مهرآباد، تیلوار، گورک، دربند و سیبک اشاره کرد. به نظر می‌رسد سازوکار گسله‌های بزرگی چون گسله توزلوگل و گسله تلخاب در شکل‌گیری و ریخت‌شناسی این مناطق موثر بوده است.

چینه نگاری

ورقه مورد مطالعه به گونه واضح در دو پهنه ساختاری ایران مرکزی و سنندج - سیرجان جای دارد. بر این اساس واحدهای مورد مطالعه، تفکیک و به شرح زیر می‌باشند.

پهنه سنندج - سیرجان

ژوراسیک زیرین

واحد J^q_s

تنها رخنمون این واحد در جنوب باختری ورقه، در پیرامون روستای ضامن جان دیده می‌شود. ماسه سنگ و ماسه سنگ کوارتزیتهی به رنگ خاکستری روشن و به گونه ضخیم لایه (۸۰ - ۷۰ سانتیمتر) محتوای سنگ شناختی این واحد را نشان می‌دهد. مرز زیرین آن پوشیده و از نظر پنهان است و مرز زیرین به دلیل عدم همجواری با واحد K^d_1 رویت نمی‌شود. با این وجود و بر اساس نقشه دویست و پنجاه هزارم همدان (ب.مجیدی و م. عمیدی - سازمان زمین شناسی - ۱۳۶۹) این واحد با واسطه سنگ آهک‌های ماسه‌ای و ماسه سنگ‌های واحد K^s_1 (در این ورقه رخنمون ندارد) به گونه هم شیب و ناپیوسته (disconform) در زیر واحد K^d_1 جای دارد. ستبرای این واحد حدود ۸۰-۱۰۰ متر برآورد می‌شود. در منطقه مورد نظر به دلیل نبود فسیل شاخص و پوشیدگی بخش‌های پایین این واحد تعیین مرز دقیق آن با واحدهای کهن تر ممکن نیست. با این وجود، مقایسه چینه نگاری این واحد با سایر نقاط پهنه سنندج - سیرجان بستگی آن را با ژوراسیک زیرین معادل سازند شمشک نشان می‌دهد. در بافت بخش‌های ماسه سنگی اندازه ذرات متوسط است. از نظر گردشگی زاویه دار - نیمه زاویه دار، و فشردگی و جورشدگی آنها ضعیف می‌باشد. بلورهای کوارتز با خاموشی موجی و تبلور مجدد، فلدسپات آلکالن، تیغک‌های موسکویت و قطعه‌هایی از کوارتز شیست، سربست شیست و چرت در زمینه‌ای از بلورهای سربست، موسکویت و کلریت که جهت یافتگی نسبی دارند جای گرفته‌اند. سیمان میان دانه‌های آنها به میزان کم و از نوع اکسید آهن است. زیرکن، کانی‌های کدر و تورمالین از کانی‌های فرعی آنها به شمار می‌آید. همان گونه که از ترکیب کانی‌شناختی این سنگ‌ها پیداست و در بررسی پیشین نیز به آن اشاره شده (امامی، ۱۳۷۰) شواهدی چون تبلور مجدد کانی‌های کوارتز و فلدسپات آلکالن، رشد و جهت یافتگی ریز بلورهای سربست - موسکویت، و تاثیرات دینامیکی وارد بر سنگ‌ها همراه با سخت شدگی آنها بیانگر آثار دگرگونی خفیفی است که بر این ته نشست‌ها شده است.

کرتاسه زیرین

واحد K^d_1

رخنمون‌های کوچک، کم تعداد و گسلیده این واحد در شمال - شمال باختری روستای مهرآباد و باختر روستای نوازن جای دارند. بررسی‌های صحرایی بیانگر آن است که در پهنه سنندج - سیرجان مربوط به این ورقه، سنگ‌های پایه کرتاسه (واحد K^s_1) دیده نمی‌شود. همان گونه که پیش از این اشاره شد این واحد با واسطه واحد K^s_1 بر روی واحد J^s جای گرفته و مرز زیرین آن با واحد K^s_1 هم شیب و پیوسته (conform) است. ترکیب سنگ شناختی آن از سنگ آهک‌های دولومیتی، ماسه‌ای و بیومیکرایتی اوربیتولین دار، به رنگ زرد گراینه به خاکستری تشکیل شده است. این سنگ‌ها متوسط (۳۰-۴۰ سانتیمتر) تا ضخیم لایه (۷۰-۸۰ سانتیمتر) هستند. رخنمون‌های محدود و بروز گسلش تعیین ستبرای دقیق واحد را دشوار می‌سازد، با این حال بررسی‌های چینه شناختی بر روی گستره‌های وسیع آن در ورقه یکصد هزارم خنداب (ر. کهنسال و ل. مدحج - سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۳ - در دست تهیه) ستبرای آن را حدود ۲۰۰-۵۰۰ متر نشان می‌دهد. بافت میکروسکوپی در سنگ آهک‌های ماسه‌ای از نوع کریستالین است. این

سنگ‌ها به نحو اساسی از بلورهای کربنات کلسیم تشکیل شده‌اند. این درشت بلورها آثاری از ماکل فشاری، خردشدگی و تبلور دوباره را نشان می‌دهند که بیانگر اثر نیروهای تکتونیکی بر آن‌ها است. ناخالصی در این سنگ‌ها عبارت از ریزبلورهای کوارتز آواری، مقادیری بلورهای فلدسپات و تیغک‌های موسکویت است. آغشتگی به اکسید آهن نیز وجود دارد. تاثیر تغییر شکل (شیستوزیته و چین خوردگی) و باز بلورین شدن قرار گرفته و دگرگونی خفیفی بر آن‌ها اثر کرده است. از بررسی‌های پیشین (امامی، ۱۳۷۰) و آنچه بیان شد نتیجه می‌گیریم که سنگ آهک‌های دولومیتی و ماسه‌ای واحد مورد نظر تحت بررسی میکروفسیل‌های واحد یاد شده سن کرتاسه پیشین (آپسین) را نشان می‌دهد (آقای ق. عسگری - سازمان زمین شناسی کشور - ۱۳۸۲).

Orbitolina sp., Crinoids.

واحد K^{sl}₁

رخمون‌های این واحد به گستردگی در بخش‌های باختری و جنوبی ورقه در پیرامون روستاهای نوازن، مهرآباد، دابین، هزازه، مرزیجران، نظم آباد، انجیرک و غیره مشاهده می‌شود. ترکیب سنگ شناختی آن از سنگ آهک اسلیتی، اسلیت آهکی و سیلتستون ماسه‌ای متوسط (۳۰-۴۰ سانتیمتر) تا ضخیم لایه (۷۰-۸۰ سانتیمتر) آمونیت‌دار همراه با بین لایه‌هایی از سنگ آهک بیومیکرواسپارایتی اوربیتولین‌دار متوسط (۵۰-۴۰ سانتیمتر) و بندرت ضخیم لایه (۹۰-۸۰ سانتیمتر) به رنگ خاکستری روشن مایل به قهوه‌ای و شیل سبز روشن تشکیل شده است. مرز زیرین آن با واحد K^d₁ هم شیب و پیوسته و مرز زیرین آن با واحد K^s₂ هم شیب و ناپیوسته است. با وجود گسلش در پیکره واحد مورد مطالعه به نظر می‌رسد ستبرای آن حدود ۷۰۰-۵۰۰ متر باشد. این سنگ‌ها به ویژه گونه‌های اسلیتی آن‌ها واحد بلورهای مکعبی شکل و سیاه رنگی (بر اثر هوازدگی) از کانی پیریت هستند که در بعضی نمونه‌ها اندازه سطح بلور به یک سانتیمتر هم می‌رسد. پراکندگی این کانی حتی گاه به داخل بخش‌های شیلی واحد K^{sl}₁ هم گسترش یافته و در آن‌ها نیز رویت می‌شود. از ویژگی‌های این سنگ‌ها وجود ساخت مدامی با تکه‌هایی به درازای حدود ۶۰-۱۰ سانتیمتر و قطر ۵-۲ سانتیمتر است. شیب ملایم و چین خوردگی آرام این واحد موجب توسعه وسیع آن در منطقه شده است. بافت میکروسکوپی در سنگ آهک‌های اسلیتی از نوع میکرایتی است. کانی‌های اصلی آن‌ها از بلورهای کربنات کلسیم میکرایتی با ماکل فشاری، خاموشی موجی، خرد شدگی و تبلور دوباره، بلورهای پلاژیوکلاز سدیک (آلبیت) و فلدسپات آلکالن با تجزیه به کانی‌های رسی و سربیسیت، تیغک‌های ظریف سربیسیت، موسکویت و کلریت، و ریزبلورهای کوارتز با خاموشی موجی و تبلور دوباره تشکیل شده است، کانی‌های فرعی آن‌ها از کانی‌های کدر و قطعه‌هایی از چرت و کربنات اسپاری می‌باشند که در این بین آغشتگی به اکسید آهن به گونه لکه‌هایی پراکنده، کشیده و جهت‌دار نیز رویت می‌گردد. با نظر به آنچه گفته شد و مطالعه پیشین (امامی، ۱۳۷۰)، اسلیت‌ها و سنگ آهک‌های اسلیتی واحد مورد نظر دگرگونی خفیفی را تحمل کرده‌اند. این سنگ‌ها سطوح شیستوارگی (شیستوزیته) آشکاری داشته و اغلب دارای لکه‌هایی از اکسیدهای آهن ناشی از اکسیداسیون بلورهای مکعبی پیریت می‌باشند. به منظور تعیین درجه دگرگونی در این سنگ‌ها، کانی‌های رسی آن‌ها با پرتو x بررسی شدند و میزان تبلور پذیری کانی رسی "آلبیت" مشخص گردید. میزان تعیین شده برای رخساره‌های سنگی واحد یاد شده در حدود ۲/۶ و ۲/۷ است که بیانگر دگرگونی در حد اپی زون است. مطالعه میکروفسیل‌های این واحد توسط (ق. عسگری و خانم ف. وکیلی - سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۱) بیانگر سن کرتاسه پیشین (آپسین - آلبین) برای آن است.

Orbitolina sp., Rotalipora sp., Globigerinelloides sp., Praechrysalidina sp., Hedbergella sp., Textularia sp., Crinoids, Bryozoa, Gastropod, Echinoids, Algal debris, shell fragments.

بررسی‌های پیشین (امامی، ۱۳۷۰) در خاور و جنوب روستای تبرته (این نقاط در ورقه یکصد هزارم فرمهین جای دارند، ج. رادفر و ر. کهنسال - سازمان زمین شناسی - ۱۳۷۹) بیانگر آثاری از آمونیت‌ها و بلمنیت است. گونه‌ای از آمونیت‌ها توسط ک. سید امامی مطالعه و سن آپسین بالایی برای آن پیشنهاد شده است. از طرفی واحد یاد شده در محدوده مورد بررسی نیز در برخی نقاط دارای ماکروفسیل‌های آمونیت است. مطالعه این سنگواره‌ها سن آپسین میانی - بالایی را نشان می‌دهد (آقایان ک. سید امامی - دانشگاه تهران و م. ر مجیدی فرد - سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۱).

Parahoplites sp., Chelonicerias sp., Tetragonites sp.

در شمال خاور - جنوب خاور روستای کلاغ نشین رخساره‌ای از واحد یاد شده جلوه‌گر شده (واحد K^{bm}) که در بر گیرنده چند متر سنگ آهک بایو میکرواسپارایتی خاکستری تیره است. این واحد همچون نوار کوتاهی است با روند شمال باختری - جنوب خاوری که بر روی عکس هوایی سیاه رنگ و در تصویر ماهواره‌ای آبی یا قهوه‌ای مایل به قرمز دیده می‌شود. این‌ها ویژگی بین لایه‌ای دارند و متوسط (۴۰-۵۰ سانتیمتر) تا ضخیم لایه (۸۰ سانتیمتر تا ۱ متر) می‌باشند. بررسی‌های آزمایشگاهی بافت میکروسکوپی آن‌ها را میکرواسپاری و کانی اصلی را کربنات کلسیم معرفی می‌کند. ناخالصی این سنگ‌ها از ریز بلورهای کوارتز و کانی فرعی آن‌ها کانی کدر است.

کرتاسه بالایی

واحد K^s_2

اسلیت‌های بسیار بر گواره همراه با بین لایه‌هایی از اسلیت آهکی، سنگ آهک بیومیکرایتی و مادستون سیلتی آهکی آمونیت‌دار به رنگ خاکستری روشن ترکیب سنگ شناختی این واحد را در تپه ماهورهای پیرامون روستای ساروق تا منتهی الیه شمال باختری ورقه تشکیل داده است. این واحد در روی عکس هوایی به گونه نوارهای سیاه و سفید و در تصویر ماهواره‌ای آبی و سفید دیده می‌شود. بررسی دقیق صحرایی بیانگر آن است که بخش‌های سیاه (آبی) از لایه‌های سنگی با ترکیب یاد شده و با ریخت شناسی سخت و ناهموار و بخش‌های سفید از شیل با ویژگی نرم و هموار می‌باشند. خردشدگی و هوازدگی یکنواخت بر روی ورقه‌های شیلی موجب شده که در سطح زمین به خوبی از بخش‌های سنگی جدا شوند و رنگ‌های بیان شده را پدید آورند. بین لایه‌های سنگی واحد مورد مطالعه متوسط (۵۰-۶۰ سانتیمتر) تا ضخیم لایه (۸۰ سانتیمتر تا ۱ متر) هستند. با این وجود این‌ها نیز بر اثر ضربه چکش به آسانی برگ برگ می‌شوند و بر این مبنا از پایداری کمی برخوردارند. سطح سالم آن‌ها به رنگ خاکستری تیره گراينده به سیاه است. مرز زیرین این واحد به گونه هم شیب و ناپیوسته بر روی واحد K^{sl}_1 و مرز زبرین آن به دلیل عدم همجواری با واحدهای جوانتر از نظر پنهان است. تعیین ستبرای این واحد به دلیل گسلیدگی آن دشوار است. ولی حدود ۸۰۰-۶۰۰ متر برآورد می‌شود. در اسلیت‌های سنگ آهکی بافت میکروسکوپی از نوع اسلیتی است. در این سنگ‌ها تیغک‌های فیلولسیلیکاته نظیر سریسیت - موسکویت و کلریت که جهت یافتگی دارند، بلورهای کربنات کلسیم با ماکل فشاری، خاموشی موجی، خرد شدگی و تبلور دوباره، ریز بلورهای کوارتز با خاموشی موجی و تبلور دوباره، کانی‌های کدر، اکسید آهن، قطعه‌های چرت و کربنات اسپارایتی و به احتمال مقادیری مواد آلی کربن دار دیده می‌شود. پژوهش‌های پیشین (امامی، ۱۳۷۰) خاستگاه سنگ‌های کرتاسه در پهنه ساندج - سیرجان ورقه اراک را ستبرای در خور توجهی از رسوب‌های سنگ آهکی - پلیتی نشان می‌دهد که حاکی از یک فرو نشست کاری در این حوضه رسوبی است. این ته نشست‌ها ریز دانه بوده و پر مایه از بلورهای پیریت هستند که بیانگر رسوبگذاری در محیط دریائی آرام و بدون جریان‌های هوادار (اکسیژن دار) و به نسبت دور از کراشه است. از طرفی شواهد کانی شناختی ارئه شده بیانگر نوعی دگرگونی خفیف است که اندازه‌گیری میزان تبلور پذیری کانی رسی ایلیت در این سنگ‌ها، گذر آن را از مرحله دیاژنز و آنکی زون و ورود به مرحله اپی زون را نشان می‌دهد. همان گونه که می‌دانیم این تفاوت عمده بین رخساره‌های ژرف پهنه ساندج - سیرجان و محیط پلاتفرمی ایران مرکزی است. به علاوه تاثیرات دینامیکی فاز کوهزایی لارامید در گسترش شیبستوزیته و اسلیتی شدن این سنگ‌ها موثر بوده است. سن واحد مورد نظر بر مبنای بررسی محتوای فسیلی آن اوایل کرتاسه پسین (سنومانین - تورونین) است (خانم ف. کشانی - سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۱).

Planomalina aff., buxtorfi, Globotruncana spp., Rotalipora? sp.

در شمال باختر روستای ساروق واحد K^s_2 توسط دایکی با ترکیب الکالی بازالت قطع شده است. ستبرای ناچیز (حدود یک متر)، درازای کم (حدود ۲۰-۱۵ متر) و بریده بریده و منحصر به فرد بودن رخنمون این دایک (فقط یک برونزد) سبب شده که به عنوان یک واحد مستقل در نظر گرفته نشود و تنها به شرح آن در گزارش پرداخته می‌شود. روند آن جنوب خاوری - شمال باختری، رنگ هوازده آن خاکستری تیره و سطح تازه خاکستری گراينده به سبز می‌باشد. رگه و رگچه‌هایی از جنس کوارتز شیری به ضخامت ۱۰ - ۲ سانتیمتر در برخی از قسمت‌های دایک تزریق شده‌اند. بافت میکروسکوپی در این سنگ‌ها از نوع پورفیریتیک با زمینه اینترسرتال - اینترگرانولار است. درشت بلورهای آن‌ها از

پلاژیوکلاز در حد اندزین - لابرادوریت با تجزیه به کلریت، پرهنیت، کربنات و اپیدوت و کانی‌های فرعی از سوزن‌های آپاتیت، اسفن (لوکوکسن) و کانی‌های کدر تشکیل شده است. زمینه در این سنگ‌ها از بلورهای پلاژیوکلاز سدیک تخته‌ای شکل و متقاطع با تجزیه به سریسیت و کلریت تشکیل شده که در فضای بین آن‌ها، بلورهای پیروکسن از نوع تیتان اوژیت با تجزیه شدگی به کلریت و کربنات، و سوزن‌های ترمولیت - آکتینولیت، لکه‌های کربنات و مقادیری اپیدوت دیده می‌شوند. نام این سنگ‌ها در نمودار (کاکس و همکاران، ۱۹۷۹) در قلمرو اندزیت بازالتی و سری ماگمایی آن‌ها در نمودار دو تایی TAS (ایروین و بارگار، ۱۹۷۱) در محدوده مرز بین آلکالن و ساب آلکالن است.

پهنه ایران مرکزی

ژوراسیک زیرین

واحد J^s

تنها رخنمون این واحد در منتهی الیه شمال باختری ورقه در حوالی شمال باختری روستای مخلص آباد دیده می‌شود. ترکیب سنگ شناختی واحد یاد شده از بخش‌های ماسه سنگی مایل به قهوه‌ای گاه خاکستری رنگ که بین لایه‌ها و عدسی‌هایی از شیل یا شیل آهکی دارد تشکیل شده است. ستبرای آن حدود ۱۵۰ متر است. بخش‌های زیرین آن به دلیل پوشیدگی از نظر پنهان و بخش‌های زیرین آن به واسطه گسله تبرته (توزلوگل) در کنار یا بر روی سنگ آهک‌های اسلیتی واحد K^s جای گرفته است. در منطقه مورد بررسی به دلیل نبود سنگواره شاخص و پوشیدگی بخش‌های پایین این واحد تعیین مرز دقیق تریاس بالا (سازند نایبند) با ژوراسیک پایین (سازند شمشک) ممکن نیست. با این وجود آن گونه که در ورقه یکصد هزارم فرمیهن بیان گردید مقایسه چینه نگاری این واحد با سایر نقاط پهنه ایران مرکزی بستگی آن را با ژوراسیک زیرین معادل سازند شمشک را نشان می‌دهد. سنگ‌های واحد مورد مطالعه متوسط (۴۰-۳۰ سانتیمتر) تا ضخیم لایه (۷۰-۸۰ سانتیمتر) می‌باشد. در بافت ماسه سنگ‌ها اندازه ذرات خیلی دانه ریز تا دانه ریز است. از نظر گردش‌دگی نیمه زاویه دار تا نیمه گرد و فشردگی و جور شدگی آن‌ها ضعیف می‌باشد. بلورهای کوارتز گاه با خاموشی موجی، پلاژیوکلاز با تجزیه به سریسیت و کانی‌های رسی، تیغ‌های موسکویت به ندرت خمیده و قطعه‌های چرتی همراه با کانی‌های فرعی زیرکن و کانی‌های کدر در زمینه‌ای از کانی‌های فیلوسیلیکاته نظیر سریسیت - موسکویت و کلریت جای گرفته‌اند. سیمان بین عناصر فوق اکسید آهن است که به گونه رشته‌های ظریف، باریک و ممتد یا پراکنده در فضای بین آن‌ها دیده می‌شود.

کرتاسه زیرین

واحد K^c

در جنوب خاوری ورقه، جنوب خاور روستای کارچان، تعداد کمی از رخنمون‌های این واحد دیده می‌شود. در قسمت‌های، پایین از کنگلومرای قرمز مایل به صورتی و در بالا از تناوب ماسه سنگ صورتی و ماسه سنگ کوارتزیتی خاکستری روشن گراینه به سفید تشکیل شده است. قطعه‌های کنگلومرا از کوارتزیت و ماسه سنگ به اندازه ۲-۳ میلیمتر تا ۳-۴ سانتیمتر است. گردش‌دگی آن‌ها متوسط تا خوب، جور شدگی ضعیف و سیمان بین قطعه‌ها از جنس کربنات آغشته به اکسید آهن می‌باشد. مرز زیرین آن از نظر پنهان، و در مرز زیرین با واحد K^{lb} هم شیب و پیوسته است. ستبرای آن حدود ۱۵-۲۰ متر است. بافت میکروسکوپی در بخش کنگلومرای از نوع لیتوکلاستیک، قطعه‌های بلورین آن کوارتز آواری، قطعه‌های سنگی از جنس کوارتزیت، کوارتز آرنایت و ماسه سنگ آهکی، و سیمان بین این‌ها کربنات آغشته به اکسید آهن است. در بافت بخش ماسه سنگی اندازه ذرات از ریز تا درشت بلور، گردش‌دگی آن‌ها زاویه دار تا نیمه زاویه دار، جور شدگی متوسط تا ضعیف و فشردگی متوسط است. بلورهای کوارتز، فلدسپات، تیغ‌های موسکویت همراه با قطعه‌های چرت، کربنات، کوارتزیت، کوارتز شیبست و سریسیت شیبست در سیمانی از کربنات کلسیم آغشته به اکسید آهن جای گرفته‌اند. گاه در برخی از نمونه‌ها زمینه‌ای از تیغ‌های ظریف سریسیت - موسکویت فضای بین بلورها را پر کرده است. کانی‌های کدر و زیرکن از کانی‌های فرعی در این سنگ‌ها است.

واحد K^{lb}

این واحد به گونه باریکه‌ای در جنوب خاوری ورقه، جنوب خاوری روستای کارچان، رخنمون دارد. ترکیب سنگ شناختی آن از سنگ آهک‌های ضخیم (۷۰ سانتیمتر تا ۱ متر) تا ستبر لایه (حدود ۱ متر) بیومیکرایتی و بیومیکرواسپارایتی اوربیتولین دار خاکستری رنگ تشکیل شده است. مرز زیرین آن با واحد K^c و مرز زیرین با واحد K^{lm} هم شیب و پیوسته است. ستبرای آن حدود ۴۰-۵۰ متر است. درزه‌های کشتی با پر شدگی کربنات کلسیم گه گاه در آن‌ها مشاهده می‌شود. بررسی‌های دیرینه شناختی بر روی محتوای فسیلی این واحد بیانگر کرتاسه پیشین (آپسین) می‌باشد (ف. وکیلی - سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۱).

Orbitolina sp., Dictyoconus sp., Natilocolina sp.

واحد K^{lm}

سنگ آهک مارنی - ماسه‌ای، میکرایتی و بیومیکرواسپارایتی اوربیتولین دار زرد مایل به کرم با بین لایه‌های سنگ آهک بیومیکرایتی ضخیم لایه اوربیتولین دار به رنگ خاکستری، ترکیب سنگ شناختی این واحد را در جنوب خاوری ورقه، جنوب خاور روستای کارچان، تشکیل داده است. بررسی چینه نگاری این واحد بیانگر آن است که در مرز زیرین با واحد K^{lb} و در مرز زیرین با واحد K^l هم شیب و پیوسته است. سنگ آهک‌هایی که پیکره اصلی واحد را ساخته‌اند متوسط (۴۰-۶۰ سانتیمتر) تا ضخیم لایه (۸۰ سانتیمتر تا ۱ متر) و گاه دارای بلورهای مکعبی پیریت هستند. بین لایه‌های واحد یاد شده ضخیم لایه (حدود یک متر) است. ستبرای این مجموعه حدود ۶۰-۷۰ متر است. بافت میکروسکوپی در این سنگ‌ها از نوع میکرایتی و میکرواسپاری می‌باشد. کانی اصلی آن‌ها کربنات کلسیم و ناخالصی‌ها دربرگیرنده ریز بلورهای کوارتز آواری، اندک درشت بلورهای فلدسپات، تیغک‌های موسکویت، لکه‌های کربنات اسپاری و ریز بلورهای کانی‌های کدر است. در برخی از نمونه‌ها آغشتگی به اکسید آهن، آثار سنگواره‌ای و رگه کربنات اسپاری دیده می‌شود. بررسی دیرینه‌شناختی انجام شده توسط (ف. وکیلی - سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۱) سن نمونه‌های اوربیتولین دار واحد مورد مطالعه را کرتاسه پیشین (آپسین - آلبین؟) معرفی می‌کند.

Natilocolina oolithica, Orbitolina sp., Iraqia sp., Dictyoconus sp.

واحد K^l

رخنمون‌های این واحد در جنوب خاوری ورقه، جنوب خاوری روستای کارچان، دربرگیرنده سنگ آهک ماسه‌ای و بیومیکرایتی اوربیتولین دار به رنگ خاکستری مایل به قهوه‌ای است. مرز زیرین آن با واحد K^{lm} هم شیب و پیوسته و مرز زیرین به دلیل عدم همجواری با واحدهای جوانتر از نظر پنهان است. ستبرای آن حدود ۲۰-۱۵ متر می‌باشد. آثار درزه‌های کشتی با پر شدگی کربنات کلسیم در این سنگ‌ها دیده می‌شود. سنگ آهک‌های واحد یاد شده متوسط (۴۰-۵۰ متر) تا ضخیم لایه (۷۰-۸۰ سانتیمتر) هستند. بررسی میکروفسیلی‌های واحد مورد مطالعه سن کرتاسه پیشین (آپسین - آلبین؟) را نشان می‌دهد (ف. وکیلی سازمان زمین شناسی - ۱۳۸۱).

Dictyoconous arabicus, Orbitolina sp., Lituonella sp., Valvuliammina sp., Lenticulina sp., Textularia sp.

پالئوزن**ائوسن**

بررسی‌های انجام شده در ورقه یکصد هزارم وفس و فرمهین (شمال و شمال باختر ورقه اراک) ستبرای شایان توجهی از سنگ‌های ائوسن (افزون بر ۳۰۰۰ متر) را در زیر سازند قم نشان می‌دهد که همگی به پهنه ارومیه - دختر وابسته هستند. با این وجود در شمال خاور منطقه مورد مطالعه به جز رخنمون کوچک و محدودی از سازند قم هیچ گونه آثاری از رخنمون‌های OM^{Om} مشاهده نشد، و بخش عمده‌ای از ورقه در پهنه سنندج - سیرجان جای دارد. بر این اساس در برش تهیه شده از بخش شمال خاوری ورقه، در زیر سازند قم محدوده‌ای به نام واحد آتشفشانی ائوسن (VOLCANICEOCENE) گنجانیده شده که بیشتر جنبه‌های قیاسی با ورقه‌های مجاور دارد.

نئوژن

میوسن

واحد OM^{Om}_q (سازند قم)

رخنمون‌های کوچک آن در شمال ورقه، شمال خاوری روستای نوده، دیده می‌شود. ترکیب سنگ شناختی آن از مارن ماسه‌ای و ماسه سنگ خاکستری تا سبز با بین لایه‌های سنگ آهک ماسه‌ای و توفیت کرم رنگ تشکیل شده است. گستره محدود این واحد و عدم همجواری آن با واحدهای کهن‌تر یا جوان‌تر موجب دشواری در تعیین ارتباط چینه‌ای با آن‌ها است. با این حال براساس ورقه یکصد هزارم فرم‌هین این واحد با واسطه واحد OM^{lm}_q (در این ورقه رخنمون ندارد) به گونه هم شیب و پیوسته در زیر واحدهای M^{msc} و Ng^v جای گرفته است. بررسی میکروسکوپی توفیت‌ها، بافت آن‌ها را کلاستیک نشان می‌دهد. قطعه‌های بلورین آن‌ها از بلورهای کوارتز با خاموشی موجی و تبلور دوباره و بلورهای فلدسپات با تجزیه شدگی به کانی‌های رسی، و قطعه‌های سنگی از کوارتزیت، سربیسیت کوارتز شیبست، کوارتز سربیسیت شیبست، تراکی اندزیت، چرت، کربناته و آثار سنگواره‌ای تشکیل شده است. ستبرای آن حدود ۱۵۰ - ۱۰۰ متر برآورد می‌شود. با وجود اینکه در حالت عمومی سن سازند قم به الیگوسن - میوسن نسبت داده شده ولی سنگواره‌های میکروسکوپی بدست آمده از این واحد توسط (ق. عسگری - سازمان زمین شناسی ۱۳۸۱) بررسی و سن میوسن پیشین (بوردیگالین) پیشنهاد شده است.

Nealveolina melo group?, *Dendritina ranji*, *Nealveolina sp.*, *Miogypsina sp.*, *Miogypsinoidea sp.*, *Elphidium sp.*, *Amphistegina sp.*, *Valvulina sp.*, *Miliolids*, coral, *Gastropod*, *Mesophyllum sp.*, *Lithothamnium sp.*, Red Algae frag.

واحد M^{msc}

تنها رخنمون این واحد در منتهی الیه شمال خاوری ورقه، شمال روستای سیاوشان، دیده می‌شود. همان گونه که پیش از این بیان شد واحد مورد بررسی با واسطه واحد OM^{lm}_q هم شیب و پیوسته بر روی واحد M^{ms}_q جای دارد. مرز زیرین با واحد Ng^v هم شیب و پیوسته است. ترکیب سنگ شناختی آن از ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز تا سبز همراه با سنگ رس، مارن گچ‌دار و توفیت است (سازند قرمز بالایی). چنین می‌نماید که ستبرای این مجموعه رسوبی حدود ۲۰۰-۱۵۰ متر باشد. بافت میکروسکوپی در توفیت‌ها، کلاستیک و قطعه‌های بلورین آن‌ها، کوارتز با خاموشی موجی و فلدسپات با آثار تجزیه به کانی‌های رسی و سربیسیت است. قطعه‌های سنگی دربرگیرنده سربیسیت شیبست، کوارتز شیبست، اسلیت، کربناته، چرت، تراکیت و آثار سنگواره‌ای است که همراه با بلورها در سیمانی از کربنات کلسیم جای گرفته‌اند.

واحد Ng^v

این گروه از سنگ‌های آتشفشانی با جایگیری بر روی بخشی از سنگ‌های سازند قم به تکاپوی ماگمایی پس از اکتیانین یا بوردیگالین وابسته هستند. این سنگ‌ها که روی بخشی از سازند قرمز بالایی را می‌پوشانند، در یک محیط قاره‌ای به جای نهاده شده‌اند و بخش‌های زیرین آن‌ها دارای لایه‌های ماسه‌ای و کنگلومرای قرمز رنگ است که می‌توان آن‌ها را هم ارز سازند قرمز بالایی دانست. از این رو، بخشی از سنگ‌های آتشفشانی نئوژن معادل سازند قرمز بالایی است. از طرفی نبود ته نشست‌های سنگواره‌دار شناساننده در بالای ردیف سنگ‌های آتشفشانی یاد شده تعیین سن دقیق آن‌ها را ناممکن می‌سازد ولی تکه‌هایی که خاستگاه آن‌ها سنگ‌های آتشفشانی است در ردیف سنگ‌های آواری نئوژن پایانی یافت می‌شود. بنابراین سنگ‌های نئوژن پس از میوسن پیشین پدید آمده و به احتمال، تا پلیوسن نیز ادامه دارد. بر اساس پهنه بندی ساختاری چهار گوش قم منطقه مورد مطالعه در بخش آشتیان - نراق از زیر پهنه مرکزی جای دارد. در پیرامون آشتیان سنگ‌های آذر آواری خاکستری رنگ با ترکیب میانه و در حوالی گرکان گدازه‌های خاکستری تیره با ترکیب گراینده به بازیک مشاهده می‌شوند. ترکیب شیمیایی سنگ‌های بازیک قلیایی است در حالی که انواع میانه، گرایش کالکو آکالن دارند (امامی، ۱۳۷۰).

بررسی‌های انجام شده در نقشه یکصد هزارم فرم‌هین واحد یاد شده را در خاور گرکان (شمال باختر آشتیان) مجموعه‌ای گسترده از برش‌های آتشفشانی با ترکیب میانه تا بازیک همراه با گدازه‌های اندزیتی و اندزی بازالتی نشان می‌دهد. در

نمودار نامگذاری (کاکس و همکاران، ۱۹۷۹) ترکیب شیمیایی گدازه‌ها در محدوده اندزیت است. سری ماگمایی آن‌ها در نمودار دوتایی TAS (ایروین و بارگار، ۱۹۷۱) ساب آلكالن و در نمودار سه تایی AFM (ایروین و بارگار، ۱۹۷۱) کالکو آلكالن می‌باشند (ج. رادفر و ر. کهنسال، ۱۳۷۹).

رخنمون‌های کم تعداد و محدود این واحد در شمال خاور ورقه مورد مطالعه، در شمال خاور روستای فیض آباد و شمال روستای سیاوشان (جنوب باختر آشتیان و گرکان واقع در یکصد هزارم فرمپین)، دیده می‌شود. واحد یاد شده تپه ماهوری است و رنگ عمومی خاکستری تیره دارد. با این حال فرآیند هوازدگی بر روی سنگ‌های آتشفشانی موجب پدیدار شدن رنگ‌های صورتی، خاکستری روشن و گاه سبز کم رنگ شده است. ترکیب سنگ شناختی در واحد مورد بررسی برش آتشفشانی با ترکیب هیالوآندزیت - هیالوتراکی اندزیت و تراکی اندزیتی است. اندازه قطعه‌ها از ۳-۴ سانتیمتر تا حدود ۱ متر در نوسان است. همان گونه که پیش از این بیان شد گسترش کم گدازه‌های این واحد موجب شده آن‌ها بیشتر در چهره بین لایه‌هایی در داخل برش‌ها جلوه‌گر شوند. با وجود پیمایش‌های صحرایی پر تعداد انجام شده در این منطقه اثری از گدازه‌ها یافت نشد. لذا تنها به شرح سنگ شناختی قطعه‌هایی که از برش‌های آتشفشانی بدست آمده می‌پردازیم:

بافت نمونه‌های هیالوآندزیتی - هیالو تراکی‌اندزیتی پورفیریتیک با زمینه‌های شیشه تجزیه و اکسیده شده و کریپتوکریستالین - میکرولیتی است. درشت بلورها دربرگیرنده انواع زیر است:

- پلاژیوکلاز با ترکیب در حد الیگوکلاز - اندزین، با ساختمان منطقه‌ای، بافت غربالی و حواشی تحلیل رفته، و آثار تجزیه به کربنات، کانی‌های رسی و فلدسپات آلكالن، و دربردارنده‌هایی از ریز بلورهای پیروکسن.

- پیروکسن با حواشی تحلیل رفته و بافت تجمعی.

- آمفیبول با حواشی تحلیل رفته و اکسیده.

کانی‌های فرعی سوزن‌های آپاتیت و کانی‌های کدر است. زمینه از شیشه باز بلورین به بلورهای فلدسپاتیک، همراه با میکرولیت‌های پلاژیوکلاز در حد سدیک، ریز بلورهای پیروکسن، ریز بلورهای مافیک‌ایدنگسیتی شده و لکه‌های کربنات تشکیل شده است.

در انواع تراکی‌اندزیتی بافت میکروسکوپی از نوع پورفیریتیک با زمینه‌های فلسیک و کریپتوکریستالین - میکرولیتی است. درشت بلورها از پلاژیوکلاز با ترکیب در حد اندزین با ساختمان منطقه‌ای، بافت غربالی و حواشی تحلیل رفته، و پیروکسن تشکیل شده که در زمینه‌ای از میکرولیت‌های پلاژیوکلاز، ریز بلورهای فلدسپاتیک و پیروکسن جای دارند. کانی‌های کدر و سوزن‌های آپاتیت در شمار کانی‌های فرعی این سنگ‌ها هستند.

پلیوسن

واحد PI^1

تپه ماهورهای این واحد در شمال خاوری ورقه، از بخش‌های جنوبی روستای چشمه خانوردی تا پیرامون روستای سیاوشان، گسترش دارد و دربرگیرنده کنگلومرای ولکانوژنیک به رنگ خاکستری تیره تا سبز است. مرز زیرین آن به دلیل عدم همجواری با واحدهای کهن تر از نظر پنهان و مرز زیرین با واحد PI^2 هم شیب و پیوسته است. قلوه‌ها بیشتر از سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب اندزی بازالت، تراکی‌اندزیت و هیالوآندزیت و اندازه آن‌ها از ۲ سانتیمتر تا حدود ۱ متر در نوسان است. جورشدگی آن‌ها ضعیف، گردشدگی متوسط تا خوب، سخت شده و سیمان بین قلوه‌ها کربناتی است. شیب این واحد کم و نزدیک به ۱۵-۱۰ درجه به سوی جنوب باختر است.

واحد PI^2

این واحد در شمال خاوری ورقه، جنوب روستای چشمه خانوردی، به چهره مناطقی مرتفع تر از واحد PI^1 به گونه هم شیب و پیوسته بر روی آن جای دارد. ترکیب سنگ شناختی آن از کنگلومرای ولکانوژنیک به رنگ خاکستری تیره می‌باشد. جنس قلوه‌ها بیشتر از سنگ‌های آتشفشانی نئوژن دربرگیرنده اندزی بازالت، هیالوآندزیت و تراکی‌اندزیت، و اندازه برخی از آن‌ها حدود نیم متر است. گرد شدگی آن‌ها متوسط تا خوب، جورشدگی ضعیف و زمینه بین قلوه‌ها از

مواد آتشفشانی ریزدانه (خاکستر، لاپیلی) و گاه رسوبی (مواد رسی و ماسه‌ای) است. عدم وجود سیمان مناسب موجب پراکندگی قطعه‌ها به اطراف شده است.

کوآترنری

واحدهای Q_1^f و Q_1^f

این واحدها شامل انباشته‌هایی است که، به گونه معمول، در حاشیه آبراهه‌ها به چهره پادگانه‌های آبرفتی بلند و در دامنه کوه‌ها به گونه مخروط افکنه (Q_1^f) دیده می‌شوند. این نهشته‌ها در برگیرنده مجموعه‌هایی از کنگلومرا همراه با افق‌هایی از سنگریزه است که دارای جورشدگی ضعیف، گردشدگی خوب و سخت شدگی متوسط هستند. اندازه قطر قطعه‌های این واحد از ۵ سانتیمتر تا Q_1^f متر در تغییر است.

واحدهای Q_1^f و Q_2^f

این نهشته‌ها به گونه معمول در سطوح گوناگون توپوگرافی ولی در ترازهای پست‌تری نسبت به واحد Q_1^f آشکار می‌شوند و انباشته‌های یاد شده در برگیرنده نهشته‌های مخروط افکنه‌ای (Q_2^f) و ته نشست‌های سخت نشده قله‌دار است. ستبرای این واحد متغییر و گاه تا چند متر می‌رسد.

واحد Q^{al}

این انباشته‌ها بیشتر به چهره ریگ و ماسه‌های ریز دانه و عناصر درشت هستند که در اثر بارندگی‌های شدید و جریان سیلاب‌ها در بستر رودخانه‌های منطقه بر جای نهاده شده‌اند.

واحد Q^{cf}

این واحد به گستردگی در بخش‌هایی از شمال باختر تا جنوب خاور ورقه دیده می‌شود. این‌ها به چهره کفه‌ها یا پلایه‌هایی در برگیرنده رس و سیلت‌های سست حاوی نمک هستند. در میان این واحد نیز می‌توان یک فرآیند فرسایش خطی را مشاهده کرد.

واحدهای Q^{mf} , Q^{sf} , Q^{sl}

بخشی از دشت‌های شمال خاوری شهر اراک که در نواحی میانی ورقه جای دارد توسط دریاچه فصلی کویر میقان اراک یا دریاچه توزلوگل (Q^{sl}) اشغال شده است. این دریاچه به شکل یک حوضه سه گوش در مرز میان پهنه‌های سنندج - سیرجان و ایران مرکزی دیده می‌شود (شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش قم). از آنجا که راستای بخش طولی دریاچه شمال باختری - جنوب خاوری ($140^\circ - 145^\circ - N$) است و با روند گسله توزلوگل (مرز ما بین پهنه‌های یاد شده) هماهنگی دارد، به نظر می‌رسد این گسله در پیدایش آن نقش مهمی داشته است. ویژگی ممتاز دریاچه در بین کوهستان‌های اطراف آن سبب شده، تمام رودخانه‌هایی که از نواحی شمالی، شمال باختری، خاوری و جنوبی آن سرچشمه می‌گیرند همراه با سفره‌های آب زیر زمینی مربوطه، آن را تغذیه کنند. از بخش‌های مرتفع به طرف دریاچه شیب توپوگرافی کمتر شده و ذرات رسوبی ریزتر می‌شوند. اطراف آن از رسوب‌های دانه ریز رس و سیلت (Q^{sf}) تشکیل شده است. اگر از این محل به طرف دریاچه حرکت کنیم ابتدا پهنه‌های رسی به نسبت هموار (Q^{mf})، سپس زمین‌های باد کرده و پهنه‌های مرطوب آغشته به نمک (Q^{sf}) و پس از آن قشر نمک (Q^{sl}) دیده می‌شود که هر چه به وسط دریاچه نزدیک‌تر شویم ستبرای قشر نمک بیشتر می‌شود و در وسط آن، آب اشباع از نمک وجود دارد (گزارش مقدماتی کویر اراک - م.ح. ایرانمنش - سازمان زمین شناسی - ۱۳۵۱).

واحد Q^c

این واحد در برگیرنده بخش‌هایی است که هم اکنون به مناطق کشاورزی تبدیل شده‌اند.

سنگ‌های نفوذی

واحد mo

این واحد در پیرامون روستاهای داین، انجیرک و باختر شهر اراک به پیکر مونزودیوریت - مونزونیت و در مجاور روستای نظم آباد به چهره مونزوگابرو نمایان می‌شود. رنگ ظاهری این سنگ‌ها خاکستری روشن مایل به قهوه‌ای و سطح شکسته آن‌ها گراینده به خاکستری تا سبز کم رنگ است. این توده‌های کوچک، واحد سنگی k^{sl} را قطع کرده و خود

توسط رگه و رگچه‌هایی از جنس کوارتز شیری به قطر حدود ۳-۶ سانتیمتر بریده شده‌اند. در نمونه‌های حدواسط (نوع اول) بافت‌های گرانولار، گرانولار - مونزونیتی و پورفیریستیک با زمینه اینترسرتال دیده می‌شود. کانی‌های اصلی دربرگیرنده انواع زیر است:

- پلاژیوکلاز با ترکیبی در حد الیگوکلاز - اندزین که به اپیدوت، کلریت، سریسیت، کربنات و کانی‌های رسی تجزیه شده‌اند. همچنین در برداری‌هایی از سوزن‌های آپاتیت، آغشتگی به اکسید آهن، تحلیل و تبدیل حواشی به فلدسپات آلکالن نیز در آن‌ها دیده می‌شود.

- فلدسپات آلکالن با تجزیه‌شدگی به کانی‌های رسی که در برخی نمونه‌ها در برداری‌هایی از سوزن‌های آپاتیت در آن‌ها دیده می‌شود.

- کلینوپیروکسن (تیتان اوژیت) که به کربنات تجزیه شده است.

از کانی‌های فرعی دیگر این سنگ‌ها باید به کانی‌های کدر، ایلمنیت، تیتانومگنتیت، لوکوکسن و تورمالین اشاره نمود. در فضای ما بین این بلورها بلورهای کلریت، قالب کانی‌های مافیک صفحه‌ای شکل، لکه‌های کربنات آغشته به اکسید آهن، ریز بلورهای کوارتز با تبلور دوباره و تیغک‌های سریسیت - موسکویت جای گرفته است.

بررسی میکروسکوپی نمونه‌های مافیک (نوع دوم)، بافت آن‌ها را گرانولار - افیتیک تا ساب افیتیک و هتروگرانولار نشان می‌دهد. درشت بلورها دربرگیرنده پلاژیوکلاز در حد اندزین - لابرادوریت با تجزیه به کانی‌های رسی، سریسیت - موسکویت، کلریت و ادخال‌هایی از سوزن‌های آپاتیت، کلینوپیروکسن (تیتان اوژیت) با تبدیل به ترمولیت - اکتینولیت، قالب کانی‌های مافیک صفحه‌ای شکل که تمام آن به کلریت و لوکوکسن تجزیه شده است. در فضای بین بلورها کلریت به همراه مقادیری اپیدوت و تیغک‌های ترمولیت - اکتینولیت دیده می‌شود.

نام این سنگ‌ها در نمودار (دولاروش، ۱۹۸۰) در قلمرو مونزونیت - مونزودیوریت و سری ماگمایی آن‌ها در نمودار دو تایی TAS (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) در محدوده ساب آلکالن و در نمودار سه تایی AFM (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) در محدوده کالک آلکالن جای دارند.

بررسی‌های صحرایی و نمونه برداری‌های انجام شده از حواشی این توده‌های نفوذی بیانگر آن است که ترکیب آن‌ها در حد میکرومونزودیوریت و بافت میکروسکوپی آن‌ها میکروگرانولار - اینترسرتال است. بلورهای پلاژیوکلاز در حد الیگوکلاز - اندزین با تجزیه شدگی به کانی‌های رسی، سریسیت - موسکویت، کلریت و کربنات، فلدسپات آلکالن با تجزیه به کانی‌های رسی و سریسیت موسکویت، و بلورهای بیوتیت که به کلریت و لوکوکسن تجزیه شده‌اند کانی‌های اصلی این سنگ‌ها است. بلورهای فلدسپات متقاطع قرار گرفته‌اند و در فضای بین آن‌ها بلورهای کلریت، لکه‌های کربنات آغشته به اکسید آهن و به میزان کم ریز بلورهای کوارتز با تبلور دوباره دیده می‌شود. نام این سنگ‌ها در نمودار (دولاروش، ۱۹۸۰) در قلمرو مونزودیوریت و سری ماگمایی آن‌ها در نمودار دو تایی TAS (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) در محدوده ساب آلکالن و در نمودار سه تایی AFM (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) در محدوده کالک آلکالن جای دارند.

واحد mmd

برونزدهای این واحد در شمال باختر روستای مهرآباد از سنگ‌های میکرودیوریتی - میکرومونزودیوریتی و در باختر روستای مرزیجران میکرومونزو گابرو - میکرومونزودیوریتی است که در واحد k^{sl} نفوذ کرده‌اند. این سنگ‌ها رنگ هوازده خاکستری روشن مایل به قهوه‌ای و سطح تازه خاکستری دارند. رگه و رگچه‌هایی از کوارتز شیری رنگ به قطر ۲-۵ سانتیمتر، گاه تا حدود ۳۰-۲۰ سانتیمتر آن‌ها را قطع کرده است. در سنگ‌های حد واسط، بافت پورفیریستیک با زمینه اینترسرتال و اینترسرتال دیده می‌شود. بلورهای پلاژیوکلاز سدیک با تجزیه شدگی به سریسیت - موسکویت، کلریت، کانی‌های رسی و کربنات، بلورهای فلدسپات آلکالن با تجزیه به کانی‌های رسی و سریسیت، و قالب کانی‌های مافیک صفحه‌ای شکل با تجزیه کامل به کلریت و اسفن (لوکوکسن) همراه با کانی‌های فرعی زیرکن و آپاتیت در زمینه‌ای از بلورهای کلریت، لکه‌های کربنات آغشته به اکسید آهن، تیغک‌های رشد یافته موسکویت، ریز بلورهای کوارتز باز بلورین و کانی‌های کدر جای گرفته‌اند. بافت سنگ‌های بازیگ، پورفیریستیک با زمینه اینترسرتال و در

بخش‌هایی افیتیک تا نیمه افیتیک است. کانی‌های اصلی سازنده این سنگ‌ها، پلاژیو کلاز با ترکیب آندزین - لابرادوریت و پیروکسن در حد تیتان اوژیت با تجزیه شدگی به کربنات است. کانی‌های فرعی در برگیرنده درشت بلورهای آپاتیت، لوکوکسن و کانی‌های کدر می‌باشد. زمینه آن‌ها از بلورهای فلدسپات سدیک با تجزیه به سریسیت - موسکویت و کانی‌های رسی، قالب بلورهای مافیک صفحه‌ای شکل با تجزیه کامل به کلریت و لوکوکسن، لکه‌های کربنات، و بلورهای کلریت تشکیل شده است. نام این سنگ‌ها در نمودار (دولاروش، ۱۹۸۰) در قلمرو الیوین گابرو و آلکالی گابرو و سری ماگمایی آن‌ها در نمودار دو تایی TAS (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) در محدوده آلکالن و ساب آلکالن و نمونه‌های ساب آلکالن در نمودار سه تایی AFM (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱) در محدوده کالک آلکالن جای دارند.

در بررسی محل تماس واحدهای نفوذی با سنگ‌های رسوبی کرتاسه پیشین، آثاری چون افزایش درجه شکنندگی و براق‌شدگی دیده می‌شود که احتمال پدیده دگرگونی مجاورتی را تداعی می‌کند. با این وجود پژوهش‌های میکروسکوپی بر روی نمونه‌های اخذ شده دلایل روشنی را مبنی بر دگرگونی آن‌ها نشان نداد.

زمین شناسی ساختمانی

بر پایه تقسیم بندی پهنه‌های ساختاری (Structural zone) (اشتوکلین، ۱۹۶۸)، منطقه مورد بررسی به گونه عمده در دو پهنه ایران مرکزی و سنندج - سیرجان جای دارد. بر اساس پژوهش‌های صحرایی تمام راستای گسله توزلوگل با روند شمال باختری - جنوب خاوری در دشت‌های آبرفتی ورقه مورد مطالعه از نظر پنهان است. با این وجود بررسی‌های پیشین (م. ه. امامی - ۱۳۷۰، ج. رادفر و ر. کهنسال - سازمان زمین شناسی - ورقه‌های یکصد هزارم فرمپین، ۱۳۷۹ و یکصد هزارم وفس، ۱۳۸۱) نشان می‌دهد که این گسله منطقه را به دو حوضه جداگانه در طرفین خود تقسیم می‌نماید.

- بخش شمال خاوری و جنوب خاوری گسله توزلوگل
در این محدوده پهنه ایران مرکزی دربرگیرنده رخنمون‌های محدودی از سنگ‌های رسوبی کرتاسه زیرین، میوسن و برش‌های آتشفشانی نئوزن است.

- بخش شمال باختری - جنوب باختری - جنوبی گسله توزلوگل
واحدهای رسوبی در گستره مورد نظر نواحی کم ارتفاعی هستند که ته نشست‌هایی از دوران مزوزوئیک مربوط به پهنه سنندج - سیرجان را دربرمی‌گیرند. در این ناحیه واحدهایی از ژوراسیک و کرتاسه زیرین تا بالایی با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری دیده می‌شود که به میزان ناچیزی دگرگون شده‌اند.

در ورقه مورد مطالعه شکستگی‌ها از دو گروه اصلی و فرعی تشکیل شده‌اند. دسته اول گسله‌های فشاری با روند همگانی شمال باختری - جنوب خاوری که بیشترین اثر را بر حالت ریخت شناسی منطقه داشته‌اند. دسته دوم گسله‌های راستا لغز با روندهای شمالی - جنوبی و شمال باختری - جنوب خاوری می‌باشند. محور چین‌های منطقه با روند گسله‌های فشاری نزدیک است. در زیر به شرح گسله‌های مهم و آنگاه چین خوردگی‌ها می‌پردازیم.

گسله‌ها بر دو نوع هستند:

- گسله‌های فشاری

- گسله‌های امتداد لغز

- گسله‌های فشاری

گسله توزلوگل

این گسله با راستای شمال باختری - جنوب خاوری، سازوکاری امتداد لغز و فشارشی (معکوس) دارد و دنباله گسله‌های تبرته (ورقه یکصد هزارم فرمپین) و کوت آباد (ورقه یکصد هزارم وفس) است که از شمال باختری ورقه وارد منطقه شده، با عبور از بخش‌های میانی (خاورروستای میقان) و دریاچه توزلوگل از منتهی الیه جنوب خاوری آن خارج می‌شود (درازیایی برابر با قطر ورقه اراک) به گونه‌ای که تمام طول آن در زیر پوشش آبرفت‌های کوتاه‌تری از نظر پنهان است. گسله مورد بررسی با راستای $N 145^{\circ} E$ مرز مشخصی میان رشته کوه‌های سنندج - سیرجان و ایران مرکزی است.

این مرز که بیگمان قدیمی است، در زمان کرتاسه پیشین کاری بوده و حوضه بر قاره‌ای (Epicontinental) ایران مرکزی با فرونشست ضعیف را از حوضه سنندج - سیرجان با فرونشست کاری جدا می‌نماید (م.ه.امامی، ۱۳۷۰). همان گونه که در شرح واحد Q^{sl} بیان شد، نقش گسله توزلوگل در تشکیل دریاچه کویر میقان اراک انکار ناپذیر است زیرا بخش باختری (طولی) دریاچه با روند شمال باختری - جنوب خاوری خطواره‌ای است که با راستای گسله توزلوگل هماهنگ می‌باشد، به نظر می‌رسد درک این موضوع تنها از بررسی تصویر ماهواره‌ای و عکس هوایی این بخش از دریاچه ممکن باشد زیرا تمام این بخش‌ها به وسیله انباشته‌های کواترنری پوشیده شده‌اند.

گسله تلخاب

این گسله با سازوکار امتداد لغز و فشارشی (راندگی) در بخش شمال خاوری گسله توزلوگل (شمال خاور ورقه اراک) با راستای شمال باختری - جنوب خاوری وارد منطقه می‌شود، از مجاور روستای دستجرده عبور کرده، سپس با همان روند از مرز ورقه خارج می‌شود. این گسله دنباله گسله تلخاب (ورقه یکصد هزارم فرمهین) می‌باشد و به تقریب تمام درازای ۲۴ کیلومتری آن در زیر پوشش آبرفت‌های کواترنری از نظر پنهان است. از شمال باختر تا جنوب خاور روستای فیض آباد بخشی از رسوب‌های کواترنری (Q_1^i) توسط شاخه فرعی این گسله بریده شده است. آمیختن داده‌های تصویر ماهواره‌ای، عکس هوایی و تفسیر آن‌ها نقش مهمی در شناخت گسله مورد نظر داشته است.

- گسله‌های امتداد لغز (Strike slip Fault)

در مناطق مورد مطالعه، گسله‌هایی که روند تقریبی شمال باختری - جنوب خاوری و گاه شمالی - جنوبی دارند امتداد لغز به شمار می‌آیند. با این حال در بعضی از نقاط از جمله در شمال باختری ورقه، روند یاد شده شمال خاوری - جنوب باختری است. این گسله‌ها ساختمان‌های چین خورده و گسله‌های اصلی را بریده‌اند و در برخی موارد جابجا کرده‌اند. گسترش طولی این‌ها نسبت به گسله‌های فشاری کمتر ولی شیب بیشتری دارند، آن چنان که گاه تند و نزدیک به قائم هستند. ویژگی جابجایی در راستای گسله‌های امتداد لغز از نوع راستا لغز (چپ بر یا راست بر) است.

بررسی مراحل گوناگون کوهزایی و چین خوردگی

در منطقه مورد مطالعه اثری از ژوراسیک میانی - بالایی نیست. به نظر ج. حاجیان (۱۹۷۰) شاید در این زمان و به ویژه در ژوراسیک زبرین، نواحی مورد نظر، چون برخی از نقاط ایران، از آب بیرون بوده است (م.ه.امامی، ۱۳۷۰). در بیشتر نواحی ایران زمین سازوکار فاز کوهزایی میان ژوراسیک بالا و کرتاسه پایین (کیمبرین پسین) موجب شده که سنگ آهک‌های کرتاسه پایین با کنگلومرای قاعده‌ای و به گونه دگرشیب و زاویه‌دار بر روی واحدهای کهن‌تر جای گیرند. در ورقه اراک، سنگ آهک‌های یاد شده با واحدهای کهن‌تر (ژوراسیک پایین) همجوار نیستند با این وجود در جنوب خاور ورقه رخنمون‌های محدودی از واحد کنگلومرای قاعده کرتاسه دیده می‌شود، که این ناپیوستگی در راهنمای نقشه در نظر گرفته شده است.

نبود میان واحدهای سنگی کرتاسه بالا و پایین، مربوط به فاز کوهزایی است که در قاعده سنومانین رخ می‌دهد. این فاز در ایران مرکزی به خوبی دیده می‌شود.

در این ناحیه به دلیل رخنمون نیافتن واحدهای سنگی پالئوژن، جنبش‌های فاز کوهزایی سرآغاز دوره ترشیری (لارامید) که پس از کرتاسه و پیش از ائوسن اتفاق افتاده و منجر به تشکیل کنگلومرای قاعده ائوسن شده و یا رخدادهای زمین ساختی سرانجام‌های ائوسن زبرین و سرآغازهای الیگوسن (پیرنه ئن) که سبب نهشته شدن سازند قرمز زبرین شده، مشاهده نمی‌شود.

در ورقه اراک، رخنمون‌های نئوژن با نهشته‌های دریایی کم ژرفا (به گونه اساسی از سنگ آهک و مارن) مربوط به میوسن پیشین (بوردیگالین) شروع شده است و با سنگ‌های آتشفشانی پایان می‌یابد.

حرکات کوهزایی بعد از پلیوسن در سرانجام پلیوسن و سرآغاز کواترنری (والاشین یا پاسادنین) موجب چین خوردگی نهشته‌های پلیوسن و دگرشیبی در قاعده کواترنری شده و منطقه شکل نهایی و امروزی خود را به دست آورده است. در ورقه اراک ساختمان‌هایی چین خورده یافت می‌شوند که با گسله‌های فشاری وابستگی نزدیک دارند. این ساختمان‌ها به گونه عمده تاقدیس یا ناودیس‌اند و از نظر فراوانی بیشترین گسترش آن‌ها در بخش شمال باختری - جنوب باختری

گسله توزلوگل (باختر ورقه) است. از آن جمله باید به ساختمان‌هایی در باختر شهر اراک، باختر - جنوب باختر روستای مرزیجران و شمال باختر روستای نوازن اشاره نمود که همگی در واحد آهکی - اسلیتی K^sl_1 جای دارند. روند محوری آن‌ها به تقریب با راستای گسله یاد شده موازی است. علاوه بر این‌ها در بخش جنوب خاوری گسله توزلوگل (جنوب خاور ورقه در شمال باختر روستای کارچان) در سنگ آهک‌های کرتاسه زیرین ناودیس کوچکی دیده می‌شود که هسته آن از آهک‌های واحد K^1 و روند محور آن موازی با گسله اخیر است. سازوکار گسله‌های فرعی علاوه بر ایجاد تفاوت‌هایی در میزان شیب یال‌های این ساختمان‌های چین خورده موجب گسیختگی و در مواردی جابجایی در محور آن‌ها شده است.

زمین شناسی اقتصادی

در منطقه مورد مطالعه آثار معدنی به گونه کانه‌های غیرفلزی به شرح زیر شناخته شده است.

سولفات سدیم

همان گونه که در شرح چینه نگاری واحدهای کواترنری بیان شد دریاچه کویر میقان اراک در بخش میانی ورقه و در مجاور روستایی به همین نام جای دارد. معدن سولفات سدیم میقان در قسمت جنوبی از بخش میانی دریاچه (واحد Q^1)، حدود ۸ کیلومتری جنوب خاور روستای میقان دیده می‌شود. بر اساس بررسی‌های انجام شده (طرح اکتشاف املاح تبخیری در روستای طرمزد اراک فاز ۱، اداره کل معادن و فلزات استان مرکزی، ۱۳۷۸) بزرگ‌ترین ذخایر سولفات سدیم کشور، در پلايای میقان استان مرکزی جای دارد. در طبیعت چهل نوع کانی سولفات سدیم با ترکیبات مختلف وجود دارد، ولی در منطقه مورد مطالعه بیشتر به صورت کانی‌های میرابلیت، تناردیت و گلوبریت یافت می‌شود. با توجه به آزمایش XRD از نمونه‌های شده (توسط طرح اکتشاف املاح تبخیری در روستای طرمزد اراک فاز ۱، اداره کل معادن و فلزات استان مرکزی، ۱۳۷۸) به همراه کانی‌های یاد شده، کانی‌های دیگری مثل: ژپس، هالیت، ایگستریت (Eugsterite)، کوارتز و کانی‌های رسی نیز یافت می‌شود. کارهای اکتشاف آن در سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲ انجام شده و از سال ۱۳۷۵ به بعد در حال بهره‌برداری است. در این مرحله، ابتدا توسط بیل مکانیکی باطله سطحی جدا شده، سپس ماده معدنی به اندازه ۰/۵ الی ۱ متر برداشت می‌شود. این ماده موارد مصرف گوناگون دارد، از آن جمله باید به صنایع شوینده‌ها، کاغذ سازی، شیشه سازی، دباغی، رنگریزی، تولید اسفنج‌های مصنوعی و داروسازی اشاره نمود (سازمان صنایع و معادن استان مرکزی).

نمک

از گذشته‌های دور تولید نمک خوراکی در حاشیه باختری دریاچه کویر میقان اراک رایج بوده است. جهت بهره‌برداری از نمک در اطراف دریاچه چهار نقطه (نزدیک روستاهای میقان، راهزان و طرمزد) وجود دارد که توسط حوضچه‌هایی نمک آن‌ها برداشت می‌شود. مهم‌ترین آن‌ها در ۳ کیلومتری شمال خاور روستای میقان و در حاشیه شمال باختری دریاچه کویر میقان اراک جای دارد. این حوضچه‌ها به اندازه حدود 16×8 متر و عمق متوسط ۲ متر در اواخر تابستان حفر می‌گردد (نزدیک به ۴۰ سانتیمتر زیر سطح ایستایی). آب‌های اشباع از نمک وارد این حوضچه‌ها می‌شود و در اثر تبخیر، قشری از نمک روی سطح زمین باقی می‌ماند که وقتی ضخامت قشر نمک به مقدار قابل ملاحظه‌ای رسید (۱ تا ۴ سانتیمتر از آن توسط بیل جمع‌آوری می‌شود. جهت بهره‌گیری بیشتر، همه ساله باید این حوضچه‌ها لایروبی شود. نمک استخراج شده به مصرف دام، صنعت و خوراک می‌رسد (م.ج.ایرانمنش، ۱۳۵۱).

سنگ ساختمانی

در بخش‌هایی از واحد K^sl_1 از جمله در مجاورت جنوبی شهر اراک، پیرامون روستای مرزیجران و قانیارق بالا (کوه سیبک) از سنگ‌های آهکی - اسلیتی به عنوان سنگ لاشه در ساخت دیوار، پل و پی ساختمان استفاده می‌شود. همچنین در شمال خاور روستای کارچان (جنوب خاور ورقه) از قسمت‌های گوناگون واحدهای سنگی کرتاسه زیرین علاوه بر موارد یاد شده باید به تهیه آسفالت در کارخانه‌ای که به همین منظور در نزدیک این معادن ساخته شده اشاره نمود.

منابع

- امامی، محمد هاشم (۱۳۷۰). شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش قم به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، وزارت معادن و فلزات.
- ایرانمنش، محمد حسین (۱۳۵۱). گزارش مقدماتی کویر اراک، سازمان زمین شناسی کشور، وزارت اقتصاد.
- رادفر، جواد و کهنسال، رضا (۱۳۷۹). شرح نقشه زمین شناسی فرمهین به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، وزارت صنایع و معادن.
- رادفر، جواد و کهنسال، رضا (۱۳۸۱). شرح نقشه زمین شناسی وفس به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، وزارت صنایع و معادن.
- طرح اکتشاف املاح تبخیری در روستای طرمزد اراک فاز ۱ (۱۳۷۸)، اداره کل معادن و فلزات استان مرکزی.
- مجیدی، بیژن و عمیدی، سید مهدی (۱۳۶۹). شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش همدان به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور، وزارت معادن و فلزات.
- نقشه عمومی استان مرکزی (۱۳۸۰). مقیاس ۱:۴۰۰۰۰۰، سازمان نقشه برداری.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور