

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۵۷۵۹ - همدان

جغرافیا (Geography)

ناحیه‌ی مورد بررسی میان $۳۰^{\circ}۴۹' - ۳۰^{\circ}۴۸'$ طول‌های خاوری و $۳۵^{\circ}۰۰' - ۳۴^{\circ}۳۰'$ عرض‌های شمالی و در شمال چهار گوش ۱/ ۲۵۰۰۰۰ همدان جای گرفته است. تنها شهر موجود در برگه، شهرستان همدان است که بخش عمده‌ای از آن در باختر تا شمال باختری ناحیه و دامنه‌ی کوه الوند جای دارد. از معروفترین آبادیهای ناحیه می‌توان علی‌آباد دمق، ازندریان، ارزان فود، زمان‌آباد، الفاروت، ورکانه، گنبد، شورین، سرخ‌آباد، امزاجرد، سیاه‌کمر، جیحون‌آباد، کردخورد، کشین و ابر و... را نام برد. ناحیه‌ی خاور و شمال خاوری همدان بخشی از دشت قهاوند را در بر می‌گیرد که پست و خشک و کم‌آب است و ۱۶۰۸ متر از سطح دریا بلندا دارد. بلندترین ارتفاعات منطقه را کوه الوند به بلندای ۳۴۰۵ متر و کوه شاه‌نشین بزرگ به ارتفاع ۳۲۹۰ متر پدید آورده است که بیشتر سال پوشیده از برفند و از قله‌های مهم منطقه می‌توان کوه تخت‌رستم (۲۹۲۲ متر)، کوه کلاه‌قاضی (۳۲۰۲)، کوه قافلانت (۲۵۵۹ متر)، کوه قوش‌قیه‌سی (۲۳۰۳ متر) و کوه خرزنده (۲۰۴۳ متر) نام برد.

روند رودخانه‌های سیاه‌کمر، سردره، یلفان، ارزان فود و کشین NW-SE و به موازات هم هستند که آب آنها از ارتفاعات خاوری کوه الوند تامین می‌شود. جهت جریان آب از جنوب خاور به سمت شمال باختر است و سرانجام به رودخانه قره‌چای، واقع در شمال باختر همدان می‌پیوندند. این رودخانه نیز با پیوستن به رودخانه قوری‌چای در پایان از گوشه‌ی شمال باختری منطقه، از محدوده، خارج می‌شود. حوضه‌ی آبریز بخش جنوبی به سمت جنوب است و به رودخانه‌ی علی‌آباد دمق و گرم‌دره سرازیر می‌شوند. چون کوه‌ها در نیمه‌ی خاوری ناحیه روند شمالی جنوبی دارند لذا حوضه‌ی آبریز این بخش به سمت خاور و شمال خاور است و بخشی از آب آنها از طریق رودخانه‌ی یوخاری‌چای با راستای جنوب باختری-شمال خاوری به بیرون از ناحیه جریان پیدا می‌کند. بخش عمده‌ای از آب مشروب شهر توسط سد اکباتان که بر روی رودخانه‌ی آبشینه بسته شده است و آب آن از جویبارها و رودخانه‌های که از کوهستان الوند سرچشمه می‌گیرد، تامین می‌شود. یک سد خاکی نیز بر روی رودخانه‌ی قره‌چای در حال احداث است.

جاده‌های اصلی و آسفالتی و ورقه‌شامل جاده‌ی همدان-تهران، همدان-ملایر-تویسرکان، همدان-قهاوند-اراک، سیاه‌کمر-اراک، ده‌لیان-اراک، سد اکباتان-ارزان فود، ازندریان-علی‌آباد دمق، کشین-ابرو و راه آسفالتی‌کرد خورد، علوی، ملایر و نیز قسمتی از جاده‌ی آسفالتی‌ی جیحون‌آباد به قهاوند از گوشه‌ی شمال خاوری ورقه می‌گذرد. از طریق جاده‌های خاکی و شنی درجه دوم از جمله ابرو-سیمین-جنگل یارعلی، ارزان فود-ایلان دره‌سی و راه شوسه‌ی کنار کرم دره (راه معدن سنگ تزئینی هورنفلسی) و... می‌توان به بیشتر برونزدهای ناحیه دسترسی پیدا نمود. ناحیه کوهستانی و دارای زمستانهای سرد و طولانی است و وجود دشتهای در مجاورت نواحی مرتفع و کوهستانی، وزش بادهای تند و موسمی را در سطح استان موجب می‌شود. بطور کلی مناطق مرتفع استان، دارای آب و هوای سرد و کوهستانی و مناطق جنوبی دارای آب و هوای معتدل و کوهستانی است و میانگین نزولات جوی تا ۳۵۰ میلی‌متر در سال نیز می‌رسد.

زمین ریخت شناسی (Geomorphology)

منطقه‌ی تحت پوشش برگه‌ی همدان را از نظر ریخت‌شناسی به چهار بخش می‌توان تقسیم کرد.
- بخش باختری و جنوب باختری همدان را ارتفاعات سنگهای دگرگونه و پلوتونیک الوند بخود اختصاص داده که چهره‌ای شاخص در منطقه است و بلندترین ارتفاع (کوه الوند) در این بخش واقع است.

- بخش میانی، سازنده‌ی این بخش، بیشتر سنگهای شیستی، فیلیتی و اسلیتی است. سرشت فیزیکی این نهشته‌ها به گونه‌ای است که در برابر هوازدگی پایداری چندانی ندارند و فرسوده می‌شوند.
- بخش مشرف به دشت نیمه‌ی خاوری منطقه را، با راستای تقریبی شمالی جنوبی، ارتفاعات صخره ساز سنگ آهکهای کرتاسه پدید می‌آورد، که چهره‌ای شاخص را در خاور و شمال باختر ناحیه با ریختار برجسته‌ی خویش پدید آورده است.
- دشت شمال خاوری ناحیه (دشت قهاوند) و دشت آبرفتی شمال همدان پست ترین نقاط ناحیه را پدید آورده اند.

شرح واحدهای سنگی

جایگاه زمین ساختی

ناحیه‌ی همدان از دیدگاه زمین شناختی ساختاری (اشتوکلین ۱۹۶۸) در محدوده‌ی زون سنندج- سیرجان جای گرفته است. درحاشیه‌ی جنوب باختری این زون ناحیه‌ی ساختاری ایران مرکزی جای دارد. پهنه‌ی سنندج- سیرجان پرتکاپوترین پهنه ساختاری ایران است که فازهای دگرگونی و ماگماتیسم مهمی را پشت سر گذاشته است. وجود سنگهای گوناگون رسوبی، دگرگونه و آذرین، بیشترشان بی فسیل، بلوره و دگرگونه بودن واحدهای سنگی و تغییر شکل یافتن آنها موجب پیچیدگی زمین شناسی این منطقه شده است. از این رو، سن نهشته‌های تخریبی دانه ریز که در یک حوضه‌ی رسوبی عمیق و باریک از سنندج تا گلپایگان نهشته شده‌اند بدرستی معلوم نیست.

مجموعه‌های دگرگونه

دگرگونه‌های ناحیه‌ای

مجموعه‌های دگرگونه برکه‌ی همدان، در عمل، فرآورده‌ی دگرشکلی و دگرگونی سنگهای اولیه‌ی پلیتیک هستند. این مجموعه‌ها رخدادهای دگرگونی پیچیده‌ای را تحمل نموده‌اند که عمده‌ترین آن دگرگونی ناحیه‌ای و دگرگونی مجاورتی پی‌آمد آن است. فرآورده‌ی فرایندهای دگرگونی بر روی این سنگهای پلیتیک موجب پدیداری اسلیت‌ها، اسلیت‌های لکه‌دار، شیست‌های لکه‌دار، هورن‌فلس‌ها و انواع گوناگون شیست‌های استرولیت‌دار، کیانیت‌اندالوزیت‌دار و... است. مهمترین مسئله‌ای که درباره‌ی این مجموعه‌ها در نگاه نخست مطرح می‌باشد، سن نهشته‌های اولیه‌است و مسئله‌ی دیگر سن دگرگونی. درباره‌ی این دو مسئله اظهارنظرهای گوناگون انجام شده، از این رو بررسی‌های گسترده‌ای انجام شده که در سالهای اخیر، پاره‌ای شواهد زمین شناختی ویژه‌را به داوری می‌نشیند که در زیر به شرح آن می‌پردازیم:

- در بخش خاوری و جنوب خاوری ناحیه، انباشته‌های آواری نادگرگونه در چهره تناوبهای ماسه سنگ، ماسه سنگ کنگلومرایی و میکروکنگلومرا دیده می‌شوند (واحد^s JK) که دربردارنده‌ی تکه‌های آواری اسلیت‌هائی هستند که در کنار این مجموعه‌ی نادگرگونه رخنمون دارند و دارای حداقل دو خط وارگی و یک برگراری مشخص دگرگونی، از سنگ نهشته‌های نادگرگونه آثار فسیلی بدست آمده، که شرح آن در بخش‌های بعدی آمده و سن آنرا به آغاز دوگر (اشکوب Aalenian) نسبت داده‌اند. با این تفاسیر مشخص می‌شود که سنگ‌های اولیه‌ی مجموعه‌های دگرگونی ناحیه‌ی همدان در دوره‌ای پیش از مالم پدیدار شده‌اند. لازم به یادآوری است که هیچکدام از عناصر فابریکی رخدادهای دگرگونی و دگرشکلی که پیدایش فابریک‌های دگرگونی را در مجموعه‌ی دگرگونی سبب شده‌اند، درمالم برزو نمی‌نمایند. از این رو این رخدادهای دگرگونی را باید در عمل، به دوره‌های پیش از مالم نسبت داد.
- در سنگهای دگرگونه‌ی منطقه نزدیک به سد اکباتان، میان لایه‌هائی از نوع آهکهای فسیل‌دار (مرجان‌ها، کرینوتید و...) دیده شده است که نازک لایه‌اند و بشدت دگرشکلی دینامیک را متحمل شده‌اند. کوشش‌هایی بسیار انجام شده تا بتوان اطلاعاتی از سن آنها بدست آورد ولی متاسفانه این کوششها بی نتیجه ماند و تنها در یک مورد بعضی از مرجانها را از خانواده‌ی FAVOSITES دانسته‌اند که شاید وابسته به پالئوزوئیک باشد.

- در ورقه‌ی باختری همدان (برگه‌ی تویسرکان) در حال تهیه توسط اشراقی، در کوه خان گورمز، کنگلومرانی یافت می‌شود که تکه‌های آن، همگی، از دگرگونه‌هایند. این کنگلومرا به تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ و آهکهای ماسه‌ای و سپس به کوارتزیت‌ها و ماسه سنگهای ختم می‌شوند که واجد فسیل‌های گیاهی هستند. بر روی این ماسه سنگ‌ها و کوارتزیت‌ها آهکهای منتسب به ژوراسیک بالائی تا میانی (بر اساس گزارش مهنوش) نهشته شده است. این احتمال وجود دارد که همه‌ی ماسه سنگها و کوارتزیت‌های دارای فسیل گیاهی و کنگلومراهای قاعده‌ای آن که با دگرشیبی زاویه دار بر روی اسلیت‌ها قرار دارد، وابسته به ژوراسیک پایینی باشد. مطالعه‌ی آثار فسیلی نوارهای آهکی درون این کنگلومرا متاسفانه نتایج قابل قبولی را بدست نداده است. با این تفاسیر می‌توان گفت که: -به احتمال سن مجموعه‌های لیتولوژیکی اولیه‌ایکه پس از تحمل رخدادهای دگرگونی به شکل مجموعه‌های دگرگونی فعلی درآمده است پالئوزوئیک تا اوائل ژوراسیک می‌باشد.

- عمده‌ی رخدادهای دگرگونی در پیش از ژوراسیک بوده است و شاید بتوان آنرا به حوادث هم ارز کوهزائی کیمیرین آغازی نسبت داد.

واحد SI اسلیت - فیلیت

این واحد چینه‌ای با راستای NW-SE از روستای اوک تا طجر، با ریختار به نسبت هموار و پستی و بلندی آرام، در بلندیهای کوههای گودانه جار، سردره، یال دره وخن ددی گسترش یافته است. بیشترین گسترش آن میان دو پهنه گسلی یلفان - زمان آباد و سیاه کمر - علوی است. رنگ هوازده‌ی آنها خاکستری تیره متمایل به سیاه و گاهی سبز و کرم رنگ اند، نهشته‌های اولیه‌ی سنگها بدون تردید دانه ریز و یکنواخت بوده‌اند. این مجموعه دارای یک فولیاسیون بسیار خوب است. تشخیص لایه بندی نخستین (S1) در این سنگها بسیار دشوار است و در مواردی با وجود لایه‌های پرمایه از کوارتز، در تناوب با لایه‌های پرمایه از میکا، مشخص می‌شود. در بسیاری از اسلیت‌ها یک فولیاسیون ثانوی بعلت بروز ریز چین‌هایی که فولیاسیون اولیه را چین داده‌اند، پدیدار شده است که آنرا می‌توان نوعی CRENULATION CLEAVAGE نامید.

مرز میان این واحد با سنگها دگرگونه‌ی درجه‌ی بالاتر در بسیاری از موارد گسلی است. در درون اسلیت‌ها، میان لایه‌هایی از آهک کریستالیزه واحد (mb1) در سردره و حوالی سد اکباتان وجود دارد، همانگونه که گفته شد دارای فسیل‌هایی است که پالئوزوئیک بودن آنها را پیشنهاد می‌کند. مرمراه‌های این واحد دارای دو فاز بسیار مشخص دگرشکلی‌اند؛ فاز نخست آن موجب بروز پیدایش شیبستوزیته‌ای موازی با لایه بندی نخستین شده و فاز دوم، این شیبستوزیته را چین داده است. همخوانی عناصر فابریکی این مرمراه‌ها و اسلیت‌های درونگیر آن، نشان از آن دارد که هر دو، رخدادهای یکسانی را پشت سر گذارده‌اند. بافت این سنگها لپیدوبلاستیک تا گرانوبلاستیک ریزدانه است و بلورهای قابل تشخیص آنها کوارتز، کلریت، موسکوویت، سربیسیت، کمی فلدسپات آلکالن و کانیه‌های فرعی آن تورمالین و کانی‌های تیره (اکسیدهای آهن و بقایای مواد آلی کربن دار) است.

واحد گرونا شیست (Sch*)

این سنگها بیشتر در جنوب باختری ورقه و در بیشتر جاها به صورت باریکه‌هایی موازی با راستای NW-SE رخنمون دارند و ارتباط آن با واحدهای جوانتر و قدیمی‌تر یکنواخت نیست. این واحد در پیرامون روستای ازندریان، کندلان، زاغه، زمان آباد، کمری، کشین، جنوب بابارود، عشاق و علی آباد دیده شده است.

مرز آنها در چند مورد با واحد قبلی تدریجی است ولی در بسیاری از موارد مرز آن با واحدهای قدیمی‌تر و جدیدتر گسلیده می‌باشد. از ویژگی‌های عمده‌ی آن وجود پرفیروبلاست‌های گرونا است و از واحد زیرین خود که در بعضی از موارد با آن رابطه‌ی میان انگشتی دارد، با نداشتن سیلیکات‌های آلومینیم متمایز می‌شود. این سنگها دارای مجموعه کانی‌های زیر هستند.

Almandine + Biotite + Quartz + Muscovite + Alkali- Feldspars + Staurolite + epidote + Calcite + Chlorite + Andalusite.

در بررسی های میکروسکوپی نشان داده شده است که گرونا در این سنگها بطور عمده وابسته به یک فاز تبلور پیش از پیدایش شیشستوزیته بوده و استرولیت پس از شیشستوزیته وجود آمده است. کلریت و اپیدوت کانیهائی هستند که در اثر دگرگونی قهقرائی بخرج گرونا و بیوتیت پدید آمده اند. بافت بیشتر سنگها پرفیروبلاستیک تا لپیدوبلاستیک است. در ضمن، این واحد دارای رگه های کوارتزی فراوانی است که بعضی از آنها در اثر تفریق دگرگونی، همزمان با فاز دگرگونی پدیدآورنده (S1) پیدایش یافته اند و در فاز دگرشکلی (S2) چین خورده اند. بعضی از رگه های کوارتزی نیز پس از (S2) تزریق شده و شاید در وابستگی با فازهای پگماتیته منطقه پدید آمده باشند. گرونا شیشت ها دارای کانی های فرعی تورمالین، زیرکن و در بعضی از موارد آندالوزیت است. آندالوزیت ها به احتمال بر اثر نوعی دگرگونی حرارتی در این سنگها پدید آمده اند. چنین است استرولیت، که پیدایش آن بطور قطع پس از S1 است.

واحد شیشت های آندالوزیت دار (Sch^{an})

این واحد با روند همگانی شمال باختری- جنوب خاوری از روستای شمس آباد تا کندلان گسترش دارد و با داشتن آندالوزیت های فراوان از ۳ تا ۲۵ سانتیمتر مشخص می شود. بیشترین رخنمون این سنگها در روستاهای ارزان فود، علی آباد، مکری، کمری، زمان آباد، ورکانه، شمش آباد، نیججه، کندلان، راهدار خانه زاغه و ازندریان دیده می شود. این سنگها دارای یک شیشستوزیته ی بسیار مشخص (S1) و یک Grenulation cleavage (S2) هستند. بافت این سنگها پرفیروبلاستیک است و دارای مجموعه کانی های زیرند.

Andalusite + Almandine + Biotite + Muscovite + Quartz + Alkali- Feldspar + Plagioclase + Zircon + Apatite + Spinel + Sillimanite + Kyanite + Cordierite + Tourmaline

در این سنگها گرونا و آندالوزیت با هم و پیش از پیدایش S1 پدید آمده اند. در بعضی از سنگها آندالوزیت به سیلیمانیت و در بعضی از آنها آندالوزیت از پیرامون به مجموعه ای از موسکوویت + اسپینل تبدیل شده است. گمان می رود که این تبدیل در نتیجه ی تاثیر سیالات بیرون آمده از گرانیت در فاز پنوماتولیتی رخ داده باشد. وجود تورمالین به همراه موسکوویت + اسپینل سبز رنگ در پیرامون آندالوزیت های دگرسان شده، خود موید این پندار است. در بعضی از سنگها در درون آندالوزیت ها مقدار کمی کیانیت هنوز بجا مانده و نشان از آن دارد که آندالوزیت به احتمال در یک فاز حرارتی، پس از رخداد دگرگونی ناحیه ای، بخرج کیانیت، پدید آمده باشد. در بعضی از موارد رگه هائی در این سنگها دیده می شود که دارای کوارتز، کیانیت و گروناپند. در این رگه ها، در بیشتر جاها، بلورهای کیانیت به آندالوزیت تبدیل شده اند.

در بعضی از گرونا شیشت های آندالوزیت دار، بلورهای گرونا در اثر واکنش با محلولهای گرمایی تبدیل به مجموعه ای از سیلیمانیت (یا آندالوزیت) + بیوتیت شده اند. به احتمال ارتوز موجود در محلولهای گرمایی پنوماتولیتی همراه گرانیت با گرونا واکنش داده طبق واکنش زیر Biotite + sillimanite + Quartz = (از ماگما) K-feldspar + (از سنگ) Garnet شایان یادآوری است که در این رابطه گنبد گرمائی منگاو- زمان آباد یکی از آشکارترین رخداد این واکنش است. گمان می رود که در منطقه ی منگاو، گابروئی در درون شیشت های دگرگونی ناحیه ای (احتمالاً شیشت های واحد Sch^{an} و شیشت های گرونا دار واحد Sch^g) نفوذ نموده باشند و آنها را ذوب و مذاب گرانیتی بوجود آمده با گروناهای موجود در شیشت ها واکنش داده و سیلیمانیت و بیوتیت در درون این شیشت ها بخرج گرونا بوجود آمده باشد.

بهمین دلیل گنبد گرمائی منگاو به سیمای یک رخداد گرمائی جداگانه با واحدهای Sch^{an} و Sch^{an,si} و Sch^{si} نشان داده شده است. واحد Sch^{an} میان گنبد گرمائی منگاو و دگرگونی ناحیه ای مشترک است. چنین می نماید که، در اصل، نفوذ توده ی گابروئی به درون این سنگهای دگرگونی ناحیه ای ذوب بخشی آنها را فراهم کرده و به احتمال گرانیت پگماتیته منگاو از این رهگذر پدید آمده است.

در پایان، یادآور می شود که بر پایه مشاهدات صحرایی گمان می رود که دو واحد Sch^{an} (آندالوزیت شایست ها) و Sch^g (گارنت شایست ها) از دیدگاه چینه نگاری هم ارز باشند و تنها ناهمسانی ترکیب شیمیائی سنگهای اولیه موجب بروز ناهمسانی در هم آیندی کانی های آنها شده است.

واحد شایست های استرولیت دار (Schst)

این واحد گسترده ترین شایست های منطقه را پدید می آورد. از باختر به شایست های لکه دار دگرگونی همبری (واحد Sch^{sp}) و از سمت خاور بطور گسله کنار گرونا شایست ها جای می گیرند و یا بگونه تدریجی به آندالوزیت شایست ها تبدیل می شوند. این شایست ها با داشتن پرفیروبلاست های استرولیت با ماکل مخصوص نفوذی (Penetration Twins) مشخص می شوند. مجموعه کانیهای این سنگها عبارتند از:

Garnet + Staurolite + Biotite + Quartz + Muscovite + Chloritoid? Opaque mineral.

بافت آنها پرفیروبلاستیک با زمینه ی لپیدوبلاستیک و گرانوبلاستیک است.

استرولیت اثر یک شایستوزیته پیشین را در خود حفظ کرده و چنین می نماید که پس از آن شایستوزیته پدیدار شده باشد. گرونا، هم در زمینه و هم در پیکر پرفیروبلاست، رشد نموده است. استرولیت بهیچوجه با گرونا همزیستی ندارد و چنین گمان می رود که پس از گرونا رشد کرده باشد و در اصل این کانی در یک حادثه ی گرمائی بوجود آمده است و در بعضی از سنگها دو نسل از استرولیت دیده شده که یک نسل آن پیش از فولیاسیون نخستین (S1) همزمان با گرونا، رشد کرده و نسل دیگر پس از (S1) و در مواردی حتی پس از CRENULATION CLEAVAGE (S2) رشد کرده است.

گرونا در برابر مجموعه ی استرولیت + بیوتیت + سیلیمانیت ناپایدار است و پاره ای از آنها در اثر ورود سیالات گرانیته به مجموعه ای از سیلیمانیت + بیوتیت + کوارتز تبدیل شده و بخشی از گروناهای اولیه با کیانیت موجود در این سنگها ترکیب و استرولیت + کوارتز پدید آمده است. در استرولیت شایست ها رگه های کوارتزی بسیار ضخیمی وجود دارد که بر اثر تفریق دگرگونی پدیدار شده اند. در این موارد در پیرامون رگه های کوارتزی شمار و اندازه ی بلورهای استرولیت بسیار زیاد می شود و گاهی حجم آن به ۴۰٪ میرسد.

در درون این شایست ها لایه ها وعدسی های کم ضخامتی از یک نوع سنگ بازیک دیده می شود که دارای بلورهای آمفیبول بسیار کشیده اند. این سنگها در اصطلاح پتروگرافی GARBEN SCHIEFER نامبردارند. که در خاور ازندریان، گردنه ی زاغه و خاور دره ی کشین - ابرو دیده شده اند و دارای پارائز زیرند.

Amphibole (Barroisite (احتمالا) + Plagioclase (Andesine - Oligoclase) + Epidote + Sphene + Rutile + Quartz + Garnet + Biotite + Opaque mineral

آمفیبول ها دارای ادخالهای پلاژیوکلاز و اپیدوت هستند. این آمفیبول ها در بخش مرکزی پرمایه از ادخالند و در حاشیه به تقریب تهی از انکلوزیونند که نشانگر دو نسل متمایز تبلور می باشد. بافت این سنگها پرفیروبلاستیک با زمینه ی گرانوبلاستیک بسیار مشخص است.

دگرگونه های همبری

هاله های دگرگونی همبری پیرامون مجموعه های نفوذی الوند، با پهنای برونزد از یک تا ۸ کیلومتر، در دو مرحله متمایز از هم تکوین یافته اند:

– مرحله ی نفوذ توده های گابروئی، که توده ی گابروئی چشمه قصابان نمونه ای از آن هست.

– مرحله ی نفوذ گرانیته ها و پگماتیت های وابسته بدان.

باید دانست که هاله ی دگرگونی همبری این ورقه بر اثر نفوذ توده های آذرین در سنگهایی است که پیشتر یک دگرگونی ناحیه ای دیناموترمال را تجربه کرده اند.

بررسی در ساخت و بافت هورن فلس ها و شایست های لکه دار و همچنین مطالعه ی مجموعه کانی های سنگهای گوناگون دگرگونی همبری، بازگوی آن است که این مجموعه ها بخرج سنگهایی پدیدار شده اند که پیشتر چند بار چین خورده و دگرگون شده اند. وجود شبح چین های خوابیده و حتی چین های کنگره ای، که شایستوزیته اولیه را

چین داده‌اند، در درون هورنفلس‌هایی که در مطالعه‌ی میکروسکوپی کوچکترین اثری از دگرشکلی را نشان نمیدهند، بخوبی نظریه‌ی یادشده را تأیید می‌کند.

بررسی‌های صحرایی نشان داده است که نخستین حادثه، پیدایش دمای بسیار شدید نفوذ توده‌ی گابروئی به درون سنگهای دگرگونی ناحیه‌ی ای است. که موجبات ذوب بخشی و در مواردی ذوب کامل آنها را باعث شده است. نفوذ گابرو و همزمان یا کمی بعد از آن نفوذ گرانیات آناتکسی حاصل از ذوب بخشی وضعیت بسیار پیچیده‌ی ای را پدید آورده است که دقت ویژه‌ی ای را می‌طلبد. در ناحیه‌ی بلافصل توده‌های گابروئی و گرانیات یک زون میگماتیته پدید آمده که آمیزه‌ی ای از سنگهای دگرگونی و گرانیات‌های آناتکسی است. در جای‌جای آن آپوفیرهای گابروئی رخنمون دارند. پس از آن هورنفلس‌های سیلیمانیت آندالوزیت دار، هورنفلس‌های کوردیریت دار و شیست‌های لکه دار دیده می‌شود که بتدریج به سنگهای دگرگونی ناحیه‌ی ای و یا آمیزه‌ی ای از آنها و رخدادهای گرمائی می‌رسد.

واحد میگماتیت (mig^{g,h})

این واحد در منطقه بلافصل توده‌های گرانیات پرفیری و آپوفیرهای گابروئی وابسته بوجود آمده و آمیزه‌ای است از گرانیات‌های آناتکسی و سنگهای دگرگونی همبری. پدیده‌های ذوب بخشی با جدا شدن (Leucosome) بخشهای کوارتز-فلدسپاتی و برجا ماندن تفاله‌های غیرقابل ذوب غنی از بیوتیت مشخص می‌شوند. در بسیاری از مذاب‌های گرانیته پدید آمده، بلورهای بزرگ سیلیمانیت، آندالوزیت و گرونا قابل رویت است. میگماتیت‌ها در جنگل یارعلی برونزد بسیار مشخصی دارند. سیلیمانیت‌های درون میگماتیت‌ها در اغلب موارد دارای هسته‌ی ای از کیانیت اند که به احتمال بسیار قوی باقیمانده‌ی ای از دگرگونی ناحیه‌ی ای است.

واحدی که به نام میگماتیت مشخص شده، آمیزه‌ای است از هورنفلس‌های سیلیمانیت-آندالوزیت دار، هورنفلس‌های کوردیریت K-feldspar دار، گرانیات‌های آناتکسی، تفاله‌های غیر قابل ذوب (Restite) و کمی اسکارن. مرمها و اسکارنها (واحدهای Sk,mb) در کوه دره غار و کرم بلاغی و طجر دیده شده‌اند. این مرمها و اسکارنها دارای پاراژنهای گوناگونی به شرح زیرند:

- Diopside + Wollastonite + Calcite + Dolomite + Opaque minerals
- Garnet + Diopside + Calcite + Plagioclase + Quartz
- Diopside + Actinolite + Epidote + Sphene + Opaque minerals

در مرمها و اسکارنهای جنگل یارعلی مقدار بسیار کمی Scheelite (شنلیت) نیز دیده شده است.

واحد هورنفلس‌های آندالوزیت، سیلیمانیت کوردیریت دار (h^a)

این هورنفلس‌ها با داشتن بلورهای آندالوزیت گوشتی رنگ به درازای ۵ تا ۳۰ سانتیمتر مشخص می‌گردند که کوردیریت بصورت لکه‌هایی بسیار مشخص در آنها دیده می‌شود. این سنگها بکلی فاقد فولیاسیون هستند ولی آثار و شبح چین‌های دگرگونی ناحیه‌ی ای پیشین در آنها هست. در این سنگها مجموعه کانی‌های زیر دیده می‌شود.

Cordierite + Andalusite + Sillimanite + Garnet + Biotite + Muscovite + Quartz + Alkali Feldspar + Plagioclase (Oligoclase-Andesine) + Tourmaline + Opaque mineral + Chlorite

کوردیریت در این سنگها بر اثر نوعی متاسوماتیزم برگشتی تبدیل به مجموعه‌ی ای از

Garnet + Sillimanite + Andalusite + Biotite + Muscovite + Tourmaline

شده است که به احتمال قوی بواسطه‌ی تاثیر سیالات پنوماتولیتیکی پرمایه از ارتوز رخ داده است. وجود تورمالین

در پاراژنز برگشتی کوردیریت خود موید این نظریه است. دور بلورهای آندالوزیت مجموعه‌ی ای از

Chlorite + Biotite + Heraynite + Muscovite

نیز بصورت یک کرونا (CORONA) برگشتی بوجود آمده است که دارای ساخت Symplactitic می‌باشد.

هورنفلس‌های کوردیریت دار (واحد h^c)

این واحد را یک نوع هورنفلس بسیار سخت تشکیل داده است که با بلورهای بسیار مشخص و لکه‌های کوردیریت هویت می‌یابد. برونزد بسیار مشخص این واحد در دره‌ی سیمین و جنگل یارعلی دیده می‌شود ابعاد کوردیریت گاهی تا ۴ (چهار) سانتی متر نیز می‌رسد. بافت این سنگها پرفیروبلاستیک، و دارای زمینه‌ی گرانوبلاستیک هستند. در این واحد مجموعه کانی‌های زیر دیده شده است.

Cordierite + Alkalifeldspars + Biotite + Opaque mineral + Muscovite + Plagioclase + Tourmaline + Quartz

در این سنگها کردیریت بر اثر نوعی متاسوماتیزم برگشتی، به دلیل نفوذ محلولهای پنوماتولیتیکی، برخاسته از گرانیته به مجموعه ای از Garnet + Biotite + Muscovite + Tourmaline تبدیل گشته است. در انواعی که قدری آندالوزیت نیز دارند، در پیرامون آندالوزیت، هاله ای با بافت Symplectitic از Hercynite + Biotite + Muscovite تشکیل گردیده که مانند کوردیریت حاصل نفوذ سیالات است. در درون این واحد مقدار کمی مرمر (mb) در کوه دره غار، واقع در شمال باختر روستای علی آباد دمق برونزد دارد که دارای پاراژنز زیرند.
Calcite + Wollastonite + Diopside + Opaque mineral + dolomite

واحد Sch^{SP} (شپست های لکه دار)

این واحد دارای شپستوزیته به نسبت مشخصی است و با وجود پرفیروبلاست های کردیریت و گرونا معلوم می شود. بنظر می رسد که این سنگها بطور مشخص فرآورده تاثیر یک حادثه ی حرارتی بر روی دگرگونه های ناحیه ای پدید آمده باشد. این سنگها دارای مجموعه کانی های زیرند:

Cordierite + Garnet + Quartz + Biotite + Muscovite + Opaque mineral + Chlorite

سنگهای این واحد دارای بافت پرفیروبلاستیک با زمینه ی گرانوبلاستیک و جهت بندی ترجیحی هستند. در این سنگها نیز کردیریت در اثر نوعی متاسوماتیزم پنوماتولیتیکی تبدیل به مجموعه ای از

Biotite + Carnet + Muscovite + Chlourite

شده است.

مجموعه ی دگرگونی زمان آباد-مناگوی (واحدهای Sch^{an,si}، Sch^{Si})

همانگونه که در بخش های پیشین نیز یادآوری شد، در مناطق جنوب مناگوی، مکرپی، ده نواسدالله خان، زمان آباد، گردنهی زاغه، چشمه پهن تا روستای نینجه، سنگهای دگرگونه ی خاصی رخنمون دارند که از سیلیمانیت و آندالوزیت پرمایه اند. سیلیمانیت های این محدوده بطور عمده سیلیمانیت های فیبری (Fibrolite) هستند. مطالعه ی سنگ نگاری نشان داده است که این سنگها دارای مجموعه کانی های زیرند.

Sillimanite + Andalusite + Garnet + Muscovite + Quartz + Alkali-feldspar + Opaque mineral + Zircon + Apatite + Kyanite

این سنگها عمدتاً دارای بافت پرفیروبلاستیک با زمینه ی گرانوبلاستیک هستند.

این مجموعه کانی هائی که ناگهان در یک منطقه خاص در درون زمینه ی گرونا شپست ها (Sch^g) و آندالوزیت شپست ها (Sch^{an}) نمایان شده اند و با وجود سیلیمانیت فراوان مشخص می شوند، انگیزه ای برای کاوش درباره خاستگاه آن است. بررسی های صحرائی نشان می دهد که یک آپوفیرگابروئی به درون شپست های Sch^{an} و Sch^g نفوذ نموده و بر اثر ذوب بخشی، مذاب گرانیته پدیدار شده است. از این رو این منطقه در نقشه بعنوان یک گنبد حرارتی متمایز گردیده است. مطالعه ی روابط بین کانی ها در این سنگها نشان داد که:

- نخست اینکه، گرونا با سیلیمانیت و بیوتیت بهیچ وجه همزیستی مسالمت آمیز ندارد و در حقیقت فروپاشی گرونا باعث پدیداری سیلیمانیت و بیوتیت شده است: فروپاشی گرونا به احتمال بسیار قوی بر اثر نفوذ سیالات پگماتیتهی دربردارنده ی بسته های ساختاری ارتوز (KAlSi₃O₈) می باشد. از این رو وقوع واکنش زیر بسیار محتمل است.

Garnet (از سنگ) + KAlSi₃O₈ (از ماگما) = Biotite + Sillimanite + Quartz

لازم به یادآوری است که مطالعه ی بافت های این سنگها بطور کامل موید وقوع این واکنش است و در بسیاری از آنها لکه های گرونا بطور کامل با حفظ شکل نخستین به مجموعه ای از بیوتیت + سیلیمانیت فیبری (Fibrolite) تبدیل شده اند و در مواردی هنوز بقایای گرونا در آنها دیده می شود.

- در بسیاری از سنگهای این منطقه (مناگوی- زمان آباد) بقایای پاراژنز دگرگونی ناحیه ای هنوز قابل رویت است. بطور مثال در درون بسیاری از سیلیمانیت های فیبری بلورهای آندالوزیت و گاهی کیانیت دیده می شود. پس وقوع واکنش Andalusite + Kyanite = Sillimanite بر اثر نفوذ گابرو به درون شپست های آندالوزیت دار بسیار محتمل است.

نتایج

از مجموعه ی بررسی های صحرائی و آزمایشگاهی که خلاصه ی آن در بندهای پیش گفته شد می توان نتایج زیر را بعنوان اصلی ترین موضوعات مربوط به دگرگونه های منطقه ی همدان مطرح نمود:

- سنگهای اولیه دگرگونه های منطقه ی همدان، در عمل، سنگهای پلیتی اند که مقدار بسیار کمی سنگهای کربناته و سنگ های بازیک در درون آنها بصورت میان لایه وجود داشته است.

- سنگهای اولیه به احتمال در پالئوزوئیک پدیدار شده اند.

- دگرگونی در این منطقه بطور یقین چند فاز می باشد که فاز نخست آن یک رخداد دگرگونی منطقه ای دیناموترمال بوده. فاز دوم آن یک دگرگونی همبری می باشد و حوادث دگرگونی پنوماتولیتیک نیز متعاقب فاز دوم رخ داده است.

- فاز دگرگونی منطقه ای دیناموترمال دارای یک روند پیشرونده از رخساره ی شیست سبز تا رخساره ی آمفیپلیت است و دگرگونی همبری از رخساره ی هورن بلند هورن فلس تا پیروکسن هورن فلس بصورت پیشرونده تا ذوب بخشی و آناتکسی ادامه یافته است.

- در مورد سن این وقایع دگرگونی هنوز ابهاماتی وجود دارد ولی به احتمال دو دگرگونی همبری و ناحیه ای در زمانی پیش از ژوراسیک پیشین رخ داده اند این احتمال نیز وجود دارد که دگرگونه های قهرائی در زمانی پیش از ژوراسیک رخ داده باشند.

مجموعه های رسوبی

مزوزوئیک

واحد J^{shs}

گستره ی مورد بررسی، به عنوان پاره ای از پهنه ساختاری سنندج- سیرجان، دارای برونزدهای گسترده از سنگهای تخریبی دانه ریز دگرگونه می باشد که بیشترین حجم آنها را اسلیت و فیلیت و کمتر را، شیست پدید آورده است. این سنگ نهشته های دگرگونه، در یک حوضه ی به نسبت ژرف و باریک از سنندج تا گلپایگان نهشته شده اند، سنشان بدرستی دانسته نشده است.

ولی بخشی از این سنگ نهشته ها توسط کنش گسل سیاه کمر-علوی، در کنار نهشته های آرژیلی دگرگونه ای که دارای دو خط واره اند (واحد Si) و بنام اسلیت های همدان معروفند قرار می گیرند. این بخش از اسلیت های همدان دگرگونی خفیفی را پشت سر نهاده اند، آنچنانکه در این سنگ نهشته های دگرگونه:

- اشتال (۱۹۰۹-۱۹۱۱) که برای نخستین بار در یافتن آمونیتی بنام *Arietites bisulcatus* کامیاب بود ادعا کرد که این نهشته ها وابسته به ژوراسیک اند.

- دهقان (۱۹۴۸) فزون بر تأیید پندار اشتال، خود نیز اشاره به وجود فسیل گیاهی و جانوری (*Posodina alpina*) از آن شمار آمونیت های ژوراسیک در آنها نموده و این سنگها را همانند سازند شمشک دانست.

- نگارنده نیز در طی برداشت های روی زمین در این نهشته ها، موفق به یافتن آمونیتی شده که سن ژوراسیک را برای این بخش از اسلیت های همدان تأیید می کند، از دیدگاه سنگ شناختی اینها ردیفی از نهشته های تخریبی دانه ریز هستند که تناوبی از ماسه سنگ و شیل های ماسه ای، رسی، کربناتی، سبز، خاکستری، آبی و سبز تیره دارند همراه با دگرگونی خفیف که در مجاورت نهشته های دگرگونه ای که دست کم دو فاز دگرگونی را تحمل کرده اند (واحد Si)، جای گرفته و با آنها همبری گسله دارند. ستبرای این واحد بیش از ۱۲۰۰ متر برآورد می شود و دارای چین خوردگی آرامی با شیب عمومی به سوی شمال خاورند. این ردیف رسوبی در بخشهای بالایی ماسه سنگی شده (واحد J^{shs}) و سرانجام توسط نهشته های ژوراسیک کرتاسه زیرین (واحد JK^s) با ناپیوستگی هم شیب پوشیده می شوند.

راستای عمومی این نهشته ها NW-SE است و بخش اعظم نیمه خاوری ورقه را بخود اختصاص داده اند و در حدفاصل بین روستاهای آنچه خرابه، آب هندو تا علوی گسترش دارند. این واحد در جنوب خاوری روستای اولیا و خاور روستای آب هندو دربردارنده ی آمونیت هائی بنامهای:

Himmatoceras sp. ? Leioceras sp. Pseudommatoceras sp. هستند که توسط (ک. سیدامامی) مطالعه شده و سن آن آغاز دوگر (آشکوب Aalenian) تعیین گردیده است.

- و نیز در جنوب باختری روستای مهیار و شمال حاجی آباد نهشته های ماسه سنگی این واحد دربرگیرنده ی ماکروفسیل بلمنیت هستند که به ژوراسیک زیرین میانی تعلق دارند. و همچنین میکروفسیلهای موجود در افق های کربناته درون این واحد سن ژوراسیک را تائید میکند. پس، با توجه به فسیل های یافت شده ی بالا سن این بخش از اسلیت های همدان به ژوراسیک نسبت داده شده است.

این ردیف در روستای حاجی آباد از پائین به بالا شامل سیلتستون، آرژیلیت به رنگ خاکستری متمایل به قهوه ای است که بتدریج به شیل های سبز تیره تا خاکستری و افق های ماسه سنگی قهوه ای سوخته دارای ماکروفسیل های آمونیت و بلمنیت تبدیل می شود. در میان شیلها لایه های سنگ آهکی به سترای ۲-۵/۰ متر یافت می گردد.

در بررسی های سنگ شناختی ماسه سنگها کوارتز آنایت (آهکی- سیلیسی) هستند و از دیدگاه کانی شناختی مچور ولی از لحاظ بافتی ساب مچورند و زمینه دارای ذرات زاویه دار است. جور نبودن و گرد نشدن کوارتز نشانگر محیط کم عمق رسوبگذاری ماسه سنگهاست.

ماسه سنگهای درون این واحد در روستای علیجوق توفی هستند و دربردارنده ی ذرات تخریبی کوارتز، فلدسپات آلکالن، پلاژیوکلاز، تورمالین، که فلدسپات به سرسیت و کانی های رسی تجزیه شده است. ذرات ماسه از تخریب سنگ مادر گرانیتی، اپلیتی بوجود آمده زمینه شیشه ای (توفی) و شیشه به کوارتز، فلدسپات، سرسیت، کلریت و کانی های رسی دوتریفیه شده است. این واحد چینه ای دارای واحد فرعی آرژیلیتی (J^a) است که در مطالعات میکروسکوپی بافت آن حدودی شیبستوز دارای کانی های کوارتز، فلدسپات آلکالن، پلاژیوکلاز، سرسیت جهت دار، کانی های سیلیسی، اپاک و اکسید آهن است و در شمال غرب روستاهای کور کهریز و سیاه کمر رخنمون دارد.

واحد JK^S

این واحد از ماسه سنگهای کمی دگرگونه به رنگ خاکستری تیره و سبز تیره با میان لایه های اسلیتی، شیلی و کنگلومرا (با قلوه های کوارتزیتی) پدید آمده که بر روی واحد $J^{sh.s}$ جای گرفته است و با شیل و ماسه سنگهای ریزش گذر تدریجی دارد. این واحد بظاهر بگونه ی ناپیوسته ولی موازی توسط نهشته های کرتاسه پوشیده می شود و سترای آن حدود ۲۵۰-۳۰۰ متر برآورد می شود.

بر پایه بررسی های سنگ شناختی لیتار نیت دانه ریز سیلیسی مچور، کمی دگرگون شده، از لحاظ بافتی ایمچور با سیمان آهکی فروزینه است و شامل ذرات تخریبی کوارتز و فلدسپات همراه قطعات سنگ آهک میکریتی تا میکرواسپاری است.

در بررسی های فسیل شناختی (توسط ف. کشانی) دربردارنده ی میکروفسیل های *Spirulina sp. Thin shell valves* بوده و سن آن ژوراسیک پسین - کرتاسه پیشین تعیین شده است.

این واحد دارای واحد کربناته (JK!) به صورت درون لایه ای است. این آهکها را که به شکل عدسی هائی رخنمون دارند می توان در شمال نشار، خاور قشلاق آب هندو، قشلاق احمدویس-شمال خاور ده لیان و جنوب قوزلوحه مشاهده نمود.

مرکب از سنگ آهک خاکستری رنگ متوسط تا ستر لایه خرده صدف دار و سنگ آهک زرد متمایل به کرم شیبستوز و لامینه، سیلتستون و سنگ آهک نخودی رنگ کریستالیزه دارای کرینوئید و آلک فراوان است. سترای آن در شمال نشار حدود ۲۵ متر برآورد می شود.

کرتاسه ی زیرین

سنگهای کرتاسه، بیشترشان، در نیمه خاوری و شمالی ورقه رخنمون دارند. از دیدگاه ریخت شناختی ارتفاعات را تشکیل داده، ستیغ ساز و شامل واحدهای زیرند:

- واحد $K^{s,c}_1$

نهمشته های کرتاسه با پایانه ی پیش رونده ی ماسه سنگی دربردارنده ی عدسی هائی از کنگلومرایند که بصورت ناپیوستگی هم شیب برتارک ماسه سنگهای واحد (JK^s) می نشینند و متشکل از ماسه سنگ صورتی، آبی، ماسه سنگ توفی سبز با میان لایه هائی از کنگلومرا با سیمان ماسه ای آهکی، آهک دولومیتی و دولومیت زرد رنگ است. اگرچه میان ژوراسیک و کرتاسه از نظر چینه شناسی نشانه هایی آشکار بر دگرشیبی میان آن دو بوضوح دیده نشده، ولی تغییر رخساره ی ماسه سنگهای موجود در زیر آهکهای کرتاسه و روی بخش ماسه سنگی واحد (JK^s) از یک سو و یافت شدن دست کم افقی از ماسه سنگهای دانه درشت و میکروکنگلومرا با اجزا سنگهای دگرگونه، از سوی دیگر، این تصور را قوت می بخشد که یک دگرشیبی در حدفاصل این دو بایستی وجود داشته باشد.

نهمشته های کرتاسه در روستای حیران توسط کنگلومرای به ستبرای ۱۰-۷ متر بر روی ترادفهای کمی دگرگونه ی شیل و ماسه سنگی نوع شمشک ($J^{sh,s}$) می نشینند. اندازه ی قلوه های آن متغیر و از میلیمتر تا چندین سانتیمتر است و نزدیک ۹۰٪ از قطعات این کنگلومرا را ماسه سنگ، ماسه سنگ کوارتزیتی، کوارتز ریز گردشده و به ندرت آهک کریستالیزه و قلوه ی دگرگونه با سیمان آهکی ماسه ای پدید آمده است. در بررسی های سنگ شناختی، ماسه سنگ ریز تا متوسط دانه فروژنوزدار آهکی با ترکیب لیتارنیت، لیتارنیت آهکی، گاهی ساب آرکوز سیلیسی فروژینه است. شکل ذرات آن زاویه دار تا کمی گردشده، گردشده و جورشدگی بد، و سیمان کربناته رس دار، کربناتی سیلیسی و سیلیس است. کانی ها شامل:

ذرات تخریبی کوارتز، متاکوارتز، فلدسپات، قطعات سیلیسی، قطعات سنگ متامرف حدود فیلیت و کوارتز قطعات سنگی (ولکانیک- ولکانیک دگرگونه- چرت- شیشه) است که بین دانه های یادشده را سیمان سیلیسی و اکسید آهن و کانی های رسی تبدیل شده به سرسیت پر می کنند. کانی های فرعی: زیرکن- تورمالین ریز- کانی کدر، رسیدگی بافتی بعلت وجود رس در سیمان رسیده- نیمه رسیده و نیز رسیدگی کانی شناسی نیز رسیده- مچور و محیط رسوبی آن ساحلی است.

- واحد $K^{m,1}_1$

این واحد از تناوب آهکهای مارتی ورقه ای حاوی کانی های میکائی برنگ کرم نازک لایه، دگرگونه و سنگ آهک ماسه ای سیاهرنگ پدید آمده است. که با ماسه سنگهای قاعده کرتاسه گذر تدریجی دارد. ستبرای آن حدود ۹۰-۷۰ متر می باشد. این نهمشته های کربناتی دگرریختی ناحیه ای را تحمل کرده اند که سبب نمایان شستوزیته چیره و از میان رفتن لایه بندی نخستین در آنها شده است. بیشتر فسیل های موجود تغییر شکل یافته اند. در روستای اولیاء در میان این آهک ها ماسه سنگ نازک لایه و ماسه سنگ توفی سبز در روستاهای قشلاق گمار و شیرآباد گدازه ولکانیک بصورت میانلایه در این واحد دیده می شود. گسترش آن واحد بیشتر در نیمه شمالی برگه حاضر است.

- واحد K^1_1

این واحد شامل سنگ آهکهای ستبر لایه توده ای اوربیتولین دار چهره ساز با میان لایه های نازک اسیلیت آهکی به رنگ خاکستری تیره تا روشن می باشد که دگرگونی خفیفی را نیز متحمل شده اند. روند محور چین خوردگی متمایل به سمت شمال باختر است. همبری این واحد با سنگ آهک های زیرین خود (واحد $K^{m,1}_1$) در بیشتر رخنمونها گسله ولی در روستای حیران تدریجی است. ستبرای این نهمشته های کربناته متغیر بوده و از ۳۵۰-۵۰ متر برآورد می شود. در همه جا با همبری تدریجی یا تکتونیک بر روی واحد آهک مارتی $K^{m,1}_1$ جای گرفته است. در مطالعات رسوب شناسی نام این سنگها بروش (ال. فولک ۱۹۸۰) بیواینترامیکرواسپارایت- اسپارودایت و سنگ آهک رسی، ماسه ای و محیط رسوبگذاری کم عمق می باشد. با توجه به مجموعه فسیلهای زیرین سن کرتاسه اشکوب های آلبین- آپسین و در مواردی سنومانین است.

Orbitolina sp., Or. discoidea, Or.cf , Or. sp., Or. concura (Lamark) Or. conica (D. Archiac) ,
Cylindroporella sp., Pseudochoffatella sp., Dictyoconus cf. arabicus, D.sp., D.cf.orbicus,
Praeorbitolina sp., Lavaria sp., Lenticulina sp., Ammocycloloculina sp., Cristellaria sp., Trocholina sp.,
Asicularia sp., Cuneolina sp., Iraqia sp., Dasyclacea (Cylindroporella) sp., Cylindroporella elliptica
Lenticularis, Nautiloculina cf, oolittica

- واحد K

این واحد سنگهای آهکی کرتاسه می باشد که امکان تفکیک در آنها ممکن نبوده است و متشکل از سنگ آهکهای
ستبر لایه تا توده ای اربیتولین دار با میان لایه های نازک اسلیتی و آهکهای مارنی ورقه ای دگرگونه میکادار و
سنگ آهک ماسه ای سیاه رنگ است که ستبرای آن به حدود ۴۵۰ متر می رسد. رخنمون این واحد را می توان در
جنوب روستای سلوجه و شمال روستای آغچه خرابه مشاهده نمود. همبری آن با واحدهای دیگر کرتاسه در بیشتر
جاها گسله است.

- واحد K^V₁

در نزدیکی های روستای قشلاق گمار، دو کیلومتری شرق آغچه خرابه، باختر روستای شیرآباد در میان نهشته های
آهک مارنی کرتاسه (واحد K^m₁) گدازه ی ولکانیکی اسپیلیتی سبز تیره ای بطور پراکنده برونزد دارد. در مطالعات
میکروسکوپی بافت آن دیابازیک، اینترسرتال و کانی های اصلی: پلاژیوکلاز کلریتی، کلسیتی و سریسیتی شده،
الیون سیلیسی شده و بوسيله کوارتز میکروکریستالین، متاکوارتز، سرپانتین، کلریت و اکسید آهن جانشین شده
است.

کانی های فرومنیزین (پیروکسن، آمفیبول) اورالیتی، کلریتی و کلسیتی شده اند. کانی های فرعی: کانی کدر،
اکسید آهن، لوکوکسن، اسفن، اپاک و زیرکن. کانی های ثانوی: کلریت، کلسیت، سریسیت، زونیزیت و اپیدوت
هستند و نام گدازه اسپیلیتیک دیاباز (اورالیتی، کلریتی شده) می باشد.

- ترسیر و کواترنر

- الیگوسن - میوسن

در این برهه از زمان جنبش های زمین ساختی اوایل الیگوسن سبب چین خوردگی، بیرون آمدن از آب و پدیدار
شدن محیط قاره ای (بطور محلی کولابی) می گردد، سپس فرسایش شدید ارتفاعات موجب پیدایش انباشته های
آواری قرمز رنگ شده است. در زمان الیگوسن پایانی - میوسن پیشین دریا پیشروی می کند و بخشی از منطقه را
می پوشاند. این دریا گرم و کم ژرف بوده است که با ژرف تر شدن محیط رسوبی نهشته های آهک مارنی بجا
گذاشته شده و در خاور پهنه بر، جنوب گنچینه شرایط مناسبی برای رشد ریف های مرجانی فراهم آمده است. در
اثر بالا آمدن ریف ارتباط این بخش با دریا قطع گردیده، و آهکهای مارنی، ماسه ای و ماسه سنگ بجا گذاشته
شده اند.

- واحد O^C

این واحد آواری با رنگ قرمز - قهوه ای، تنها در شمال باختر منطقه، بویژه در شمال روستای اوک، شمال سد اکباتان
جنوب خاور روستای آغچه خرابه، پیرامون علی آباد جورکان و شمال روستای نهران رخنمون دارد. واحد شامل
کنگلومرای چند سازه ای است که با ناپیوستگی زاویه دار مشخص بر روی واحدهای سنگی کرتاسه، استرویت
شیست و اسلیت جای می گیرد. جنس قلوه های آن آهکی، گرانیت، کوارتز فلدسپات، اسلیت و ماسه سنگ می باشد
گردشگری خوب ولی جورشدگی ضعیفی دارد و با سیمان آهکی است.

- واحد O^m

این واحد شامل مارن، مارن ماسه ای به رنگ قرمز اخرائی و ارغوانی است که در باختر شیرآباد، جنوب خاور آغچه
خرابه رخنمون دارد، از نظر موقعیت چینه ای همراه با واحد O^C و معادل سازند قرمز زیرین می باشد.

- واحد OM^m

این واحد شامل تناوبی از مارن سبز تا خاکستری روشن ایستر و گچ دار، مارن ماسه ای، سیلتستون همراه با میان
لایه های نازک از سنگ آهک مارنی کرم تا سبز روشن است که در پیرامون رودخانه ی قره چای، سرخ آباد، باختر

نهران و نیز در شمال خاوری روستای حاجی مقصود رخنمون دارد. در بیشتر جاها بصورت ناپیوستگی هم شیب واحد OC را می پوشاند. ستبرای این واحد ۱۵۰-۱۰۰ متر برآورد می گردد. ولی بعلت شیب کم (15° - 10°) گسترشی زیاد دارد. این واحد در باختر روستای جیحون آباد شامل تناوبی از مارن و سنگ آهک کرم متوسط لایه است که با ناهمسازی و بدون کنگلومرای پایه، ماسه سنگ، کنگلومرای سرآغاز کرتاسه (K^{S,C_1}) را می پوشاند و از دید ساختاری ناودیس ملایمی را پدید می آورد.

بر پایه ی مطالعه ی میکروفسیلهای موجود در این واحد توسط (ط. محتاط) سن آن الیگوسن- میوسن پیشین (آکی تانین- بوردیگائین) تعیین شده و هم ارز سازند قم می باشد.

Globorotalia obesa, *G.opima*, *Globigerina venezeulana* *G. bulloides*, *G.apertura*, *G.cf. venezeulana*, *Cyroidina soldanii*, *Cibicides lobatulus*, *C.sp.*, *Lenticulina cf. Clypeiformis*, *L.inornata*, *Triliculina cf. gibba*, *Uvigerina hosiusi*, *Eponordes sp.*,

Quiqueloculina sp., *Triangularis sp.*, *Cyclammina sp.*, *Cy. cf. bradyi*, *Globigerinoides cf. conglobatus*, *Globigerinoides. trilobus*, *Laticarina sp.*, *Siphonia sp.*, *Bathysiphon*, *Nodosaria sp.*

- واحد OM^{11q}

شامل سنگ آهک زیستی تخریبی و بطور محلی سنگ آهک و ماسه ای کرم رنگ، مارن پکتن دار و سنگ آهک ریفی حاوی جلبک و کورال با ستبرای تقریبی ۸۰-۴۰ متر است. در کوه خرزنه، واقع در شمال غرب روستای تقریجان، بیشتر از سنگ آهک ماسه ای با ستبرای ۷۵-۷۰ متر پدید آمده است.

بر اساس میکروفسیلهای شناسائی شده ذیل، سن این واحد (آکی تانین- بوردیگائین) و هم ارز سازند قم است.
Miogypsina sp., *Miogypsinoidea sp.*, *Pseudolithonella sp.*, *Lenticulina sp.*, *Ammonia becarrii*, *Amphistegina sp.*, *Archeolithothamnium sp.*, *Marginulina sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Valvulina sp.*, *Lithothamnium sp.*, *Textularia sp.*, *Cibicides sp.*, *Rotalia sp.*, *Heterostegina sp.*, *Solenomeris sp.*, *Planorbulina sp.*, *Abicides sp.*, *Globigerina sp.*, *Pseudolithonella sp.*, *Operculina sp.*, *Textularid*, *Kuphus arenarius*, *Ditrupea sp.*, *Orbulina sp.*, *Bryozoa*.

- واحد OM^{12q}

شامل سنگ آهک ریفی، سنگ آهک مارنی ماسه ای کرم تا زرد حاوی دانه های کوارتز و اسلیت، متوسط لایه و دارای فسیلهای فراوان دوکفه ای، خارپوست و مرجان که در درون واحد مارنی (OM^m) با ستبرای ۳۰-۱۵ متر رخنمون یافته است.

پلیوپلیستوسن

- واحد PIQ^C

این واحد در شمال روستای برکت آباد، نشار و نیز در خاور همدان رخنمون دارد. کنگلومرانی به رنگ زرد متمایل به کرم با جورشدگی ضعیف، گردشگی متوسط و قلوه های با جنس گوناگون از یک تا ۷۰ سانتی متر، با شیب اندک (10° - 8°) است که با ناپیوستگی زاویه دار نهشته های کهنتر را می پوشاند.

- کوتاه تر

- واحد Q_1

شامل نهشته هائی در دامنه ی کوهها و بگونه ی پادگانه های آبرفتی بلند و مخروط افکنه می باشد و از کنگلومرای با سیمان سست، دانه بندی نامنظم و قلوه های به ابعاد گوناگون پدید آمده است. خاستگاه آنها سیلابهائی می باشد که در دوره های رسوبگذاری کوتاه تر ایجاد میشده است.

- واحد Q_2

نهشته های آبرفتی و پادگانه ای مسطح دشت را تشکیل می دهد که گسترش آن قابل توجه و از قلوه های ریز شن و ماسه همراه رس تشکیل شده است، بگونه ای فراگیر زمینهای زراعتی را شامل می شود.

- واحد Q_3

آبرفت ها بصورت مجموعه ای ناپیوسته و متشکل از قلوه های ریز شن، ماسه و رس تشکیل دهنده بستر دره های عریض قدیمی هستند. (نهشته های آبرفتی مسطح و بسیار سست)

- واحد Q^{tr}

نهشته های آهکی خاکستری روشن تا کرم متخلخلی هستند که حاصل چشمه های آب گرم آهک سازند و بر روی سنگ آهکهای سازند قم با ناپیوستگی می نشینند. در کوه قزل قیه سی، شمال شرق دنگله کهریز و روستای آقاسر گسترده شده است. این آهکها در دنگله کهریز بعنوان ماده ی معدنی تزئینی مورد بهره برداری قرار گرفته اند. در بررسی های میکروسکوپی بافت آنها دسیمیکرات و در زمینه ی میکروکریستالین آن آهک اسپاری وجود دارد که دارای ساخت اسفرولیتی است. ناخالصی ها از جنس کوارتز تخریبی و زاویه دارند.

- واحد Q^{al}

رسوبات بستر رودخانه ای هستند که جدیدترین نهشته های آبرفتی ناحیه را تشکیل داده اند.

- سنگهای آذرین

مراد از سنگهای آذرین منطقه ی تحت پوشش، توده های نفوذی خاصی هستند که متعلق به یک مجموعه ی بسیار بزرگتری می باشند و در ورقه ی مجاور (برگه ی تویسرکان) گستردگی زیادی دارند. این توده های نفوذی برحسب تقدم زمانی عبارتند از: - توده های بازیگ بطور عمده گابرونوریتی. - توده های گرانیتوئیدی، که بزرگترین آنها بنام گرانیت الوند شهرت یافته است. شواهد بسیار فراوان در مناطق مجاور و در این برگه هستند که نشان می دهند، نفوذ گرانیتوئیدها پس از گابروها رخ داده است. وجود واحد (ag) که یک آگماتیت گابرو-گرانیتی است، بهترین شاهد این ارتباط می باشد. در این واحد مسلم شده که گابرو بصورت جامد وجود داشته و گرانیت در این توده ی جامد نفوذ کرده و یک برش ماگمایی آگماتیته (Agmatitic Breccia) پدید آورده است. شواهد صحرایی نشان می دهد که نفوذ ماگمای بازی که تجسم عینی آن تشکیل گابرو است، شار حرارتی بسیار بالایی را به پوسته ی سیالیک ناحیه اعمال کرده و برحسب ذوب بخشی و تا اندازه ای ذوب کلی این پوسته، مذاب گرانیتی پدیدار شده است. این پدیده ها در جنگل یارعلی (انتهای دره ی سیمین) بخوبی دیده می شود و میگماتیت های منطقه بهترین گواه آنهاست.

- گابروها (gb)

این توده ها در منطقه ی مورد بررسی برونزد بسیار محدود داشته و بطور عمده بصورت آپوفیزهای کوچک و بزرگ در گنبد حرارتی منگاو و در عمق دره ی سیمین برونزدگی دارد. ولی در نواحی مجاور مانند چشمه قصابان توده هایی به نسبت بزرگ از آن برونزد یافته است.

نکته های بسیار آموزنده که در این برونزدها قابل رویت اند، تاثیر متاسوماتیکی گرانیتوئیدها بر روی گابروهاست. بر اثر این متاسوماتیسم، سنگهای جد واسط تشکیل گردیده که از نظر ترکیب میان قطب های گابرو و گرانیت جای می گیرند. پیدایش بیوتیت های فراوان بخرج کلینو و اورتو پیروکسن و الیوین در گابروها و فلدسپاتی شدن آن (آلکالی متاسوماتیسم) و تبدیل پلاژیوکلازها از پیرامون به فلدسپاتهای قلیائی، از آشکارترین نمودهای این پدیده است. گابروهای اولیه بطور عمده از جنس گابرونوریت بوده اند.

- گرانیتوئیدها

- گرانیت الوند (g^a)

این گرانیت دارای بافت پرفیری بسیار مشخص می باشد، بطوریکه بلورهای میکروکلین پرتیت در آن گاهی به درازای ده سانتی متر می رسد. از ویژگیهای شایان توجه این گرانیت وجود بیگانه سنگ (XENOLITH) هائی از جنس گرونا تیت و از بیگانه سنگهای بسیار میکادار (Surmicaceous xenolith) و بیگانه بلورهائی از آندالوزیت، سیلیمانیت، کاردیریت و گرونا است. در پاره ای جاها بیگانه سنگهائی از جنس گابرو نیز در آن دیده می شود. کانیهای سازنده ی این سنگها عبارتند از فلدسپاتهای قلیائی، کوارتز، بیوتیت، کلریت، کمی گرونا و آندالوزیت، سیلیمانیت، کاردیریت که کانیهای اخیر بیگانه بلورند.

فلدسپاتهای قلیائی از نوع اورتوز و میکروکلین و پلاژیوکلازها از جنس آلپیت تا الیگوکلازند. کانی های فرعی این سنگها عبارتند از زیرکن - آپاتیت، تورمالین، آلانیت و کانی های اپاک. از دیدگاه تقسیمات سنگ نگاشتی، این سنگها

گرانیت و گرانودیوریت، مونزوگرانیت و سینوگرانیت هستند و همه ی آنه مزوکرات اند. در درون این توده ی گرانیتی و بیشتر در حاشیه های آن بخشهایی دیده می شود که ترکیب آنها تونالیتی و کوارتز دیوریتی است.

- گرانیت تورمالین دار Luxillianite واحد (g^t)

برونزد نسبتا بزرگی از این گرانیت در باختر روستای کشین و جنوب باختری دره ی مرادیگ وجود دارد که بافت آن گرانولار و کانی های آن عبارتند از: کوارتز، پلاژیوکلاز دگرسان شده، فلدسپات آلکالن و مقدار زیادی تورمالین شعاعی.

- گرانیت گرونادار (g^g)

این واحد در جنوب باختری روستای سیمین، جنوب تخت رستم (کرم بلاغی) برونزد دارد. بافت آن گرانولار و از کوارتز، فلدسپات آلکالن، پلاژیوکلاز، بیوتیت و زیرکن تشکیل شده است. کانی های فرعی آن عبارتند از گرونا، استرولیت و تورمالین. این سنگها یک دگرگونی دینامیک و یک دگرگونی حرارتی را تحمل نموده اند. درباره ی خاستگاه گرونا و استرولیت نظریاتی گوناگون ارائه شده ولی هنوز بطور قطع نمی توان در این باره اظهار نظر کرد.

- واحد پگماتیت- آپلیت (Pa)

این واحد در جنوب باختری روستای خاکو و شمال باختری کوه کلاه قاضی برونزد دارد. بافت اصلی آن گرانولار و کانی های اصلی آن آلبیت، کوارتز و رشد میرمیکیتی این دو، فلدسپات آلکالن، کانی های فرعی شامل زیرکن و تورمالین است.

- واحد d (دیوریت)

این سنگها آنچنان که پیشتر گفته شد بر اثر تبادلات متاسوماتیکی گابروها با ماگمای گرانیتی بدست آمده اند. کانی های اصلی آنها پلاژیوکلاز و هورنبلند است. پلاژیوکلازها از نوع آندزین می باشد که بیشتر سوسوریتی شده اند. بر جای مانده هایی از پیروکسن های گابروی اولیه که از پیرامون به اورالیت تبدیل شده اند. مقدار کمی بیوتیت نیز در سطح پلاژیوکلازهای سوسوریتی شده پدیدار شده است.

- واحد Pg (پگماتیت منگاو)

این پگماتیت ها به احتمال قوی در اثر ذوب بخشی دگرگونه ها بر اثر نفوذ ماگمای بازالتی (گابروها) پدید آمده اند که در بسیاری از موارد با شیبست های اطراف خود رابطه نفوذی به حالت جامد (دیاپیریک) دارند. آنچنانکه پیرامون این توده ها بطور کامل برشی شده و نشان می دهد که بسیاری از آنها بحالت جامد، بر اثر حرکات تکتونیکی پسین، از بستر خود کنده شده و به بالا صعود کرده اند. سن پگماتیت های منگاو ۱۰۰ میلیون سال برآورد شده است (ولی زاده ۱۹۷۰) کانی های آن عبارتند از آلبیت، فلدسپات آلکالن، تورمالین، کوارتز و موسکوویت.

- گرانیت های دگرگونه واحد gn (گنایس علی آباد دمق)

این سنگها به احتمال قوی گرانیت های میلونیتی شده اند. این واحد سنگی در باختر و شمال خاوری علی آباد دمق با راستای شمال خاوری، جنوب باختری گسترش دارد، دو سوی آن کنار هورن فلس ها و شیبست های لکه دار گسلیده اند.

مطالعات صحرایی و میکروسکوپی نشان از آن دارد که این سنگها در اصل از میلونیتی شدن سنگهای گرانیتی پدید آمده اند. بافت اغلب آنها پرفیروبلاستیک است و پدیده های میلونیتی شدن باعث پیدایش نوعی لایه بندی ترکیبی (Compositional Layering) شده است. بیوتیت، پلاژیوکلاز، فلدسپاتهای آلکالن درشت دانه و کوارتز کانی های عمده این سنگهایند و کمی گرونا، کیانیت، استرولیت، سیلیمانیت، زیرکن و آپاتیت کانی های فرعی آن است. گرونا، کیانیت، استرولیت و سیلیمانیت به احتمال قوی بیگانه بلورهای هستند که در گرانیت اصلی وجود داشته اند. همه این شواهد حاکی از آنستکه این گنایس همان گرانیت الوند می باشد که تراشه ای از آن در راستای یک زون گسلی میلونیتی شده است.

- رگه ها

- رگه های دیده شده در منطقه را می توان به انواع زیر بخش کرد:
- رگه های کوارتز دربردارنده سیلیکات های آلومین مانند کیانیت، سیلیمانیت و آندالوزیت که در اثر تفریق دگرگونی پدید آمده اند.
 - رگه های کوارتز فلدسپاتی: که بر اثر ذوب بخشی دگرگونه ها در پهنه های ژرف دگرگونی پدید آمده اند.
 - رگه های کوارتزی خالص: در اسلیت ها بر اثر تفریق دگرگونی پدید آمده اند.
 - رگه های کوارتز-آنکرت که بر اثر فعالیت های هیدروترمال پدید آمده اند و اغلب دارای پیریت و آرسنوپیریت هستند و مقدار بسیار کمی طلا نیز آنها را همراهی می کند.
 - رگه های پگماتیتهای حاوی کوارتز صورتی رنگ و تورمالین که فازهای پایانی تبلور گرانیتهای آناتکسی را پدید می آورند.
 - رگه های پگماتیتهای موسکوویت دار، این رگه ها نیز بر اثر تفریق دگرگونی در سنگهای دگرگونی پدید آمده اند.

زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

ناحیه مورد مطالعه در تقسیم بندی واحدهای زمین ساختمانی ایران در زون ساختاری سنندج- سیرجان جای دارد که به موازات رواندگی زاگرس از ارومیه، سنندج تا اسفندقه گسترش دارد، این زون که نآرامترین و گسترده ترین زونهای ساختمانی ایران بشمار می رود. فازهای دگرگونی و ماگماتیسم مهمی را پشت سر گذاشته است. وجود مسئله دگرگونی ناحیه ای، تکتونیک فعال (به سبب وجود راندگی متعدد) موجب پیچیدگی وضع ساختمانی در این ورقه شده است و به لحاظ وضع تکتونیک خاص این زون ساختاری، ارتباط واحدهای رسوبی به طور معمول گسله است. از این رو در ناحیه همدان که در بخش شمالی زون سنندج- سیرجان واقع شده، سازوکار فازهای تکتونیک مختلف بر آن موثر بوده است.

- فازهای کوهزائی آسی نیتیک، کالدونین، هرسی نین

زون سنندج سیرجان در بخش شمالی فاقد سازوکار فازهای کوهزائی در زمان پرکامبرین و پالئوزوئیک است و سازوکار فاز کالدونین نیز در کل ایران بصورت خشکی زایی و هرسی نین تنها در امتداد اقیانوس پالئوتتیس بصورت متامورفیسیم، پلوتونیسیم تظاهر نموده است. از این رو در منطقه مورد مطالعه، نمی توان انتظار آثار آشکار از این فازها را داشت.

- جنبش های تکتونیک هم ارز کیمبرین پیشین

با توجه به اینکه در مطالعات اخیر در درون بخشی از اسلیت های همدان که نادگرگونه اند و فقط بر اثر وفور کانی های آواری میکائی یا کاهش وزن و یا در اثر قرار گرفتن در زونهای تراستی دارای شبه فولیاسیون هستند، آمونیتی به سن دوگر (اشکوب Alenian) یافت شده است و این نهشته ها در اثر کنش گسل سیاه کمر- علوی بر روی نهشته های دگرگونه (حداقل دارای دو خط واره) رانده شده اند بنابراین سن نهشته های دگرگونی به قبل از اشکوب مالم یا عبارتی به پیش از ژوراسیک پسین نسبت داده می شود.

بنابراین نهشته های دگرگونه همدان، قبل از ژوراسیک بالائی شکل گرفته اند و در اثر سازوکار فاز کمپرسیونی کیمبرین پیشین (تریاس پسین) نهشته های بزرگ ناودیس که در ناحیه همدان وجود داشته دگرگون گشته اند. این دگرگونی از نوع ناحیه ای پیشرونده بوده و به آناتکسی نیز رسیده است. (سبزه ای ۱۹۷۴) زون سنندج-سیرجان را باریک شبه ریفت در نظر گرفت که نهشته های آن بصورت استاتیک دگرگون شده و سپس نیروهای فشارشی را در طی فاز کوهزائی کیمبرین پیشین تحمل کرده اند.

-فاز کیمبرین پسین

اگرچه در منطقه میان سنگهای ژوراسیک و کرتاسه از دیدگاه چینه نگاشتی شواهدی آشکار، که دال بر دگرشیمی میان این دو باشد به روشنی یافت نشده، ولی تغییر رخساره ماسه سنگهای موجود در زیر سنگ آهکهای کرتاسه و

روی بخش ماسه سنگی (واحد^S JK) از یکسو و یافت شدن حداقل افقی از ماسه سنگهای دانه درشت و میکروکنگولومرا با اجزا سنگهای دگرگونه از سوی دیگر این تصور را قوت می بخشد که یک دگرشیبی در حفاصل این دو واحد بایستی وجود داشته باشد. بنابراین در مرز دو واحد زمانی ژوراسیک و کرتاسه نوساناتی بر حوضه حاکم بوده است. از این رو چگونگی عملکرد فاز کیمیرین پسین در ناحیه همدان مبهم و با شک و تردید همراه است. به این دلیل که در این صورت نهشته های کرتاسه با پایه ی پیشرونده و بصورت ناپیوسته بر روی سطوح گوناگون با سنین متفاوت قرار می گرفته در حالیکه اینچنین نیست و آنها بر تارک همان ماسه سنگهائی که در ادامه ماسه سنگهای ژوراسیک میباشند نشسته اند. بهرحال رسوبگذاری دریای کرتاسه با بجا گذاردن آهک، آهک مارنی و به دنبال آن آهکهای توده ای تا ستر لایه اربیتولین دار ادامه می یابد. از موقعیت و شرایط رسوب گذاری در دریای کرتاسه بالائی بعلت نبود نهشته های آن اطلاعی در دست نیست. در اواخر کرتاسه- اوائل پالئوسن در اثر حرکات کوهزائی لارامید، نهشته های ناحیه، چین خوردگی پیدا کرده و سر از آب بیرون می آورند. بدین سان نهشته های کرتاسه و کهنتر از آن در اثر این چین خوردگی بطور کامل شیستوز گردیده و برحسب شدت وضعف تحمل پدیده دگرگونی و نیز جنس سنگ مادر به شیست، اسلیت و آهکهای بلورین تبدیل شده اند و در اثر همین فاز بخش عمده ساختار کنونی منطقه نیز شکل می گیرد. در منطقه همدان نهشته های متعلق به ائوسن مشاهده نمی شوند تا بتوان درباره چگونگی سازوکار حرکات آلپ میانی (فاز پیرنه) اظهارنظر نمود. دریا در عهد الیگوسن دوباره پیشروی نموده و نهشته های آهکی، آهک مارنی، آهک ماسه ای و ماسه سنگ اولیگومیوسن را با پایه کنگلومرائی بگونه ای ناهمساز بر روی نهشته های کهنتر می گذارد. این نهشته ها خود در آلپ پایانی چین می خورند و از حالت افقی خارج می گردند. سرانجام نهشته های مربوط به پلیوپلیستوسن با ناپیوستگی روی لایه های کهنتر جای می گیرند. بنابراین پیدایش کنگلومرای پلیوپلیستوسن و چین خوردگی آنرا می توان بر اثر جنبش های والاچین؟- پاسادنین دانست که در پایان پلیوسن و اواسط کواترنر به اوج خود رسیده و دگرشیبی میان نهشته های کواترنر و پلیوکواترنر را پدید آورده است.

- ساختمانهای ساختاری (Structural building)

- گسل خوردگی

وضع ساختمانی این برگه بعلت داشتن تکتونیک پویا از پیچیدگی ویژه برخوردار است و به لحاظ وضع تکتونیکی خاص این زون ساختاری ارتباط واحدهای رسوبی به طور معمول گسله است. و چون ناحیه مورد بررسی در زون فشارشی سندج-سیرجان واقع می باشد گسلهای سراسری و راندگی های بزرگی در آن قابل مشاهده است که درازای آنها به چندین ده کیلومتر می رسد. ولی به لحاظ اینکه نهشته های اسلیتی و فیلیتی (دگرگونه) بصورت شکل پذیر عمل می کنند. گسلهای رخ داده بخوبی مشخص نیستند. بیشتر گسلها شیب لغز با مولفه راستالغز بطول چندین کیلومترند. بیشترین جهت یافتگی بصورت همیوغ در دو جهت N45 و N345 هستند و راستای گسلهای اصلی شمال باختری- جنوب خاوری و شیب آنها به طور معمول به سوی شمال خاور است. مهمترین گسلهای این ناحیه عبارتند از:

- گسل کشین - سیمین

این گسل با روند کلی شمال باختری- جنوب خاوری و به درازای ۱۵ کیلومتر، تا روستای سیمین، مرز میان دگرگونی ناحیه ای و مجاورتی است. ولی در دره ی ارزان فود با گسل دیگری با راستای NE-SW همیوغ می گردد، شیب گسل NE 70 و سازوکار آن معکوس می باشد.

- گسل یلفان - ارزان فود - نینجه

این گسل به موازات گسل کشین از سد اکباتان تا روستای نینجه با راستای NW-SE امتداد دارد، طول آن حدود ۳۰ کیلومتر بوده و مرز باختری پگماتیت های منگاو ی یا آندالوزیت شیست ها را کنترل می کند. شیب گسل NE 67 و سازوکار آن معکوس است. این گسل در اطراف خود ریز گسل هایی را پدید آورده که در مقطع میکروسکوپی جابجایی کانی های صفحه ای و هماتیزاسیون در سطح اشان قابل توجه هستند.

گسل تفریجان منگاو - کندلان

این گسل در حوالی علی آباد از گسل یلفان-ارزان فود- نینجه جدا شده و تا کندلان ادامه پیدا می کند و سرانجام از منطقه خارج می شود، روند آن NW-SE است ولی در حوالی منگاو تغییر روند می دهد و راستای آن تقریباً شمالی جنوبی می گردد. درازای آن ۳۵ کیلومتر و سازوکار آن معکوس با مولفه راستالغز و شیب حدود 59° NE است.

این گسل باعث حذف برخی زونهای دگرگونی شده و سنگهای درجه پائین را در مجاورت سنگهای درجه بالا قرار داده است و نیز مرز خاوری پگماتیت های منگاو را کنترل می کند. در اثر عملکرد آن واحد اسلیتی بر روی و مجاورت آندالوزیت شیبست ها جای گرفته اند.

گسل انجلاس - ورکانه

این گسل مرز میان گرونا شیبست با آندالوزیت و استرولیت شیبست ها را کنترل می کند. شیب گسل به سمت شمال خاوری و دارای مولفه شیب لغز معکوس است.

گسل سیاه کمر - علوی

این گسل با راستای NW-SE و همروند با گسلهای پیشین از سیاه کمر تا علوی ادامه یافته و سرانجام از ناحیه خارج می گردد، یکی از گسلهای مهم و دراز منطقه می باشد، زیرا سنگهای نادگرگونه را در مجاورت سنگهای دگرگونه دارای دو خط واره قرار داده، و مرز میان ژوراسیک و نهشته های دگرگونی ناحیه ای را کنترل می کند. شیب گسل حدود 55° NE و سازوکار آن راندگی است.

گسلهای دیگری نیز در منطقه هستند که نامی برای آنها نمی توان متصور شد ولی در تکوین ساختارهای دگرشکلی همانند گسلهای بزرگ موثرند، آن چنانکه اکثر گسلها از نوع معکوس با شیب به سمت شمال خاور بوده و مولفه امتداد لغز نیز دارند.

به دلیل کوتاه شدگی زونها در جنوب خاوری همدان پیدایش قریب به اتفاق گسلها را شاید بتوان در ارتباط با توده نفوذی الوند دانست.

چین خوردگی

بر پایه ی مشاهدات صحرائی، محور ریز چین های منطقه اغلب راستای N 140 E دارند و جهت فرعی دیگر N 50 E با آن زاویه حاده می سازد. محور چین های بزرگ نیز موازی با محور ریز چین های اصلی است، وجود این چین ها را میتوان مربوط به نیروهای دوجانبه ای دانست که عمود بر محور آنها همزمان با فاز دگرگونی ثانوی (S2) اثر کرده و سنگهای منطقه را چین دار نموده اند.

روندهای اصلی آنها دو جهت NW-SE و SW-NE میباشد. و در اثر فشاری که از شمال خاور اعمال می شده محور چین ها به سوی جنوب تمایل دارند.

از ساختهای چین خوردگی مهم می توان به ناودیس بزرگ سرخ آباد اشاره کرد که درخاور همدان در بین واحدهای چینه ای زمان الیگومیوسن رخ داده است. راستای محوری آن NW-SE بوده و پلانچ دار است و همبری یال جنوبی با نهشته های کربناته کرتاسه بصورت ناپیوستگی زاویه دار و شیب لایه های آن اندک (10° - 20° درجه) است.

این واحد در گوشه شمال خاوری ورقه نیز ساخت ناودیس دارد. شیبتهای ناحیه نیز ساخت آنتی کلینوریوم دارند و از تاقدیس ناودیس های متوالی با روند محوری NW-SE پدید آمده اند.

گسلهای دگرشکلی ها (تحلیل پاراژنهای حاصل از حوادث مختلف دگرگونی با توجه به دگرشکلی پلاستیکی آنها)

عناصر ساختاری حاصل از فاز اول (S1)

این فاز ایستا بوده و در نتیجه شیبستوزیته اولیه حاصل از آن (S1) موازی با لایه بندی رسوبی تشکیل شده است. که در طی آن خطواره های حاصل از ریز چین، کانی و سایه فشاری ایجاد شده اند. کانی های میکا و آمفیبول خطواره و پورفیروبلاست های استروئید و گرونا خطوط سایه فشاری را پدید آورده اند. چین های بین لایه ای از رگه های کوارتزی در شیبستوزیته اولیه پدید آمده است.

- عناصر ساختاری حاصل از فاز دوم (S2)

این فاز دگرشکلی تحت تاثیر نیروهای جانبی شمال خاوری عناصر فابریکی کنونی را ایجاد کرده اند که ساختار اصلی موجود در منطقه را تشکیل می دهد، یعنی از باختر به خاور از شدت واکنش کاسته شده است. فابریکهای S2 و L1 در طی این فاز بر اثر چین خوردگی لغزشی- خمشی (S1) ایجاد شده اند و... رگه های کوارتز بر اثر تنش برشی حاصل از لغزش بین برگواره ها، در روی یال چین های اصلی پدید آمده اند. کانی های موسکوویت و کوارتز در این فاز جهت یافته اند و نیز چین های بزرگ مقیاس از گونه طولی، با تمایل شمال خاوری و بصورت تاقدیس و ناودیس های پشت سر هم پدید آمده اند.

- عناصر ساختاری بعد از فاز دوم

- کینک باندها Kink bands

بگونه ی غیرفراگیر و گسترش نیافته در نزدیکی گسله های بزرگ دیده می شوند که این عناصر دردمای پائین بر اثر نیروهای جانبی هم روند با نیروهای فاز دوم و در شرایط شکننده ایجاد شده اند. آنها از نوع انقباضی کشیده و معکوس اند و در دو دسته بصورت همیوغ دیده میشوند. توزیع تنش نسبت به توده در آنها شعاعی است. بنابراین روند پیدایش کینک ها از توده نفوذی تعیین شده است.

- شکستگیها (گسل ها و درزها)

اکثر گسلها شیب لغز با مولفه راستا لغزند و بیشترین جهت یافتگی را بصورت هم یوغ در دو جهت N45 و N345 نشان می دهند. گسلهای اصلی بیشترشان راستای NW-SE دارند.

- درزه ها

بصورت دو دسته درزه عمود بر هم اند که با سطح محوری کینک ها هم جهتند و بنابراین در مناطقی که کینک ها وجود دارند این دو دسته درزه سطح محوری کینک ها را پدید می آورند.

- دگرشکلی های کانی ها با توجه به بررسی های میکروسکوپی

- میکا (بیوتیت و موسکوویت)

بلورهای میکا در (S1) و هم زمان با تکتونیک پدید آمده و جهت یافتگی آنها تابع روند تنش است و در (S2) بلورهای میکا کج شده و هم جهت با آن آرایش یافته است. و در نتیجه همزمان با تکتونیک پدیدار شده اند.

- کوارتز

رگه های کوارتزی موجود در منطقه زایش های مختلفی دارند، یک گروه از این رگه ها در طی دو فاز دگرگونی و در نتیجه تفریق ایجاد شده اند. رگه هایی که با (S1) هم شیب بوده اند در فاز (S2) ترکهای موجود روی یال چین های اصلی را که در نتیجه لغزش ایجاد شده اند پر کرده اند و بشکل پتیگ ماتیک (Ptyg matic) چین خورده اند (در پگماتیت های مینگاو) و نیز بر اثر دگرشکلی پیش رونده یال رگه های چین خورده بودینی شده و یا در اثر لغزش و خمش لایه ها در نتیجه برش در رگه های کوارتزی ساخت سیگما ایجاد شده است.

- پورفیروبلاستها

- استروولیت

بدون جهت یافتگی خاصی در درون میکاشیستها به صورت تکی و یا ماکل صلیبی وجود دارند. تبلور آنها با (S1) همزمان است و در فاز (S2) پورفیروبلاستهای استروولیت ناپایدار شده و به کلریت و بیوتیت تجزیه شده اند.

- آندالوزیت

درشت ترین پورفیروبلاستها را تشکیل می دهد. بیشترشان دارای جهت یابی ترجیعی اند که ردپای صلیبی شکل از مواد آلی دارند. از نظر زمانی پورفیروبلاستهای آندالوزیت بعد از (S1) و همزمان با (S2) پدید آمده اند.

- گارنت

- بلورهایی از گرونا، پدید آمده پیش از (S1) باعث پیدایش سایه فشار و کج شده اند و گاهی ساختار خطی ایجاد کرده اند.

- بعضی از بلورهای گرونا در داخل بلورهای استروولیت همزمان با تکتونیک رشد کرده و تبلور پس از تکتونیک خود را به نمایش گذاشته اند.
- پرفیروبلاستهای گرونا همراه با ایجاد سایه فشار و در (S2) ناپایدار بوده و به بیوتیت و گاهی کلریت تجزیه شده اند.
- آمفیبول
- شامل بلورهای سوزنی شکل ترمولیت و آکتینولیت با جهت یابی ترجیحی است.

زمین شناسی اقتصادی Economic geology

از آثار و اندیس های معدنی موجود در برگه ی همدان می توان به موارد ذیل اشاره کرد.

- منابع فلزی

- معدن آهن متروکه شمال خاور زمان آباد (Fe)

این معدن بصورت انباشته ای از اکسید آهن می باشد که بصورت هیدروترمال در شمال خاوری زمان آباد در اسلیتها جایگزین شده است. همراه اکسید آهن، کالکوپیریت نیز دیده می شود، در سالهای اخیر در این کانسنگ اقدام به حفر دو تونل شده که کانسنگ آن در خارج تونلها انباشته شده است و در حال حاضر این معدن رها شده است.

- سرب و روی (Pb,Zn)

در جنوب خاور قشلاق احمد ویس در قاعده کرتاسه و واحد (JK^S) کانی زائی سرب و روی دیده می شود که چندین چاهک اکتشافی نیز در نقاط گوناگون این ناحیه بچشم می خورد. بنظر می رسد، ارزش اقتصادی چندانی نداشته باشد.

- گرافیت (C)

در پایانه ی باختری نقشه، جنوب باختر قلعه سیلوار در هورنفلس های کوردیریت دار در دامنه کوه چاهکی جهت اکتشاف گرافیت حفر گردیده که آثار آن قابل رویت است ولی پی جویی آن در حال حاضر رها شده است.

- طلا (Au)

در سالهای اخیر اکتشافات ژئوشیمیائی جهت عناصر کمیاب و فلزات با ارزش از جمله طلا در دره مرادیگ انجام گرفته و آثار آن شناسائی شده است. در جنوب باختر کوه کلاه قاضی و جنوب خاور کوه الوند، گرانیته و هورنفلس ها را رگه های هیدروترمالی کوارتز آنکریتی با راستای شمال جنوبی و هم روند با گسلها قطع کرده که دربردارنده طلایند. در تجزیه شیمیائی نمونه هائی از آن مقدار طلا 300-50 PPb گزارش شده است.

- منابع غیرفلزی

- کانسارزائی سیلیکاتهای آلومین (An)

قابلیت بهره برداری از کانی های نسوز در شیست های همدان به عنوان کانسار دگرگونی بستگی به درصد سیلیکاتهای آلومین موجود در آنها دارد، که از میان آنها آندالوزیت و سیلیمانیت (دگرگونی ناحیه ای) بعنوان ماده دیرگداز مورد توجه قرار گرفته اند، سیلیکاتهای آلومینیوم مناطقی دارای قابلیت کانسار زائی است که ترکیب شیمیائی مناسبی داشته و از بیشترین شدت دگرگونی برخوردار باشند در ضمن دارای سیلیس آزاد کمتری باشند (سیلیس و اکسیدهای قلیایی به عنوان ترکیبات مضر وکمک ذوب اند) و اکسید آلومینیوم بالا برنده خواص دیرگذاری سنگ است. روی این اصل باریکه ی منگاوای زمان آباد، از نظر پرعیار بودن کانی های نسوز قابل توجه است. از آن میان سیلیکاتهای آلومینا در شمال باختری کمری (کوه جعنجره) ذخایر قابل توجهی را ایجاد نموده و از دیدگاه اقتصادی نیز بارزش اند.

- گرونا (G)

فراوانی گرونا در بعضی جاها آنچنان است که به این کانی جنبه اقتصادی بخشیده است این کانی بصورت پلاسر در آبرفتهای منطقه فراوان یافت می شود. انباشتگی آنها در آبراهه ها ارزش اقتصادی به کانی داده است. این ماده معدنی به دلیل ذخیره و درجه خلوص بالا و استخراج آسان به عنوان ماده اولیه ساینده قابل بررسی است.

- تورمالین و موسکوویت (Mu)

پگماتیت های منگاوای از دیدگاه داشتن پولکهای درشت و براق موسکوویت و تورمالین می تواند جنبه اقتصادی داشته باشد از این رو نیاز به بررسی رسوبات آبراهه ای برای شناخت این ماده معدنی با ارزش است.

- سیلیس (Si)

رگه های سیلیسی با ابعاد متفاوت و به تعداد به نسبت زیاد بصورت عدسی در شیبست های برگه حاضر جایگزین شده اند، درجه خلوص آنها فوق العاده زیاد و استخراج و بهره برداری نیز آسان می باشد از این رو قسمت اعظم این ماده معدنی تا حال مورد بهره برداری قرار گرفته است.

- سنگهای ساختمانی (bs) ((Building Stone))

این سنگها عبارتند از:

-گرانیت^{gr} bs^{gr}

گرانیت های الوند میتواند بعنوان سنگ تزئینی و نما مورد استفاده قرار گیرند از آن جمله معدن گرانیت شانه زر- کمر کوه واقع در پایانه ی باختری نقشه جنوب دره مرادبیگ.

- سنگ آهکst bsst

سنگ آهک های نهشته های الیگومیوسن نیز هم اکنون بعنوان سنگ ساختمانی و لاشه مورد استخراج و بهره برداری قرار گرفته است، لازم به ذکر می باشند که در کارخانه شیشه همدان کربنات کلسیم بعنوان کمک ذوب کاربرد دارد.

سنگ آهک های مارنی کرتاسه (واحد $K^{m.l}$) نیز می تواند بعنوان سنگ لاشه و مالون در ساختمان سازی واحداث کانالها و معابر بهره برداری شوند.

- ماسه سنگ^{sst} bs^{sst}

ماسه سنگهای واحد (JK^s) نیز می تواند بعنوان سنگ ساختمانی و لاشه جنبه اقتصادی داشته باشد از آن جمله معدن ماسه سنگ سیلیسی شمال باختر روستای ده لیان.

- تراورتن^{tr} bs^{tr}

این نهشته ها بیشتر واحدهای سنگی زمان الیگومیوسن را با ناهمسازی پوشانده است، ستبرای آن ۱۰-۲ متر و حاصل فعالیت چشمه های آبگرم عهد حاضرند، گسترش این واحد را می توان در کوه قزل قیه سی، دنگله کهریز، آقاسر و آغچه خرابه پائین مشاهده نمود، در حال حاضر تراورتن دنگله کهریز به عنوان سنگ ساختمانی استخراج و بهره برداری می شود.

- هورنفلس^h bs^h

هورنفلس های کوردیریت دار (واحد h^c) هاله گرانیت الوند پتانسیل خوبی را برای استفاده بعنوان سنگ تزئینی و نما دارند و به لحاظ اینکه سخت، متراکم و سیاه می باشند و ذخیره و ستبرای زیادی هم دارند، بنام گرانیت سیاه مورد توجه بوده و در حال حاضر بخشی از این سنگها در جنوب کوه دره غار (خاور گرم دره) استخراج و بهره برداری می گردد.

منابع

از نتایج تحلیل پتروفابریکی سنگهای دگرگونی ناحیه ای خاور باتولیت الوند عنوان رساله محمد مهدی فرهپور (۱۳۷)، در گزارش و نقشه (برخی اندازه گیریها)، نیز از نظرات و پیشنهادات ارزنده دکتر مسیب سبزه ای در طی بررسی های صحرائی (۱۳۷۷) در تهیه این نوشتار استفاده گردیده است.