



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 روم

شماره برگه:

7856

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ع.ر. شهیدی، خ. بهارفیروزی، ع. شفيعی

سال تولید:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۸۵۶- روم

جغرافیا و زمین ریخت شناسی

نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ روم در محدوده چهارگوش ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن میان عرض‌های شمالی $۳۳^{\circ} ۰۰'$ تا $۳۳^{\circ} ۳۰'$ و طول‌های شرقی $۵۹^{\circ} ۰۰'$ تا $۵۹^{\circ} ۳۰'$ جای گرفته است.

از دیدگاه طبیعی این منطقه در برگیرنده دو بخش کوهستانی، در نواحی خاوری و دشت در نواحی مرکزی و باختری است. این منطقه آب و هوایی معتدل تا خشک دارد و میانگین بارندگی سالیانه آن ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌متر در سال است. درجه حرارت متوسط سالیانه تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین اختلاف بیشترین و کمترین درجه حرارت روزانه در طول سال ۱۲/۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد است.

پوشش گیاهی ناحیه، بیابانی و کویری است و درختچه‌هایی نظیر قیچ، تاغ، بادام کوهی، خارشتر و گیاهان دارویی در سرتاسر آن به چشم می‌خورند.

بلندترین بلندی منطقه را در کوه نعل، در شمال روستای زیرک با فرازای ۲۴۹۵ متر و پست‌ترین نقاط آن را می‌توان، در باختر روستای سده با فرازای ۱۴۱۳ متر نام برد. از جمله راه‌های موجود در محدوده نقشه جاده آسفالت‌تخته ترانزیتی بیرجند-قائن است که شمال تا جنوب نقشه را به هم مرتبط می‌سازد، هم‌چنین یک جاده آسفالت‌تخته درجه ۲ از روستای سده به سوی روستای مهموئی و حاجی آباد در خاور و جنوب خاوری نقشه و از روستای آفریز در بخش شمال باختری نقشه وجود دارد. بقیه راه‌های موجود در منطقه شوسه و مال رو است و امکان دسترسی به روستاها را بسیار آسان نموده است.

منابع درآمد مردم این منطقه به ترتیب اهمیت کشاورزی به ویژه کشت زعفران، گندم، جو، چغندر قند و زرشک و دامداری ثابت و کوچنده است.

در منطقه رودخانه دائمی وجود ندارد و تنها رودهای آن محدود به خشک رودهای فصلی است. از این رو آب آشامیدنی و کشاورزی مورد نیاز مردم بیشتر بوسیله قنوت و چاه‌های عمیق تأمین می‌شود.

کوه‌های مرتفع در روندهای گوناگون که توسط زمین‌های پست از یکدیگر جدا شده‌اند، به گونه‌ای آشکار تکتونیک منطقه و هم‌چنین توپوگرافی ویژه منطقه را مشخص می‌کند. از جمله کوه‌های موجود در منطقه می‌توان به کوه‌های چمدران، قلعه کوه، دال بندی، سفید کمر و... را نام برد.

از عمده واحدهای ریخت‌شناسی منطقه می‌توان از واریزه‌های موجود در پای دیواره‌های و ارتفاعات بلند، رسوبات مخروط افکنه‌ای کهن و جوان در محل اتصال دره‌ها به دشت‌ها و آبرفت‌های در حال پیدایش در بستر رودها را نام برد.

واحدهای سنگی

اینک به طور خلاصه به شرح ویژگی‌های هر کدام از واحدها می‌پردازیم:

P_2^{mv} - این واحد در جنوب و خاور روستای آفریز یافت می‌شود که توسط یک گرابن با روند NNW و پدید آمده از سنگ نهشته‌های ولکانو کلاستیک ائوسن به دو بخش تقسیم می‌شود.

یک ردیف از سنگ‌های دگرگون شده با شیب به سوی باختر، بخش اعظم قسمت باختری را پدید می‌آورد. در سمت باختر، این سنگ‌ها به گونه‌ای ناپیوسته توسط کنگلومرای ائوسن پوشانیده می‌شود و در قسمت جنوب، به صورت گسله در کنار سنگ نهشته‌های کرتاسه جای می‌گیرند.

قاعده این سری‌ها که نزدیک به ۱۵۰ متر از آن رخنمون دارد، در برگیرنده فیلیت و شیست با رنگ هوازده سبز مایل به خاکستری و رنگ سبز تیره می‌باشند که سطح فولیاسیون S_0 آن‌ها (موازی با لایه‌بندی) در برخی مناطق قابل شناسایی است.

بررسی‌های میکروسکوپی نشان می‌دهد که کانی‌های فیلیتی در برگیرنده سرسیت و کلریت هستند و چین خوردگی‌های کوچکی را نشان می‌دهند که بیانگر وجود دو مرحله چین خوردگی است. لایه‌های کوارتزی با سبزی متوسط نیز به صورت میان لایه همراه با این سری‌ها دیده می‌شود.

سن سنگ نهشته‌های ولکانیک‌های دگرگون شده مشخص نیست و هیچ گونه شواهد مستقیمی وجود ندارد که بر پایه آن بتوان سن سری‌های دگرگون آفریز را با خونیک یکی دانست. سری رسوبی- ولکانیک در خونیک جوان‌تر از متامورفیزم آسینتیک هستند ولی دگرگونی که روی این سری‌ها اثر گذاشته است احتمالاً قدیمی‌تر از ژوراسیک است که از این رو سنگ نهشته‌های با این سن در مجاورت بلوک آنجول شواهد مهمی از دگرگونی را نشان نمی‌دهند. از این رو سن سری‌ها از پروتوزوئیک بالایی تا تریاس زیرین می‌باشد و سن دگرگونی احتمالاً کیمبرین پیشین است. البته چون این سری‌ها در بخش‌های قاعده‌ای جای دارند و ترکیب لیتولوژیکی آن‌ها هم ارز ولکانیک‌های اسیدی است امکان دارد که این سری‌ها با سری‌های پروتوزوئیک که در نواحی گوناگون ایران گزارش شده اند (سری ریزو) قابل مقایسه باشند.

سری‌های آفریز هم چنین تحت تأثیر متامورفیزم در حد گرین شیست نیز قرار گرفته‌اند که رسوبات ژوراسیک مجاور را تحت تأثیر قرار نداده است. بنابراین احتمالاً دارای سن کیمبرین پیشین است. هیچ گونه اثری از فسیل در این سری پیدا نشده است و وابسته انگاشتن آنان به پروتوزوئیک بالایی درست نیست، چرا که قاعده آن مشخص نیست و هیچ ولکانیک اسیدی در آن دیده نمی‌شود. (E. Fauvelet, J. Eftekhar Nezhad, 1990). این واحد با همبری گسلی در زیر واحد Pj جای می‌گیرد.

PJ- در روی سنگ‌های واحد دگرگون واحد P_2^{mv} سنگ‌های آهکی کریستالین با رنگ هوازده خاکستری و خاکستری مایل به سفید قرار دارد. طبقه‌بندی نازک لایه دارند و گرهک‌های چرتی قهوه‌ای رنگ (سیلیسی) در آن به خوبی دیده می‌شود. این آهک‌ها دانه‌ریز و کمی دولومیتی بوده و لامیناسیون‌های ظریف را نشان می‌دهند. بررسی‌های میکروسکوپی بافت میکرواسپاریت و چندگانه پیدایش درزه‌ها را نشان می‌دهد که یک دسته از شکستگی‌های توسط کوارتز پر شده‌اند. این آهک‌ها بودار (Fetid) هستند. به گمان می‌رود که این واحد دارای سن پالئوزوئیک پایانی باشند. همبری این واحد با واحدهای زیرین و زیرین خود گسله است.

TRsh- این واحد دربرگیرنده دولومیت با رنگ هوازده قهوه‌ای و خاکستری و رنگ تازه خاکستری است. از لحاظ طبقه‌بندی سبتر لایه تا توده‌ای بوده و در بردارنده گرهک‌های چرتی می‌باشد. کریستالیزه بوده و رگچه‌های کلیستی در آن به فراوانی دیده می‌شود. هیچ گونه فسیل و یا آثار فسیل در این دولومیت‌ها یافت نشده است. سبتر این طبقات دولومیتی نزدیک به ۷۰ متر است. سن این واحد تریاس میانی؟ در نظر گرفته می‌شود. این واحد به صورت یک کلیپ بر روی واحد Pj جای می‌گیرد.

K^c1- این واحد در برگیرنده یک سری کنگلومرا با رنگ هوازده قهوه‌ای است. از لحاظ طبقه‌بندی نازک لایه تا متوسط لایه می‌باشد. یک کنگلومرای هتروژن و پلی میکتیک است و بیشتر قطعات آن را ماسه سنگ‌های آهکی پدید می‌آورد. قطر متوسط قطعات ۵-۷ سانتی‌متر است و گردشگی و کرومیت ضعیف دارند. سیمان آن رسی-سیلیتی قرمز رنگ بوده و در درون این کنگلومرا نوارهای آهکی نازک لایه تا متوسط هم جای دارد که دارای رنگ هوا زده خاکستری می‌باشد. کمی بودار (Fetid) بوده و رگچه‌های کلیستی در آن فراوان دیده می‌شود. در بررسی‌های میکروسکوپی این سنگ‌ها از نوع بیومیکریت بوده و از میان فسیل‌های شاخص در آن می‌توان از

Arabicodium sp., Textularia sp., Pseudocyclammina sp., Orbitolina sp., Dictyoconus sp., Calpionella aff. Alpine, Acicularia sp., Noutiloculina sp., Calpionellites sp.

نام برد (ف.کشانی) با توجه به فسیل‌های بالا سن کرتاسه آغازین (نتوکومین-بارمین) را برای این واحد در نظر می‌گیریم. همبری این واحد با واحد زیرین پوشیده و با واحد بالایی خود گسله است.

K^v1- این واحد در برگیرنده یک سری سنگ‌های ولکانیکی متوسط تا بازیک از نوع تراکی آندزیت تا آندزیتی است. رنگ هوازده این واحد سبز تیره و رنگ تازه آن خاکستری مایل به سبز است. بافت این سنگ‌ها پورفیریتیک بوده و در

بررسی‌های میکروسکوپی دارای این خصوصیات می‌باشد. کانی‌ها: پلاژیوکلاز که از نظر ترکیبی بیشتر حد واسط است و به میزان قابل توجهی به کانی‌های رسی و سرسیست تجزیه شده‌اند. آمفیبول (هوربلند) که به صورت منشوری شکل‌دار و نیمه شکل‌دار هستند. پیروسکن به گونه‌ای کم‌شمار و اندک در زمینه ریزبلور- نهان بلور جدا از فلدسپار قلیایی- پلاژیوکلاز سدیک که فراوان‌ترین کانی زمینه است، قرار دارند. ریزبلورهای آمفیبول کانی‌های رسی، کمی کوارتز (ثانویه) و آپاتیت را می‌توان تشخیص داد. سن این واحد کرتاسه آغازین در نظر گرفته شده است و به گونه‌ای عادی زیر واحد K^{cl}_2 جای می‌گیرد.

K^{cl}_2 - این واحد از یک کنگلومرا با رنگ هوازده قرمز قهوه‌ای تشکیل شده است. از لحاظ طبقه‌بندی نازک لایه، متوسط لایه و بندرت ضخیم لایه است. قطعات پدید آورنده این کنگلومرا بیشتر از سنگ‌های ولکانیک K_1^v است. قطعه‌های ماسه سنگی و آهکی هم در آن دیده می‌شود. هتروژن بوده و قطر میانگین قطعات ۳-۵ سانتیمتر و ۷-۱۰ سانتیمتر است ولی گاهاً قطعات بزرگتر هم در آن دیده می‌شود. سیمان آن رسی بوده و گردشگری ضعیف تا متوسط دارد. این کنگلومرا دارای سن کرتاسه پایانی بوده و به گونه‌ای پیوسته و تدریجی به واحد K_2 تبدیل می‌شود. ستبرای این واحد در مقطع n^6 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۷۰ متر اندازه‌گیری شده است.

K^{cl}_2 - این واحد در برگیرنده یک سری سنگ آهکی با رنگ هوازده و فرش خاکستری است. از لحاظ طبقه بندی متوسط لایه بوده و کریستالیزه هستند. نمونه‌های این آهک‌ها در بررسی‌های میکروسکوپی از نوع بیوکلاست و بیومیکرواسپاریت است. از میان فسیل‌های دیده شده در آن می‌توان از:

Globotruncana spp., oilgosteginid, Rotalia sp, Nodosaria sp, Echinid deb. Dicyclina sp, Gavelinella sp, Hedbergella sp.

نام برد (ف. کشانی). با نگرش به فسیل‌های بالا برای این واحد سن کرتاسه پایانی (سنونین) را در نظر می‌گیریم. همبری این واحد با واحد بالایی خود گسله است.

K^{lm}_2 - این واحد در برگیرنده تناوبی از شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا و طبقات آهکی است. رنگ هوازده این واحد سبز زیتونی بوده و از لحاظ طبقه‌بندی شیل‌ها بسیار نازک لایه و کنگلومرا متوسط لایه و ضخیم هستند. بخش آهکی دارای طبقه‌بندی خوب (well-bedded) بوده و در بردارنده قطعه‌هایی از رودیست، هیپوریت، بریوزا و آک است.

با توجه به فسیل‌های موجود در بین طبقات آهکی این مجموعه و شواهد چینه‌شناسی، سن کرتاسه پایانی را برای آن در نظر گرفته می‌شود. ستبرای این واحد در مقطع n^6 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۲۹۵ متر اندازه‌گیری شده است. K^{c2}_2 - این واحد شامل کنگلومرای کرم و خاکستری است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه بوده و هتروژن است. قطعه‌های پدید آورنده آن سنگ‌های ولکانیک، آهک و ماسه سنگ تشکیل می‌دهد. زمینه آن ماسه‌ای و زرد رنگ بوده و دارای میان لایه‌های ماسه سنگی می‌باشد. قطر میانگین قطعات ۷-۹cm و ۱۰-۱۲cm است. البته گاهاً قطعات حد تخته سنگی هم در آن دیده می‌شود. گردشگری قلوها متوسط بوده و از لحاظ کرومیت ضعیف می‌باشد. همبری این واحد با واحد بالایی خود پیوسته و تدریجی است. ستبرای این واحد در مقطع n^6 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۱۵۰ متر اندازه‌گیری شده است.

K^{fs}_2 - در برگیرنده تناوبی از شیل، ماسه سنگ و کنگلومرا است. رنگ هوازده و تازه این واحد سبززیتونی است. از لحاظ طبقه‌بندی خیلی نازک لایه بوده و ماسه سنگ‌ها بسیار دانه درشت هستند. همبری این واحد با واحد بالایی خود پوشیده است. ستبرای این واحد در مقطع n^6 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۱۲۰ متر اندازه‌گیری شده است.

K^n_2 - این واحد شامل تناوبی از شیل، ماسه سنگ و کنگلومرای دانه ریز است. کنگلومرا و ماسه سنگ‌ها از نظر طبقه‌بندی نازک لایه و شیل‌ها بسیار نازک هستند. رنگ هوازده واحد سبز زیتونی بوده و در شیل‌ها می‌توان حالت pencil shale را مشاهده نمود.

در بخش‌هایی از این واحد که گسله می‌باشد به آسانی می‌توان نشانه‌های خردشدگی، رگچه‌ای کلسیتی و قطع‌شدگی طبقات را تشخیص داد. هم‌چنین بواسطه خاصیت مکانیکی خاص این‌گونه سنگ‌ها، چین‌های فراوانی در آن دیده می‌شود.

درون این واحد یک واحد ولکانیکی نیز وجود دارد که از آندزیت-آندزیت بازالت شکل گرفته است (K^V_2). نمونه‌های این سنگ‌ها در بررسی‌های میکروسکوپی این خصوصیات را از خود به نمایش می‌گذارند: بافت اینترسرتال. پیروکسن احتمالاً اوزیت و پلاژیوکلازهای بازیک (لابرادور) است. کانی‌های ثانویه شامل کلیست، اپیدوت، کلریت و سریست بوده و کانی فرعی هم آپاک است. واحد K^{fl}_2 در بخش‌های بالایی خود به گونه‌ای پیوسته و تدریجی به واحد K^{lc}_2 تبدیل می‌شود.

K^{lc}_2 - این واحد در برگزیده آهک، ماسه سنگ آهکی و کنگومرای درون سازندی است. رنگ هوازده واحد کرم و قرمز می‌باشد. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه و ستبر لایه هستند. در بخش‌های ماسه سنگی می‌توان تورق پوست پیازی را مشاهده نمود. کریستالیزه بوده و رگچه‌های کلسیتی در آن به فراوانی دیده می‌شود. صدف‌های دو کفه‌ای در سطوح آهک‌ها به خوبی مشخص است. نمونه‌های این سنگ‌ها در بررسی‌های میکروسکوپی بوده و از میان فسیل‌های دیده شده در آن می‌توان از:

Sidrolites spp, Monolepidorbis sp, orbitoides sp, Globotruncana cf. contuse, Bolivina incrassate reuss, Operculina sp, Heterohelix sp, Globotruncana sp., Omphalocyclus macroporus Lamarck, Lepidorbitoides sp, Textulari sp, Bryozoa.

نام برد (ف.کشانی). با توجه به فسیل‌های بالا سن کرتاسه پایانی (مائسین تریشتین) را برای این واحد در نظر گرفته شده است. همبری این واحد با واحد بالایی خود عادی است.

Pe^e - این واحد در برگزیده کنگومرای قاعده پالئوسن می‌باشد. رنگ هوازده این واحد قرمز بوده و از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه است. کنگومرایی هموزن بوده و از قطعات آهکی و ماسه سنگی تشکیل شده است. قطر متوسط قطعات ۴-۶cm بوده ولی گه‌گاه قطعات آهکی بزرگ را هم می‌توان در آن تشخیص داد. سیمان آن ماسه‌ای بوده و دارای گردشدگی متوسط و کرویت ضعیف است. این کنگومرا به گونه‌ای پیوسته و تدریجی تبدیل به واحد Pe^l می‌شود.

Pe^l - این واحد در برگزیده طبقات آهکی با رنگ هوازده خاکستری تیره و رنگ تازه خاکستری و گرم است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه بوده و به شدت بودار هستند. رگچه‌های کلسیتی در این آهک‌ها فراوان بوده و کمی هم کریستالین می‌باشند. قطعات صدف به فراوانی در آهک‌ها مشخص است. نمونه‌های این آهک‌ها در بررسی‌های میکروسکوپی از نوع بیومیکرواسپاریت و بیواسپاریت است. از میان فسیل‌های شاخص یافت شده در آن می‌توان از:

Anomalina sp, Volvulina sp, Lockhartia sp, Planorbulina sp, Ethelia alba, Globotruncana sp, Amphiroa sp, kathina sp, Globorotalia sp, Miliolids, Rotalids, Alga cympolia sp.

نام برد (ف.کشانی) با توجه به فسیل‌های بالا برای این واحد سن پالئوسن پایانی را در نظر می‌گیریم. همبری این واحد با واحد زیرین خود پیوسته و با واحد زیرین خود پوشیده است.

Pe^{cs} - این واحد در برگزیده یک سری کنگومرا است که دارای رنگ هوازده خاکستری و قهوه‌ای می‌باشد. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط و ضخیم لایه بوده و رگچه‌های کلسیتی در آن فراوان است. سیمان آن سیلنتی بوده و یک کنگومرای هموزن است. قطعات تشکیل دهنده آن را اکثراً سنگ‌های آهکی و ماسه سنگ تشکیل می‌دهد. قطر میانگین قطعات بین ۴-۶cm و ۱۰-۱۲cm می‌باشد. همبری این واحد با واحد زیرین پوشیده و با واحد زیرین خود پیوسته و تدریجی است.

Pe^{ms} - این واحد در برگزیده تناوبی از شیل، ماسه سنگ، کنگومرای دانه‌ریز و میان لایه‌هایی از آهک است. رنگ هوازده واحد سبز و کرم می‌باشد. شیل‌های تیغه‌ای برده و حالت Pencil Shale در آن‌ها به خوبی مشخص است. ماسه سنگ‌ها از نظر طبقه‌بندی نازک لایه و کنگومراها نازک لایه و متوسط لایه هستند. بعضی از قطعات تشکیل دهنده این کنگومرا زاویه‌دار است. در روی سطح لایه‌بندی ماسه سنگ‌ها می‌توان آثار حرکات کرم و گروو کاست‌ها را به خوبی تشخیص داد. در برخی از قسمت‌های این واحد میان لایه‌های آهکی فسیل‌دار وجود دارد. این آهک‌ها از

لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه بوده و دارای رنگ هوازده و تازه کرم هستند. نمونه‌های این آهک‌ها در بررسی میکروسکوپی از نوع بیومیکرواسپاریت است. از میان فسیل‌های موجود در آن می‌توان به:

Anomalina sp, Hadonia sp, Planorbulina cretacea, Globotruncana sp, valvulina sp, Anomalinidae, Amphiroa sp, Ethelia alba, cympolia sp, cosinophragma sp.

اشاره نمود (ف.کشانی) با توجه به فسیل‌های بالاسن این مجموعه پالئوسن پایانی است. به تدریج که به سمت قسمت‌های بالایی این مجموعه پیش می‌رویم در تناوب با این مجموعه یک سری سنگ‌های ولکانیکی بازیک از نوع آندزیت، تراکی آندزیت همراه می‌شود (Pe^v). این سنگ‌های ولکانیکی در بررسی‌های میکروسکوپی دارای این اختصاصات هستند: بافت آن‌ها پورفیریتیک بوده، پلاژیوکلازها با ترکیب شیمیایی متوسط (آندزین تا لابرادور) با شکل یوهدرال تا ساب هدرال، پیروکسن (کلینوپیروکسن) احتمالاً اوژیت با فرم ساب هدرال، کانی‌های ثانویه دربرگیرنده کانی‌های رسی (آژریل)، سرسیت، کلسیت، سرپانتین بوده و کانی فرعی آپاک می‌باشد. همبری این واحد با واحد زیرین خود پیوسته است. ستبرای واحد Pe^{ms} در مقطع n^6 ، ۱۲۰ متر اندازه‌گیری شده است.

E^c_1 - این واحد شامل کنگلومرا و ماسه سنگ است. رنگ هوازده واحد قهوه‌ای و خاکستری بوده و از نظر طبقه‌بندی ضخیم لایه و توده‌ای می‌باشند. قطعات تشکیل دهنده آن کاملاً مدور نبوده و برخی زاویه دار می‌باشند. قطر میانگین قطعات ۵-۷cm بوده و گردشگی و کرومیت ضعیف تا متوسط است. سیمان آن رسی-سیلتی بوه و در کل یک کنگلومرای هتروژن است.

در بخش‌های زیرین کنگلومراها تبدیل به یک میکروکنگلومرا و سرانجام ماسه سنگ می‌شوند. این واحد به گونه‌ای تدریجی به واحد زیرین خود (E^{1-2}) تبدیل می‌گردد. ستبرای این واحد در مقطع n^7 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۲۷۳ متر اندازه‌گیری شده است.

E^{1-2} - این واحد از یک سری سنگ‌های ماسه‌ای آهکی، آهکی ماسه‌ای و آهکی تشکیل شده است. رنگ هوازده آن کرم و رنگ تازه آن قهوه‌ای و نخودی است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه بوده و در برخی از طبقات آن حالت خردشدگی (shearing) بخوبی دیده می‌شود. کمی کریستالین بوده و رگچه‌های کلسیتی در آن فراوان است. نمونه‌های آن آهک‌ها در بررسی‌های میکروسکوپی از نوع بیومیکرواسپاریت و بیواسپاریت می‌باشند. از جمله فسیل‌های شاخص موجود در آن می‌توان از:

Alveolina, Floscolina sp, Floscolina posticillata, Linderina sp, Assilina exponens, Assilina tenuimarginata heim, Nummulites sp, Valvulina sp, Textularids, lithophyllum sp.

نام برد (ف.کشانی). با توجه به فسیل‌های بالاسن ائوسن زیرین-میانی را برای این واحد در نظر می‌گیریم در بخش‌های زیرین این واحد تبدیل به یک سری سنگ‌های آهکی و میان لایه‌های مارنی و سرانجام مارن و میان لایه‌های آهکی می‌گردد. (E^{m2}). همبری زیرین این واحد (E^{m2}) پوشیده بوده و واحد بالایی آن (E^{1-2}) بر روی آن رانده شده است. ستبرای این واحد در مقطع n^7 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۲۱۵ متر اندازه‌گیری شده است.

E^s - این واحد در برگیرنده تناوب شیل و ماسه سنگ با رنگ هوازده سبز رنگ است. از لحاظ طبقه‌بندی شیل‌ها تیغه‌ای و ماسه سنگ‌ها بسیار نازک لایه و نازک لایه هستند. تناوب منظم شیل و ماسه سنگ نشان دهنده این موضوع است که محیط تشکیل این واحد یک حوضه کم عمق و بسیار آرام بوده است. شیل‌ها و ماسه سنگ‌های سبز رنگ شکل گرفته‌اند. از جمله ساختمان برجای مانده بر روی واحد ماسه سنگی می‌توان به ریپل کاست‌ها و آثار جانوران حفار اشاره نمود. این واحد در شمال روستای سده به گونه‌ای پیوسته و تدریجی بر روی واحد Pe^{ms} قرار داشته و به گونه‌ای پیوسته به کنگلومرای E^c_1 تبدیل می‌شود. ستبرای این واحد در مقطع n^7 نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن ۲۱۰ متر اندازه‌گیری شده است.

E^c - این واحد دربرگیرنده یک سری کنگلومرا بوده و دارای رنگ هوازده قرمز ارغوانی است. لایه‌بندی خوبی در آن دیده نمی‌شود. اکثریت قطعات تشکیل دهنده آن را ماسه سنگ‌های قرمز رنگ و کمی آهک تشکیل می‌دهند. کنگلومرای هموزن بوده و سیمان آن ماسه‌ای است. گردشگی قطعات متوسط و کرویت آن ضعیف است. از لحاظ

جورشدگی قطعات متوسط تا خوب بوده و قطر متوسط قطعات ۱۰-۸ cm است ولی قطعات بزرگتر هم در آن دیده می‌شود. این واحد دارای همبری عادی با واحد زیرین خود بوده و همبری آن با واحد بالایی خود پوشیده است. E^{al} - این واحد دربرگیرنده سنگ‌های ولکانیکی از نوع آندزیت است که با رنگ هوازده سبز و خاکستری و رنگ تازه سبز حنایی به خوبی مشخص است. این سنگ‌ها دارای خصوصیات میکروسکوپی زیر می‌باشند: بافت آن میکروولیتی پورفیریتیک بوده، پلاژیوکلازها که به آلبیت آلتزه شده است، هورنبلند با فرم کریستالی انوهدرال، پیروکسن منوکلینک (اوزیت)، کانی‌های ثانویه هم شامل فلدسپار، کلریت و کانی فرعی آپاک است.

E^{cv} - این واحد دربرگیرنده آگلومرا با رنگ هوازده قرمز قهوه‌ای می‌باشد. طبقه‌بندی مشخصی را از خود نشان نمی‌دهد. قطعات تشکیل دهنده آن را توف و آندزیت بیشتر تشکیل می‌دهد. سیمان آن ولکانیکی بوده و قطر متوسط قطعات بین ۳-۴cm و ۶-۹cm می‌باشد. گردشگی ضعیف تا متوسط و کرومیت آن ضعیف است. گهگاه قطعات زاویه‌دار هم در آن دیده می‌شود. جورشدگی این آگلومرا خوب است. همراه با آن در برخی از نقاط جریان‌های ولکانیک هم وجود دارد. همبری این واحد با واحدهای زیرین و زبرین خود عادی است.

E^{ta} - این واحد در برگیرنده تناوبی از ماسه سنگ، شیل، مارن، آرژیلیت، کنگلومرا و توف است. ماسه سنگ‌ها و مارن‌ها دارای رنگ سبز و قرمز ارغوانی هستند. کنگلومراها (E^{co}) خاکستری روشن بوده و دارای قطعاتی با قطر متوسط ۵cm-۴ هستند. سیمان آن ماسه‌ای-سیلنتی بوده و در میان قطعات پدید آورنده آن فزون بر سنگ‌های آهکی و ماسه سنگ، سنگ‌های ولکانیک بیشتر از نوع آندزیت و توف هم دیده می‌شود. این کنگلومرای پلی میکتیک و هتروژن بوده که گردشگی قطعات متوسط، کرومیت ضعیف تا متوسط و جورشدگی آن ضعیف است. این واحد (E^{ta}) در بخش مرکزی پائین نقشه در درون یک حوضه ناودیسی با روند شمال-جنوب پدید آمده است و در درون این واحد چین‌خوردگی به فراوانی دیده می‌شود و در اثر نیروهای تراکمی که از سمت خاور-شمال خاوری بر آن وارد می‌شود برخی از واحدهای پدید آورنده این واحد بر روی یکدیگر حرکت کرده‌اند.

در برخی از قسمت‌های این واحد تناوبی زیبا از ماسه سنگ، ماسه سنگ توفی و توف سبز رنگ وجود دارد (E^{ts}). بخش به طور کامل توفی واحد E^{ta} به صورت واحد جدای E^t در نقشه ثبت شده است. این واحد که در برخی نواحی گسترش نسبتاً خوبی را نشان می‌دهند. این سنگ‌های توفی سبز رنگ بوده و از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه هستند. همبری واحد E^{ta} واحد زبرین خود عادی و با واحد بالایی خود پیوسته و تدریجی است.

E^{rs} - این واحد در برگیرنده تناوبی ماسه سنگ، کنگلومرا، آرژیلیت و سیلیت‌های آرژیلی است. رنگ هوازده آن قرمز تیره و قهوه‌ای بوده و از لحاظ طبقه‌بندی نازک لایه و متوسط لایه است.

در روی سطوح چینه‌بندی می‌توان آثار جانوران حفار (Barrow)، اثر قطرات بالان، ترک‌های گلی و ریپل مارک را مشاهده نمود. هم چنین پدیده چینه‌بندی متقاطع (cross bedding) در بخش‌های ماسه سنگی این واحد به آشکار تشخیص داده می‌شود. در قسمت‌های گسله خرد شده بوده و رگچه‌های کلسیتی در آن فراوان است. گمان می‌رود، که این واحد در یک حوضه قاره‌ای (رودخانه‌های) شکل گرفته باشد. این واحد به صورت جانبی به واحد E^{ta} و E^t تبدیل می‌گردد. این واحد دارای همبری عادی با واحد زیرین خود می‌باشد.

E^{ms} - این واحد دربرگیرنده تناوبی از ماسه سنگ، سیلت‌های آهکی، آرژیلیت، مارن و ژپس است. رنگ هوازده این واحد قرمز است. از لحاظ طبقه‌بندی خیلی نازک لایه و نازک لایه می‌باشند.

در بخش‌های مارنی لایه‌های نازکی از ژپس به خوبی خودنمایی می‌کند. این واحد به گونه‌ای پیوسته بر روی واحد E^{rs} جای می‌گیرد.

OM^c - این واحد از یک سری کنگلومرا و لایه‌های ماسه سنگی تشکیل شده است. رنگ هوازده آن قرمز تیره بوده و در میان طبقات کنگلومرای میان لایه‌های ماسه سنگی نازک لایه هم جای گرفته‌اند.

قطعات تشکیل دهنده آن را ماسه سنگ، آهک و سنگ‌های ولکانیکی تشکیل می‌دهد. کرومیت و گردشگی قطعات متوسط تا خوب بوده و زمینه آن آهکی است. این کنگلومرا از سخت شدگی خوبی برخوردار است. همبری این واحد با واحدهای زیرین خود پوشیده و با واحدهای بالایی خود گسله است.

OM^{ab1} - این واحد از یک سری سنگ‌های ولکانیک بازیگ (بازالت، آندزیت بازالت) تشکیل شده است. در بررسی‌های میکروسکوپی این سنگ‌ها دارای این خصوصیات می‌باشد. بافت آن‌ها اینترسرتال است. کانی‌ها: پلاژیوکلاز با ترکیب بازیگ در حد آنورتیت مشاهده می‌شود، میکروولیت‌های پلاژیوکلاز که ماکل تکراری دارند، پیروکسن منوکلینیک (احتمالاً اوژیت)، اولیوین‌های بی‌شکل به صورت بلورهای غالباً اکسیده و کربناتیزه، کلریت‌ها که فضاهای خالی میان بلورها را پر می‌کند، لوکوکسن و مواد شیشه‌ای که بیشتر موارد بی‌شکل می‌باشند.

OM^{da}، **OM^{ad}** - واحد **OM^{da}** از یک سری سنگ‌های ولکانیک اسیدی (داسیت، ریوداسیت) و حدواسط (آندزیت، تراکی آندزیت) پدید آمده است. در این واحد سنگ‌های داسیتی بر آندزیتی اکثریت را دارا است. واحد **OM^{ad}** هم دربرگیرنده یک سری سنگ‌های ولکانیک حد واسط (آندزیت، تراکی آندزیت) و اسیدی (داسیت، ریوداسیت) تشکیل شده است که در این واحد سنگ‌های حد واسط اکثریت را دارند. در حد تبدیل این دو واحد به یکدیگر دو تقسیم دیگر هم صورت گرفته است که در آن سنگ‌های حد واسط آندزیتی (**OM^{at}**) و اسیدی داسیتی (**OM^{dl}**) از یکدیگر جدا شده‌اند.

سنگ‌های داسیتی دارای این خصوصیات پتروگرافی می‌باشند: بافت: پورفیریتیک، کانی‌ها: درشت بلورهای پلاژیوکلاز شکل دار، نیمه شکل دار، دارای ماکل تکراری و گردشگی و از حاشیه دارای بافت غربالی، کانی‌های مافیک که برخی به گونه‌ای کامل توسط اکسید آهن و برخی دیگر توسط کربنات جانشین گردیده‌اند و احتمالاً آمفیبول هستند، بلورهای بیوتیت که حاشیه سوخته دارند، بلورهای کوارتز با حاشیه واکنشی و گردشگی، آپاتیت به صورت کانی فرعی.

سنگ‌های آندزیتی دارای این خصوصیات پتروگرافی می‌باشند: بافت: پورفیریتیک، کانی‌ها: بلورهای پلاژیوکلاز با ترکیب شیمیایی حدواسط (آندزین) که در بیشتر موارد شکسته شده‌اند، کانی‌های مافیک که همگان آلتره شده و یا با اکسیدهای که در آهن جانشین شده‌اند، کانی‌های مافیک از نوع آمفیبول (هورنبلند) و تیغه‌های میکایی (بیوتیت) هستند. بلورهای پیروکسن (اوژیت) به شمار بسیار محدود، تیغه‌های ریز سرسیت، کلریت گ اکسید آهن (مانیتیت) به صورت کانی‌های ثانوی در مقطع دیده می‌شوند.

این سنگ‌های ولکانیک با توجه به تجزیه شیمیایی و نورم جزو سری کالکو آلکان جای می‌گیرند. با توجه به گزارش نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن سن ۲۶/۶+۱/۱ و ۲۴/۹+۱/۰ (روش K/Ar) برای این واحد در نظر گرفته می‌شود.

OM^{at} - این واحد از یک سری سنگ‌های ولکانیک و ولکانوکلاستیک چون آندزیت، داسیت، توف، ایگنمبریت و توف برش تشکیل شده است. رنگ هوازده واحد سبز روشن تا سفید داشت.

این واحد بخش نسبتاً وسیعی را در قسمت پائینی نقشه (جنوب خاوری) تشکیل می‌دهد. واحد **OM^{at}** در بخش‌های بالایی خود بیشتر از توف پرش و توف تشکیل شده است که به صورت واحد T1 در نقشه ثبت گردیده است. واحد T1 در برخی از قسمت‌های نقشه توسط سنگ‌های ولکانیک واحد **PI^b** پوشیده می‌شود.

OM^{ab2} - این واحد در برگیرنده سنگ‌های قلیائی تر (آندزیت بازالت و بازالت) است.

نمونه این سنگ‌ها دارای این خصوصیات پتروگرافی می‌باشد: بافت: پورفیریتیک، میکروولیتی، فلوئیدال، کانی‌ها: بلورهای الیوین که اکثراً یا تماماً با ایدنگسیت و هماتیت جانشین شده‌اند و یا به سرپانتین-کلریت تجزیه شده‌اند، کلینوپیروکسن منشوری شکل کوتاه که معدود بلور آن قطرش به ۱ میلی‌متر می‌رسد، زمینه سنگ از میکروولیت‌های فراوان پلاژیوکلاز به همراه بلورهای ریز از الیوین آلتره شده و بلورهای پیروکسن (کلینوپیروکسن) احتمالاً اوژیت پدید آمده است، اکسیدهای کدر آهن به فراوانی در زمینه سنگ دیده می‌شود. هم چنین حفره‌های خالی در اشکال و اندازه‌های متفاوت وجود دارد. با توجه به تجزیه شیمیایی و ندرم نمونه‌های این واحد، این سنگ‌ها جزو سری کالکو آلکان جای می‌گیرند.

OM^{ta} - این واحد به طور کلی از سنگ‌های تراکی آندزیت تشکیل شده است. نمونه‌های این سنگ‌ها در زیر میکروسکوپ دارای این خصوصیات پتروگرافی می‌باشد: بافت: پورفیریتیک-میکروولیتی، کانی‌ها: بلورهای پلاژیوکلاز با ترکیب شیمیایی آندزین که اشکال هندسی منظم تا شکسته دارند، بلورهای پیروکسن (کلینوپیروکسن) که احتمالاً اوژیت می‌باشد، بلورهای پیروکسن در بیشتر موارد از حاشیه با اکسیدهای آهن جانشین شده‌اند، بلورهای آمفیبول

شش گوش که همگان با کانی‌های آپاک (اکسید آهن) جانشین شده‌اند. در زمینه سنگ هم بلورهای میکرولیتی پلاژیوکلاز و هم چنین فلدسپات وجود دارد.

OM^{d2} - این واحد تنها از سنگ‌های داسیتی تشکیل شده است که نمونه‌های آن دارای این خصوصیات پتروگرافی می‌باشد: بافت آن پورفیریتیک بوده، کانی‌ها: بلورهای پلاژیوکلاز با ترکیب شیمیایی اسید تا متوسط (الیگوکلاز-آندزین) یا فرم کریستالی یوهدرال تا ساب هدرال، بلورهای شکل دار تا نیمه شکل دار کوارتز، در زمینه سنگ با بافت فلستیک و میکروکریستالین از کوارتزها و فلدسپات‌های پتاسیم دار (ارتوز) وجود دارد.

T2 - این واحد از یک سری توف‌های سبز رنگ است که در بالای واحد Om^{ab1} و در زیر واحد PI^b جای می‌گیرد. نمونه‌ها این سنگ دارای خصوصیات پتروگرافی زیر می‌باشد:

بافت: کلاستیک، حاوی فنوکریست‌های شکل دار بوده و شکستگی، خردشدگی و گاه جوش خوردگی در آن دیده می‌شود که در زمینه‌ای بسیار ریز و شیشه‌ای پراکنده هستند. پلاژیوکلاز و آمفیبول از عمده فنوکریست‌ها است. شکل بلورها از نیمه شکل دار تا بی‌شکل تغییر پیدا می‌کند، کانی‌های مافیک بیشتر آمفیبول می‌باشد، کانی‌های رسی، کانی‌های مافیک ریز، کانی‌های کدر اکسید آهن و کوارتز هم بندرت در آن دیده می‌شود.

PI^b - این واحد در برگیرنده یک سری سنگ‌های ولکانیک از نوع بازالت است که به گونه‌ای افقی بر روی دیگر واحد جای گرفته است. درون این واحد پومیس یا شکل ویژه خود بخوبی قابل تشخیص است. نمونه‌های بازالتی در زیر میکروسکوپ دارای این خصوصیات پتروگرافی است.

بافت - پورفیریتیک، میکرولیتی و فلوئیدال، کانی‌ها: بلورهای الیوین به صورت کریستال‌های درشت شکل دار تا نیمه شکل دار در اندازه‌های ۱-۵ میلی‌متر دیده می‌شود و بلورهای الیوین گاهی ایدنگسیتی شده و یا به سرپانتین-کلریت تجزیه شده‌اند، زمینه سنگ از میکرولیت‌های فراوان پلاژیوکلاز پدید آمده است که بیشتر آن‌ها به حالت جریان‌ی نمایان شده‌اند: به همراه این میکرولیت‌ها به طور پراکنده بلورهای الیوین و پیروکسن وجود دارد. بلورهای پلاژیوکلاز در بیشتر موارد کلریتیزه و گاهی کربناتیزه شده‌اند. کسیدهای کدر آهن به صورت دانه‌های مانیتیت و گاهی ایلمینتی وجود دارد. فلدسپات‌های آلکالین هم به ندرت در زمینه سنگ دیده می‌شوند.

بررسی‌های تکنوفرمگمایی نشان داده است سنگ‌های بازالتی که در نام گذاری در بیشتر موارد از نوع آلکالین هستند در محدوده سنگ‌های کالکوآلکالین جای می‌گیرند. این دوگانگی به احتمال بسیار زیاد وابسته به تحولاتی است که در ماگمای اولیه این سنگ‌ها روی داده است. البته شدت این تحولات به حدی نبوده که باعث از میان رفتن کامل خاصیت اولیه یعنی خاصیت آلکانیته قوی‌تر از آنچه که اینک این بازالت‌ها از خود نشان می‌دهند، بشود.

-ژئوشیمی با بکارگیری نرم افزار Newpet سعی بر ارائه تجزیه حدود ۳۰ عدد نتایج مطالعات پتروگرافی انجام شده و مقایسه و استفاده از دیاگرام‌های گوناگون پترولوژیکی و تکتونیکی که بر اساس داده‌های ژئوشیمیایی و محاسبه نورم آن‌ها استوار می‌باشد صورت گرفته است.

بر پایه دیاگرام Le Maltre 1989 Fig B.12 این سنگ‌ها در محدوده آندزیت تا بازالت جای می‌گیرند.

با توجه به دیاگرام Winchester & Floyd 1977 می‌توان حالتی از تفریق را در سنگ‌های اولیگوسن پایانی-میوسن به خوبی تشخیص داد که این سنگ‌ها در محدوده سنگ‌های ساب آلکالی بازالت تا ریولیت قرار می‌گیرند.

در دیاگرام Le Maltre 1989 Fig B.15 سنگ‌های ولکانیکی این منطقه در محدوده بازالت تا داسیت و ریولیت قرار داشته و از لحاظ پتاسیم در محدوده سنگ‌های پتاسیم متوسط واقع می‌شوند. هم چنین با توجه به دیاگرام‌های 5.16 a,b Gill 1981 Fig. 1.2, Fig. این سنگ‌ها در محدوده سنگ‌های پتاسیم متوسط و بالا هستند.

بر اساس دیاگرام Marljar & Piccoll 1989 Fig این سنگ‌ها Metaluminous می‌باشند.

این سنگ‌های ولکانیکی مورد بررسی در محدوده سری‌های ساب آلکالین در دیاگرام Irvine & Baragar 1971 Fig.3 و محدوده کالکوآلکالین در دیاگرام‌های Irvine & Baragar 1971 Fig.2 و Miyashiro 1974 Fig. 1a واقع می‌گردند.

با توجه به دیاگرام Pearce & cann 1973 Fig.2 این سنگ‌ها در محدوده کالکو آلکالین بازالت قرار داشته و بر پایه دیاگرام Wood 1980 Fig. 1a در بخش‌های Plate margin و destructive plate margin جای می‌گیرند.

در دیاگرام‌های عنکبوتی هم این سنگ‌های ولکانیکی متعلق به سرهای کالکوالکالن (نواحی فرورانش) بوده و در آن‌ها به آسانی حالت شیب از سمت Rb به y، تخلیه شدید Nb، افزایش K و حالت میله مانند آن‌ها، قابل تشخیص است. بررسی این نمودارها با نواحی آند صورت پذیرفته است.

سنگ‌های افیولیتی - این مجموعه در برگیرنده سنگ‌های الترابازیک (پریدوتیت، هارزبورژیت و سرپانتینیت)، سنگ‌های بازیک (گابرو-دیاباز)، مجموعه‌ای از سنگ‌های آتشفشانی که از نظر شیمیایی حدواسط تا اسید هستند، می‌باشد. افزون بر آن واحدهای رادیولاریتی که در شمار اجزاء رسوبی مجموعه افیولیتی محسوب شده‌اند در این مجموعه به چشم می‌خورند. هم چنین در داخل این مجموعه یک واحد به نام K_2^{sdr} ثبت شده است که به گونه‌ای تفکیک نشده از واحدهای الترابازیک، بازیک و رادیولاریتی است. همه همبرری‌ها در میان مجموعه افیولیتی گسله است. سنگ‌های الترابازیکی در سطوح گسله، در اثر تجزیه، به سرپانتین، کری زویتل و آنتی گوریت تبدیل شده‌اند. سن پیدایش اجزاء این مجموعه به خوبی مشخص نیست ولی زمان شکل‌گیری آمیزه افیولیتی (ophiolitic melange) را می‌توان به کرتاسه پایانی (مائیس تریشتین) نسبت داد. در ذیل به اختصار به شرح ویژگی‌های هر یک از اجزاء می‌پردازیم:

Pd - این واحد دربرگیرنده سنگ‌های الترابازیک تفمیم نشده‌ای است که از هارزبورژیت، دنویت، سرپانتینیت پدید آمده‌اند. این واحد با نشانه Pd در نقشه آمده است.

hz - این واحد از هارزبورژیت پدید آمده است و در زیر میکروسکوپ دارای این اختصاصات می‌باشد. بافت: غربالی، کانی‌ها: سنگ از اجتماع کانی‌های سرپانتین تشکیل شده است که از دگرسانی اولیوین حاصل شده‌اند. بقایای الیوین در مقطع قابل مشاهده می‌باشد. اورتوپیروکسن (برونزیت) به شکل فنوکریست در نمونه مشاهده می‌گردد که در ازای آن‌ها گاه به ۲ میلی‌متر می‌رسد و به باسیت دگرسان شده‌اند. کانی‌های آپاک گاه به صورت ورقه‌ای و گاه به صورت تجمع مشاهده می‌گردند.

Sr - این واحد از سرپانتینیت پدید آمده است و دارای این اختصاصات پتروگرافی است. بافت آن غربالی بوده و کانی‌های تشکیل دهنده آن دربرگیرنده: کانی‌های کلریت و سرپانتین بیشتر حجم نمونه را شامل می‌گردند، بقایای کانی اولیوین در بخش‌هایی از نمونه قابل مشاهده می‌باشد و همچنین بندرت می‌توان بقایای بلورهای اورتوپیروکسن را مشاهده کرد، اسپینل کرومیفیر نیز در آن دیده می‌شود.

gb - این واحد از گابرو تشکیل شده است. ویژگی‌های پتروگرافی این نمونه‌ها از این قرار است، بافت: گرانولار، کانی‌ها: پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتیتک مشاهده می‌شود و ترکیب آن‌ها متوسط تا بازیک است، پیروکسن منوکلینیک که تنها به صورت بقایای برجای مانده است در بیشتر موارد به اورالیت دگرسان شده‌اند، آمفیبول (ترمولیت-اکتینولیت) مشاهده می‌گردد و گاه با فاسیس تخته‌ای و گاه با فاسیس سوزنی نمایان می‌شود. احتمالاً بقایای هورنبلند سبز مشاهده می‌شود که اورالیتیزه شده‌اند.

Ov - مجموعه‌ای از سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب شیمیایی اسید تا حدواسط (ریوداسیت تا آندزیت) که به عنوان آخرین محصولات فرآیند تفریق ماگما در این نقشه ثبت شده‌اند.

خردشدگی در اثر لغزش در سطوح گسله از دیگر ویژگی‌های این واحد می‌باشد.

K² - این واحد تنها به صورت یک رخنمون بسیار کوچک در شمال ورقه در کنار جاده آسفالته قائن-بیرجند بیرون زدگی باشند که به واسطه اهمیت آن به عنوان جزء رسوبی یک مجموعه افیولیتی در نقشه ثبت شده است. تنها فسیل موجود در این واحد رادیولرها هستند.

K^{sdr} - این واحد دربرگیرنده یک مجموعه تفکیک نشده از سنگ‌های دیابازی، ولکانیک و رادیولاریت است که در بخش‌های جنوبی نقشه در میان فلیش‌های دگرگون شده واحد K^{tm} به صورت گسله جای دارد.

واحدهای تکتونیکی مستقل

K^1_1 - این واحد از یک سری طبقات آهکی با رنگ هوازده و تازه خاکستری رنگ تشکیل شده است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه بوده و رگچه‌ای کلسیتی در آن به فراوانی دیده می‌شود.

در اثر ضربه بشدت بودار بوده و قطعات لیتوکلاست و اینترکلاست در آن‌ها به فراوانی دیده می‌شود. این آهک‌ها تا اندازه‌ای تا بشدت کریستالین بوده و نمونه‌های آن در زیر میکروسکوپ بیومیکریت و بیومیکراسپاریت است. از میان فسیل‌های شاخص در آن می‌توان از:

Palorbitolina sp, choffatella sp, cuneolina laurentii, Orbitolina sp, Dictyoconus sp, chrysalidina sp, orbitolina spp, Nezzazata cf. convexa, Hedbergella cf. planispira, cuneolina sp, Textularid, Baintonia stellata, Algal deb, muniera baconica, Planella dinarica.

نام برد (ف.کشانی). برپایه فسیل‌های بالا برای این واحد سن کرتاسه آغازین (بارمین-آپتین) در نظر گرفته می‌شود. همبری این واحد با واحدهای زیرین و زبرین خود گسله است.

K^{fes} - این واحد در برگبرنده تناوبی از ماسه سنگ، شیل، کنگلومرا و سنگ‌های ولکانیکی است. رنگ هوازده آن سبز حنایی است. بخش‌های مختلف این واحد از لحاظ طبقه‌بندی با یکدیگر متفاوت هستند و از تیغه‌ای تا متوسط لایه در آن‌ها قابل تشخیص است. ولکانیک‌ها به صورت سیل و یا دایک‌های کوچک در آن به خوبی تشخیص داده می‌شوند. نمونه‌ای این ولکانیک‌ها دارای ویژگی پتروگرافی ذیل می‌باشند. بافت: پورفیریتیک-میکرولیتنی، کانی‌ها: بلورهای پلاژیوکلاز با ترکیب شیمیایی متوسط (آندزین) با فرم کریستالی یوهدرال تا ساب هدرال، برخی بلورها قطور و درشت و برخی باریک و کشیده هستند زوناسیون در برخی بلورها دیده می‌شود و برخی نیز به سرسیت و کربنات (کلیست) تجزیه شده‌اند. بلورهای پیروکسن به ندرت به اپیدوت و کلسیت تجزیه شده‌اند. آثار و بقایایی از اولیون که همگان به سرپانتین-کلریت تجزیه شده است نیز به چشم می‌خورد. کانی‌های ثانویه شامل تیغه‌های ریز سرسیت، کانی‌های رسی (آرژیل)، کلسیت، اپیدوت، سرپانتین، و اکسیدهای کدر آهن است. همبری این واحد با واحدهای زیرین و زبرین خود گسله می‌باشد.

K^{co}_2 - این واحد در برگبرنده طبقات کنگلومرایی با رنگ هوازده و تازه خاکستری و سبز است. اجزاء این کنگلومرا را قطعات سنگ‌های افیولیتی تشکیل می‌دهد. قطعات تشکیل دهنده این کنگلومرا را سنگ‌های ولکانیکی بازیک تا اسیدی (واحد Ov)، رادیولاریت و گردشگی ضعیف تا متوسط است. سیمان آن رسی بوده و جورشدگی آن ضعیف است، که نشان دهنده این موضوع است که حمل‌شدگی زیادی را متحمل نشده‌اند. از سخت‌شدگی نسبتاً خوبی برخوردار است. همبری این واحد با واحدهای زیرین و زبرین خود در بیشتر موارد شکسته و گسلیده است.

K^{fc}_2 - این واحد در برگبرنده تناوبی از شیل، ماسه سنگ و ماسه سنگ‌های آهکی است. رنگ هوازده این واحد سبز روشن می‌باشد. از لحاظ طبقه‌بندی شیل‌ها تیغه‌ای و ماسه سنگ‌ها بسیار نازک لایه هستند. در درون این مجموعه قطعه‌های البستولیت ماسه سنگی و آهکی هم دیده می‌شود. این مجموعه چین خورده بوده و گسل‌های بزرگ و محلی نسبتاً فراوانی هم در آن دیده می‌شود. در محل‌های گسله در بیشتر موارد این واحد خرد شده بوده و رگچه‌های کلسیتی در آن‌ها قابل تشخیص است.

K^{cf}_2 - این واحد در برگبرنده یک سری طبقات میکروکنگلومرا و کنگلومرای درون سازندی با رنگ هوازده کرم و قهوه‌ای است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه و ضخیم لایه بوده و قطعات تشکیل دهنده آن را بیشتر ماسه سنگ‌ها و به میزان کمتری آهک‌ها تشکیل می‌دهد. هتروژن بوده و سیمان آن ماسه‌ای و بسیار سخت است. گردشگی قطعات متوسط و کرومیت آن‌ها ضعیف می‌باشد. از چند قطعه آهکی نمونه‌برداری شد که این نمونه‌ها در بررسی‌های میکروسکوپی بیومیکراسپاریت بوده و از جمله فسیل‌های موجود در آن می‌توان به:

Orbitolina sp., pseudolituonella sp. Pseudochrysalidina sp. Cuneolina sp., Caneolina aff. Cenomanica, Dicyclina sp., Nezzazata sp., Valvulina sp. Textularids, Miliolids.

اشاره کرد (ف.کشانی). بر پایه فسیل‌های بالا که سن کرتاسه پایانی (سنومانین) را مشخص می‌سازد باید این واحد حداقل سن کرتاسه پایانی یا بعد از آن؟ را داشته باشد. همبری این واحد با واحد K^{fc}_2 در بیشتر موارد پیوسته و تدریجی است.

K^{0s}_2 - این واحد در برگیرنده یک سری ماسه سنگ است که دارای رنگ هوازده و تازه قهوه‌ای و شتری رنگ است. از لحاظ طبقه‌بندی خیلی نازک لایه و نازک لایه هستند. در درون آن‌ها می‌توان لیمنیت را به خوبی تشخیص داد که نشانگر عمق کم محل پیدایش این ماسه سنگ‌ها می‌باشد. بر پایه گزارش ۲۵۰,۰۰۰:۱ نقشه قائن این فسیل‌ها در واحد K^{0s}_2 یافت گردیده است:

Haplophragmoides sp., Ammodiscus sp., Lenticulina sp. Gyroidinoides sp., Spirillina sp., Pleurostomella sp., Trochammina sp.

این فسیل‌ها بیانگر سن کرتاسه (آلبین-سنومانین) هستند. این واحد به صورت عادی توسط مارن‌های وابسته به واحد K^m_2 پوشیده می‌شوند.

K^m_2 - این واحد در برگیرنده مارن‌های رنگارنگ به رنگ‌های کرم، قرمز و سبز است. هیچ‌گونه طبقه‌بندی مشخصی در آن تشخیص داده نمی‌شود. از این مارن‌ها نمونه برای واشینگ برداشته شد که حاوی فسیل‌های زیر می‌باشد (ت. محتاط):

Rosita fornicater, Ammobaculites sp., Spiroplectammina sp., Lagena sp., Nodosaria sp., Neoflabellina sp., Glomospira sp., Globotruncana stuar. Formis, Globotruncana aegyptiaca, Globotruncana aegyptica, Alobotruncana sp., Tritaxia sp.

با توجه به فسیل‌های بالا سن کرتاسه پایانی (کامپانین-مائیس تریشتین) را برای این واحد می‌توان پیشنهاد کرد. این واحد به گونه‌ای عادی بر روی واحد K^{0s}_2 جای دارد و خود نیز توسط نهشته‌های کواترنری پوشیده می‌شود.

واحدهای فلیش شرق ایران:

این واحدها به صورت عمده از شیل و ماسه سنگ با سن پالتوسن-اؤسن (Pe^f) پدید آمده‌اند. با توجه به گستردگی این واحد و انجام پیمایش زمین شناختی فراوان در آن، این واحد به ۸ واحد کوچکتر تقسیم شده است که در زیر به تشریح هر کدام از این واحدها خواهیم پرداخت:

Pe^f - این واحد به طور عمده از تناوب شیل و ماسه سنگ پدید آمده است. رنگ هوازده این واحد سبز روشن و کرم است. از لحاظ طبقه‌بندی شیل‌ها تیغه‌ای و ماس سنگ‌ها نازک لایه و متوسط لایه هستند. رگچه‌های کلسیتی به میزانی شایان توجه در این واحد به چشم می‌خورد. در بخش زیرین این واحد یک کنگلومرای Pe^{fc} خاکستری و کرم رنگ جای دارد که بشدت سخت و مستحکم بوده و سیمان آن ماسه‌ای و سیلتی است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه و توده‌ای بوده و قطعات تشکیل دهنده آن بیشتر آهک‌های وابسته و زمان کرتاسه می‌باشد. در بخش‌های میانی واحد Pe^f یک سری لایه‌های آهکی (Pe^{fl}) جای دارد که دارای رنگ هوازده کرم و رنگ تازه کرم و خاکستری است. از لحاظ طبقه‌بندی متوسط لایه بوده و رگچه‌های کلسیتی در آن به فراوانی دیده می‌شود. در سطح آن گرهک‌های چرتی دیده می‌شود و کمی هم کریستالیزه هستند. قطعات لیتوکلاست در آن به خوبی مشخص بوده و نمونه‌های این آهک‌ها در زیر میکروسکوپ بیومیکریت و بیومیکرواسپاریت است. از میان فسیل‌های شاخص در آن می‌توان از:

Globorotalia Wilcoxensis, Globorotalia velascoensis, Anomalina sp., Globorotalia spp., Pseudolituonella sp., Peneroplids, Reophax sp., Lenticulina sp., Discocyclina sp., Operculina sp., Cympolia sp., Asterigerina sp., Amphistegina sp., Archeolithothamnium sp., Bryozoa.

نام برد (ف. کشانی). با توجه به فسیل‌های بالا سن پالتوسن پایانی (تانتین) برای این مجموعه در نظر گرفته می‌شود.

E^f - این واحد نیز در برگیرنده تناوبی از شیل و ماسه سنگ بوده که دارای رنگ هوازده سبز زیتونی و قهوه‌ای است. از لحاظ طبقه‌بندی شیل‌ها تیغه‌ای بوده و ماسه سنگ متوسط لایه و ضخیم لایه هستند. در این واحد چین خوردگی‌های فراوانی دیده می‌شود. نشان‌هایی مانند آثار جانوران حفار، تول مارک و ریپل مارک در روی سطوح چین‌بندی آن‌ها به خوبی قابل تشخیص بوده و حالت Pencil shale در شیل‌های آن فراوان است. ماسه سنگ‌ها دانه متوسط و دانه درشت بوده و در برخی قسمت‌ها تبدیل به یک میکروکنگلومرا می‌شوند. این ماسه سنگ‌ها در زیر میکروسکوپ بیوکلاستیک بوده و از میان فسیل‌های موجود در آن می‌توان به:

Nummulites globolus, N.cf. millicaput, Nummulites aturicus, Nummulites sp., Alveolina sp., Assilina sp., Operculina sp., Alveolina sp., Assilina sp., Operculina sp., Linderina sp., Planorbulina sp., Peneroplids, Pseudolituonella sp., Dicocyclina sp., Asterigerina sp., Lithophyllum sp., Algae.

اشاره کرد (ف.کشانی). با توجه به فسیل‌های بالاسن ائوسن زیرین-میانی برای این واحد در نظر گرفته می‌شود. در داخل این واحد یک سری ماسه سنگ با رنگ هوازده قهوه‌ای و کرم وجود دارد که به صورت واحد E^{fs} در نقشه ثبت شده است. هم چنین در بخش‌های پایانی این تناوب شیل و ماسه سنگ با یک سری مارن‌های سفید و کرم رنگ همراهی می‌گردد که به صورت واحد E^{fms} در نقشه ثبت گردیده است. تناوب شیل و ماسه سنگ‌های واحد E^f در بالاترین بخش تبدیل به یک سری ماسه سنگ دانه درشت و میکروکنگلومرای قرمز رنگ (E^{fc}) تبدیل می‌شود. هم چنین بخش‌هایی از این واحد که به علت فعالیت تکتونیکی در منطقه کمی دگرگون شده‌اند. (دگرگونی دینامیکی) و تبدیل به ماسه سنگ دگرگون و فیلیت شده‌اند با نشان واحد E^{ph} در نقشه ثبت گردیده است.

سنگ‌های نفوذی

E^{md} - این واحد در برگیرنده یک سری سنگ‌های ولکانیکی از نوع داسیت-میکروداسیت است که نمونه‌های آن بررسی‌های میکروسکوپی دارای این خصوصیات پتروگرافی است: بافت: میکروگرانولار. کانی‌ها - اساس نمونه را فلدسپارهای اغلب ریز بی‌شکل و کوارتز تشکیل می‌دهد. تعداد کمی میکروفونوکریست پلاژیوکلازهای سدیک و به شماری کمتر فلدسپارهای قلیایی نیز وجود دارد که بیشتر نیمه شکل‌دار ماکله و تجزیه شده کانی‌های رسی و سریسیت می‌باشند. در بیشتر موارد، در شکستگی‌های ظریف این میکروپورفیرها کانی‌های کدر اکسید آهن مشاهده می‌شود. هم چنین تعداد کمی کانی میکایی (سریست-موسکویت) که ثانوری به نظر می‌رسند در متن سنگ دیده می‌شوند.

این سنگ‌های ولکانیکی به صورت گنبد‌های کوچک در داخل واحد E^f زده و همبندی دگرگونی به سبب برای 20-25m در آن‌ها به وجود آورده است.

OM^{md} - این واحد شامل سنگ‌های ولکانیکی از نوع داسیت است که نمونه‌های آن دارای این خصوصیات پتروگرافی می‌باشد.

بافت: پورفیریتیک با زمینه کریپتوکریستالین، کانی‌ها: پلاژیوکلازها با ترکیب اسیدی که غالباً سریسیتیزه و آرژیلیزه شده‌اند. کانی‌های مافیک (آمفیبول) که تنها قالب‌هایی از آن‌ها باقیمانده است و تماماً از کانی‌های ثانوی اشتغال شده‌اند. زمینه نیز از کانی‌های میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین فلسیت (کوارتز-فلدسپار) تشکیل شده است. این داسیت‌ها به صورت سیل‌های بزرگ در بین لایه‌های واحد E^{fs} قرار گرفته‌اند و توسط یک سری دایک بهم دیگر ارتباط پیدا می‌کنند. با توجه به گزارش نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ قائن سن ۲۲/۶+۱/۱ (روش K/Ar) برای این واحد در نظر گرفته می‌شود.

سنگ‌های آتزه شده و تکتونیزه

IV- در اکثر نقاط همراه با سنگ‌های الترابازیک می‌توان لیستونیت‌ها را تشخیص داد. لیستونیت‌ها دارای رنگ هوازده قهوه‌ای و رنگ تازه قهوه‌ای و زرد هستند. بسیار سخت بوده و شکستن آن‌ها بسیار دشوار است. ترکیب کانی‌شناسی لیستونیت‌ها عمدتاً از کربنات‌ها، کوارتز، کالسدن، اوپال، تالک و کلریت است. لیستونیت‌ها به صورت عدسی‌های نازک و کشیده با همبندی گسله بر روی واحدهای الترابازیکی قرار دارند.

کوارترنری:

واحد $PI-Q^c$ - شامل یک کنگلومرا با اجزاء تشکیل دهنده به قطر متوسط ۷-۱۲m است که با شیب حدود ۱° - ۶° قرار گرفته‌اند. واحد $PI-Q^{cv}$ هم کنگلومرای با اجزاء تشکیل دهنده ولکانیکی و رسوبی است. واحدهای Q^{f2} , Q^{f1} تراس‌های قدیم و جدید موجود در منطقه هستند. واحدهای Q^{f2} , Q^{f1} به ترتیب رسوبات مخروط افکنه کهن و تازه هستند که در محل پیوستن دره‌ها به دشت تشکیل شده‌اند.

واحد Q^k شامل کفه‌های رسی (دغ) بوده و Q^d تلماسه در اشکال گوناگون می‌باشد. واحد Q^{al} شامل آبرفت‌های در حال تشکیل در بستر رودخانه و ماندراهای فصلی است.

زمین شناسی ساختمانی

این منطقه از لحاظ موقعیت زمین شناسی در برگیرنده قسمتی از کمربند شرق ایران است که در مجاورت با بلوک افغانستان در خاور و بلوک لوت در باختر خود قرار گرفته است. از مهم ترین ساختمان های زمین شناسی موجود در این منطقه می توان به گسل های امتداد لغز (راست گرد و چپ گرد)، گسل های نرمال و گسل ها تراستی اشاره نمود. از لحاظ زمین شناسی ساختمانی این منطقه از تعداد زیادی برکه تشکیل شده است که در غالب ساختمان های دوپلکس خودنمایی می کند. این ساختمان ها را می توانیم در شمال روستای شوشود در داخل واحد رسوبی E^f به خوبی مشاهده نمائیم. گسل های تراستی موجود در منطقه غالباً دارای روند شمال خاوری-خاور به جنوب باختری-باختر است. البته این گسل ها تراستی اکثراً دارای مولفه های امتداد لغزی هم بوده و به صورت یک گسل ترکیبی یا مرکب عمل می نمایند. البته در قسمت جنوب نقشه یک سری گسل تراستی هم وجود دارد که حرکتی از سمت جنوب به شمال را از خود نشان می دهند. در واقع این گسل ها، گسل های تراستی هستند که در اثر یک گسل امتداد لغز بزرگ که از دشت بیرجند عبور می کند حاصل شده اند، به طوری که در جنوب این گسل امتداد لغز (با روند تقریباً شرقی-غربی) تراس ها حرکتی از سمت شمال به جنوب داشته و در سمت شمال آن حرکات تراست ها از سمت جنوب به شمال است و در واقع معرف یک سیستم Rose Flower می باشد. گسل های تراستی موجود در منطقه ایجاد ساختمان های دوپلکس را نموده است که از آن جمله می توان به ساختمان های دوپلکس با شیب کرانه ای Hintenand dipping duplex اشاره نمود. ساختمان های رانده عموماً از نوع contraction Listric هستند. حرکات رانده گی در این سیستم تراستی باعث ایجاد دگرگونی دینامیک گردیده است. در این چنین گسل هایی چه در داخل آن و چه در قاعده آن می توان شواهد زیادی را که نشان دهنده گسلش در ابعاد وسیع است را از خود نشان می دهند که از آن جمله می توان به شواهدی چون shear zone، آئینه گسل، خردشدگی، رگچه های کلسیتی، Sliken side و در روی آن وجود پله ها و در نتیجه یقین جهت حرکت، آزاد شدن آهن در محیط گسلش و... اشاره نمود. شیب گسل های اندازه گیری شده در سطح زمین حدوداً 50° - 55° است که با توجه به شناختی که از گسل های تراستی داریم این شیب باید در عمق کمتر از این مقدار باشد.

با توجه به نوع درزه های به وجود آمده توسط گسلش و هم چنین گسل های مزدوج (Conjugate fault) در روی سطح فرادریواره می توان دریافت که مولفه 3 نسبتاً قائم است. البته انحراف 3 از حالت قائم می تواند ناشی از وجود مولفه های حرکتی دیگری چون مولفه های امتداد لغزی هم صورت گرفته باشد.

از دیگر گسل ها می توانیم به گسل های امتداد لغز اشاره نمائیم. در شمال نقشه یک دسته از این گسل های امتداد لغز وجود دارد، گسل های امتداد لغز چپ گرد که تقریباً دارای روندی شمال باختر-جنوب خاور بوده و هم چنین گسل های راست لغزی که دارای روند تقریباً شمالی-جنوبی بوده و با زاویه ای بسیار کم به این گسل های امتداد لغز چپ گرد که تقریباً دارای روندی شمال باختر-جنوب خاور بوده و هم چنین گسل های راست لغزی که دارای روند تقریباً شمالی-جنوبی بوده و با زاویه ای بسیار کم به این گسل های امتداد لغز چپ گرد متصل می شوند.

از جمله گسل های دیگر شناسایی شده در نقشه می توان به گسل های نرمال اشاره نمود که به ویژه در سنگ های آهکی متعلق به زمان کرتاسه پایانی K^2 در مجاورت شوشود وجود دارد. هم چنین برخی از گسل های نرمال در اثر حرکت فرادریواره گسل های تراستی در جهت خلاف حرکت اولیه به وجود آمده اند.

سفره های رانده (Napps) و بازمانده های تکتونیکی (Kilips) از جمله ساختمان های تکتونیکی است که در شمال قابل مشاهده هستند.

از جمله چین های موجود در نقشه می توان به چین های ناشی از گسلش (Fault related folds) چین های برگشته (Recumbent folds)، چین های بادبزنی (Fan folds) و هم چنین اشکال Zform, Sform اشاره نمود که تقریباً جهت حرکت و فشار را هم می توان از روی این اشکال تشخیص داد. ساختمان های طاقدیس و ناودیس هم در شمال و جنوب روستای سده وجود داشته که دارای روندی تقریباً شمالی-جنوبی می باشند.

از جمله ساختمان‌های دیگر در نقشه می‌توان به کلیواژهای حاصل از کشش و کلیواژهای بین چینه‌ای اشاره نمود.

موقعیت منطقه در زمین‌شناسی ایران

ناحیه سیستان و بلوچستان، به عنوان بخشی از کمربند کوهزایی تتیس، ویژگی‌های منحصر به خود دارد که آن را از سایر نواحی ایران متمایز می‌سازد. از لحاظ زمین‌شناسی، این بخش از کشور متشکل از رشته کوه‌های مکران، بلوک‌های لوت و هیرمند، فلیش-آمیزه رنگین ایران‌شهر-بیرجند و آتش فشان‌های جوان تفتان و بزمان است. این زون تحت عنوان sistansuture zone توسط کمپ و گرینیس (۱۹۸۲)، تیروول و همکاران (۱۹۸۳) معرفی شده و تکوین آن را کافتی شدن (Rifting) تا به هم آمدن (collision) می‌دانند.

ریرومحافظ (۱۹۷۲) از منطقه ایران‌شهر-بیرجند به نام فلیش‌های خاور ایران و دگرگونی‌های خاور لوت نام برده و آن‌ها را به دو بخش کوهزادی Paleobalutch و Neobalutch می‌نامند. اشتوکلین (۱۹۷۷) این بخش از ایران را افیولیت محوری (Axial-Ophiolitic zone) می‌نامد، همین مولف (۱۹۸۵، ۱۹۹۱) شکل‌گیری آن را معلول انبساط زمین می‌داند.

کاری (۱۹۷۶) آن را Baluchistan orocline نام می‌نهد و آن را یکی از مصادیق انبساط زمین می‌پندارد. منطقه مورد بررسی بخشی از پهنه (zone) ساختاری خاور ایران در مجاورت حاشیه شمال باختری بلوک لوت می‌باشد. در حوضه رسوبی خاور ایران تشکیلات قدیمی‌تر از کرتاسه به جز در مجاورت بلوک لوت مشاهده نشده است. برجستگی‌های موجود در منطقه در روندهای مختلف مشاهده می‌گردند که نشان‌دهنده گرفتار شدن این منطقه در یک پهنه فشار-برشی است که موجب پیدایش فرآیندهای پیچیده زمین‌ساختی گردیده است. از نظر ج-افتخارنژاد (۱۳۵۲) حوضه فلیش شرق ایران در اثر یک پدیده کافتی بوجود آمده است. به طوری که قبل از کرتاسه بلوک لوت و بلوک هیرمند در افغانستان در مجاورت هم قرار داشته و از یک بلوک واحد تشکیل می‌شوند و رسوبات Epicontinental پالئوزوئیک و اوایل مزوزوئیک تقریباً در هر دو یکسان می‌باشد. در کرتاسه در اثر پدیده کانتی بلوک هیرمند از بلوک لوت جدا شده و یک تراف ریفتی را بوجود می‌آورد.

از نظر Tirrul et al (1983) این منطقه حاصل برخورد خرد قاره لوت و بلوک افغان است که در نتیجه آن پوسته اقیانوسی بین این دو خرد قاره که در زمان آغاز کرتاسه تشکیل شده بود، در طی مزوزوئیک در بین دو بلوک از پایان کرتاسه با فرورانش به زیر بلوک افغان شروع به بسته شدن می‌نماید.

بر پایه نظرات camp and Griffis (1982) شرق ایران زون جوش خورده یا بخیه‌ای (Suture) دو بلوک است که در دوره تکوین خود حوادث متعددی را پشت سر گذاشته است. ایندو تاریخچه تشکیل و حوادث تکتونیکی این منطقه را بدین صورت تفسیر می‌کنند:

- تا اوایل کرتاسه در این منطقه از ایران، قاره واحدی وجود داشته است، زیرا نهشته‌های قبل از کرتاسه پایانی در آن دیده نمی‌شود.

- در کرتاسه میانی، قطعه قاره یاد شده بر اثر پیدایش شکاف‌های طولی (ریفت) به دو بخش خاوری و باختری تقسیم شده، آنچنان که بخش خاوری آن بلوک هیرمند و بخش باختری آن بلوک لوت را پدید آورده است. این دو قطعه به تدریج از هم دور شده و در محل پیدایش آن‌ها اقیانوسی باریک با پوسته اقیانوسی شکل گرفته است.

- با جایگزینی و جابجایی افیولیت‌ها در داخل فلیش، در اواخر کرتاسه (مائیس تریشتین) دگرگونی ضعیفی در فلیش‌های منطقه پدید آمده است. این رخداد ممکن است مربوط به آغاز زیرراندگی پوسته اقیانوسی به زیر بلوک هیرمند باشد.

- به هم رسیدن و تصادم بلوک لوت با زون فلیش که احتمالاً در زمان ائوسن اتفاق افتاده به زیر راندگی مورد بحث پایان داده و افیولیت ملانژهای خاور بلوک لوت، در کنار گسل‌های و راندگی‌های برجای مانده‌اند.

- نزدیک شدن تدریجی بلوک لوت و هیرمند، در طی اولیگوسن پایانی-میوسن باعث چین خوردگی و شکستگی و بالآآمدگی‌ها (خروج از آب) در منطقه شده است.
- ماگماتیسم پیش از برخورد و تصادم دو بلوک (موارد ۱ و ۷) با ترکیب کالکو آکالن به گمان، به تکتونیک زیر راندگی وابستگی دارد.
- آتشفشان‌های کالکوآکالن و توده‌های نفوذی مهم که در هنگام برخورد و یا کمی پس از آن پدید آمده‌اند احتمالاً مربوط به ذوب رسوبات بین بلوک‌ها است.
- وجود لایه‌های رسوبی در میان فوران‌های آتشفشانی (پیش از پدید آمدن مرحله ۵) معرف آن است که فوران‌های آتشفشانی اولیه در زیر آب انجام شده است.
- سرانجام فعالیت‌های ماگمایی شدید در منطقه، در طی نئوژن پدید آمده که بیشتر در کنار و حاشیه گسل‌های اصلی متمرکز می‌باشند.
- بنابراین به طور خلاصه نظرات کمپ و گرینیس (۱۹۸۲) بدین شرح است:
- کافتی شدن بین قاره‌ای
- بازشدگی و گسترش اقیانوسی
- فعالیت ماگمایی جزایر قوسی نوع آندی حاشیه قاره‌ای
- تصادم قاره‌ای بین بلوک‌های لوت و هیرمند
- تکتونیک کششی پس از برخورد

زمین شناسی اقتصادی

- در محدوده نقشه مورد بررسی در پیرامون توده‌های آندزیتی جنوب روستای سده می‌توان آثاری از کانی‌سازی مس (مالاکیت، آزوریت) را مشاهده نمود.
- احتمال وجود طلا در داخل لیستونیت‌های موجود در منطقه وجود دارد.
- همراه با سنگ‌های التراباز یکی می‌توان قطعات کوچکی از منیزیت
- از داسیت و آندزیت‌های اولیگومیوسن به عنوان سنگ لاشه برای راه‌سازی و سنگ‌های تزئینی استفاده می‌شود.

کتاب نگاری

- خسرو تهرانی، خسرو و درویش زاده، علی، زمین‌شناسی ایران.
- سامانی، بهرام و اشتری، شادی، تکوین زمین‌شناسی ناحیه سیستان و بلوچستان، فصلنامه علوم زمین، شماره ۴ سال اول.
- شهریار، سهراب و خطیب، محمد مهدی، تحلیل فرکتالی سیستم گسل نهنبدان، فصلنامه علوم زمین، سال ششم، شماره ۲۳ و ۲۴.
- وثوق عابدینی، منصور، بررسی پترولوژیکی و تکتونوماگمایی بازالت‌های سنوزوئیک خاور ایران (خراسان). فصلنامه علوم زمین، سال ششم، شماره ۲۳ و ۲۴

References

- Alavi, M (1991) – Tectonic map of the middle east 1:5,000,000 Geol-Surv.Iran.
- Fauvelet, E and Eftekhar Nezhad (1991)- Explanatory text of the Qayen-Quadrangle map 1:250,000, Geol. Surv. Iran.
- Fauvelet, E and Eftekhar Nezhad (1991)- Geolgoical map of Qayen area, scale 1:250,000, Geol- Surv. Iran.

- Vahdati Daneshmand, F(1991)-Geological map of Birgand area. Scale 1:250,000, Geil surv-Iran.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور