



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 شامکان

شماره برگه:

7661

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ن. نادری میقان، ن. شجاع کاوه، م. بهره مند، ف. خیری

سال تولید:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۶۶۱ - شامکان

موقعیت جغرافیایی و ریخت شناسی

ورقه زمین شناسی شامکان، در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در شمال خاوری ایران جای دارد. این ورقه در بخش شمال خاور نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ کاشمر، در مختصات جغرافیایی طول‌های ۵۸°، ۰۰' تا ۵۸°، ۳۰' و عرض‌های جغرافیایی ۳۵°، ۳۰' تا ۳۶°، ۰۰' و در محدوده سه شهرستان نیشابور، کاشمر و سبزوار جای گرفته است. از سوی خاور به جاده نیشابور-کاشمر، از باختر به جاده سبزوار-بردسکن و از جنوب به ارتفاعات کوه سرخ و از سوی شمال به جاده نیشابور-سبزوار محدود می‌شود. دسترسی به مناطق مختلف نقشه محدوده مورد مطالعه از طریق جاده‌های درجه دو و سه امکان‌پذیر است. از دیدگاه ویژگی‌های آب و هوایی، این گستره دارای شرایط اقلیمی نیمه خشک کوهستانی است از این رو در نیمی از سال میزان نزولات جوی افزایشی چشمگیر، به ویژه در نیمه جنوبی منطقه دارد. بنابراین باغداری و زراعت در این نواحی از رونقی بالا برخوردار است. بادام، گردو، گندم، جو، صیفی‌جات مختلف از مهمترین محصولات کشاورزی این ناحیه بشمار می‌رود. رودخانه دائمی سنگرد مهمترین رودخانه ناحیه است که جهت جریان آب از جنوب به دشت شمالی از ارتفاعات کوه سرخ می‌باشد.

از دیدگاه ریخت‌شناسی سه ناحیه متمایز در ورقه شامکان قابل تفکیک است. ارتفاعات کوه سرخ با روند خاوری-باختری و شمال باختری-جنوب خاوری در نیمه جنوبی جای دارد در حالی که تپه ماهورها در شمال و دشت در بخش میانی واقع گردیده است. پرفرازترین نقطه ۲۳۱۴ متر و ژرف‌ترین نقطه ۱۰۵۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. واحد کوهستان از جنس سنگ‌های رسوبی آواری و ولکانیک و افیولیتی متعلق به دوران‌های اول، دوم و ترسیر است. حال آنکه جنس برونزدهای سنگی تپه ماهورها از سنگ‌های آذرین و افیولیتی متعلق به دوران مزوزوئیک و ترسیر است. تراس‌های آبرفتی جدید و پهنه‌های رسی و ماسه‌ای فرآورده فرسایش برونزدهای سنگی در بخش‌های میانی از گسترشی به نسبت خوب برخوردار است.

شرح واحدهای سنگی

کهن‌ترین رخنمون وابسته به واحدهای پالئوزوئیک زیرین است. برونزدهای سنگی متنوع و شامل سنگ‌های رسوبی، آواری، آتشفشانی، افیولیتی و نفوذی می‌باشد.

پالئوزوئیک

رخساره‌های پالئوزوئیک در منطقه، ویژه پیرامون غسل ریوش است و گسترش محدودی دارند. گمان می‌رود که این برونزدها در اثر عملکرد غسل به این محل انتقال یافته باشند. بعلت نبود سنگواره، سن این سنگ‌ها هنوز ناشناخته است. مرزهای بین آن‌ها گسله است و در پیشانی غسل رویش جایگزین شده‌اند.

ماسه سنگ لالون - این رخساره بیشتر از ماسه سنگ‌های کوارتزی (با بیش از ۹۷ درصد کوارتز) با گردشگی متوسط و جورشدگی خوب، فشرده، رسیده، به رنگ سفید و ارغوانی پدید آمده است. ماسه سنگ لالون بگونه تکنونیک در پیشانی غسل ریوش، در میان رخساره‌های پالئوزوئیک، جای گرفته‌اند. رنگ و استحکام آن‌ها پیدایش صخره‌های مشخصی را داده که سبب آن نزدیک به ۱۰۰ متر و کمتر است.

پالئوزوئیک پائینی - این واحد از دو بخش پائینی و بالایی پدید آمده است:

بخش پائینی در برگیرنده لیتار نایت فلدسپاتی برنگ خاکستری مایل به سنگ با لایه‌بندی متوسط تا سبتر، دانه ریز گردشگی بد و جورشدگی متوسط تا ضعیف است و گاه دولومیت و دولومیت خاکستری همراه با چرت‌های تیره

بصورت میان لایه‌هایی متوسط تا ستر در میان ماسه سنگ‌ها جای گرفته است. آهک‌های دولومیتی در برخی بخش‌ها بدلیل عملکرد گسل حالت لوحی به خود گرفته است.

بخش بالایی از شیل‌های سیلتی خاکستری تیره با فرسایش شیلی، نازک لایه با میان لایه‌های ماسه سنگ آهکی ریز دانه و نازک لایه تا متوسط لایه تشکیل شده است. رنگ رویه فرسایش سبز زیتونی است و ستر برای آن بدلیل عملکرد گسل‌های رورانده مشخص نیست. دایک‌های حد واسط تا بازیک از جنس گابروی میکرودیوریتی نیز این رخساره را در بخش‌هایی قطع کرده است. گسترش این واحد محدود به گسل‌های رورانده جنوب ورقه است که توسط این گسل‌ها روی سنگ آهک کرتاسه و توفهای ائوسن جای گرفته‌اند و با توجه به سنگواره‌های شاخص *Trilobite* و *Billingsella sp.* یافت شده در واحد سنگ آهکی، سن این رخساره را می‌توان به احتمال قوی وابسته به پالئوزوئیک پایینی (کامبرین میانی تا بالایی-اردووسین) دانست.

پالئوزوئیک میانی - این رخساره از تناوب دولومیت و آهک دولومیتی قهوه‌ای تا خاکستری، متوسط لایه تا ضخیم لایه با بین لایه‌های ماسه سنگ آهکی پدید آمده و بگونه مرز گسله تراستی با زون خرد شده و لیمونیتی بر روی برونزدهای پالئوزوئیک پائینی جای گرفته است. ستر برای آن با وجود محدود بودن به دو گسل رورانده از ۳۵ متر، کمترین، تا ۳۵۰ متر، بیشترین، برونزد را دارد. این رخساره را بر پایه سنگواره‌های *Prototaxites sp.*، *Nummulostcyina sp.* و *Paleotextolaria sp.* می‌توان سیلورین-دونین بالایی در نظر گرفت که چون تعیین سن احتمالی است پس پنداشته می‌شود پالئوزوئیک میانی منطقی‌تر باشد.

پالئوزوئیک فوقانی - شامل سنگ آهک تا آهک دولومیتی خاکستری رنگ و در بخش‌های بسیار خرد شده و تکتونیزه است. این واحد بردارنده دایک‌های مونزونیتی و منزودیوریتی است از این رو تحت تأثیر سنگ نفوذی و محلول‌های همراه در محل عملکرد گسل، بخش‌هایی از آن به مرز تبدیل شده است. این مجموعه بر پایه شباهت رخساره‌ای (با عملکرد شماره ۲ از صفحه ۴۱۱ کتاب فولگ) سن کربونیفر پایین را به خود اختصاص داده که با دقت بیشتر، سن پالئوزوئیک بالایی را می‌توان در نظر گرفت. ستر برای میانگین آن ۷۰۰ متر است.

مزوزوئیک

تریاس و ژوراسیک در منطقه رخنمون ندارند و تنها نهشته‌های وابسته به کرتاسه برونزد دارند. آغاز کرتاسه با رخساره‌های نمایانگر پیشروی دریا، در منطقه، دربرگیرنده واحدهای آهکی است. کرتاسه پسین با قاعده فرسایشی جای گرفته است که مرز میان آهک‌های زیرین و زبرین یک سری نهشته‌های تخریبی است که بی‌شک پیشروی و پسروی و نبود نهشته‌گذاری در این رخساره‌ها در محل تشکیل آن‌ها متأثر از عملکرد رخدادهای کیمبرین پسین و اثریشی بوده است.

K¹ - از سنگ آهک با یومیکروسپاریتی و با یومیکریتی تا آهک دولومیتی خاکستری روشن تا تیره، به شکل طبقات ضخیم لایه پدیدار شده است. این واحد ستر برای بیش از ۱۵۰۰ متر دارد که بلندترین ارتفاعات منطقه را به خود اختصاص داده است. ریخت‌شناسی آن مرتفع و صخره ساز است و در پیشانی گسل ریوش جای دارد. گمان می‌رود عملکرد راندگی‌ها دلیل بر ستر برای زیاد آن باشد. دایک‌های حد واسط تا بازیک با ستر برای نزدیک به ۴ متر با روند شمال خاور-جنوب باختر (در امتداد نقاط ضعف)، این واحد را بریده‌اند. بر پایه سنگواره‌های *Cladocoropsis sp.*، *Bouenia sp.*، *Lithocodium sp.* سن آن نئوکومین تا آپسین-آلبین وابسته به کرتاسه زیرین پیشنهاد می‌شود.

K^{SS} - این رخساره از تناوب ماسه سنگ و سیلتستون لایه نازک قرمز رنگ با میان لایه‌های سنگ‌های آهکی متوسط لایه خاکستری پدید آمده که با مرز تدریجی بر روی سنگ آهک‌های کرتاسه زیرین جای گرفته است. ستر برای نزدیک به ۲۸۰ متر دارد که لایه‌های ماسه سنگ آهکی، فشارهای تکتونیک را بصورت چین خوردگی و ساختمان ناودیس نشان می‌دهد.

K^{c1} - این کنگلومرا بگونه‌ای یکنواخت از تکه‌ها و قلوه‌های سنگ آهک کرم تا خاکستری خرد شده و گسلیده پدید آمده است. اندازه تکه‌ها متنوع و بطور عمده بصورت قلوه‌های بزرگ و کوچک و نه چندان گرد شده می‌باشد. سن

قلوه‌های سنگ آهک با توجه به وجود میکروفسیل *Orbitolina sp.* و دیگر سنگواره‌های فراوان، وابسته به کرتاسه زیرین است که با وقفه زمانی نسبت به واحد K^1 ، فرسایش و پدیدار شده است. ستبرای این واحد نزدیک به ۸۵۰ متر بوده که ریخت مرتفع و خشنی دارد. توسط گسل رورانده بر روی واحدهای K^2 و E^{ab} و در زیر مجموعه K^v با مرز عادی جای گرفته است. تحت تأثیر سیالات گرمایی و حرارت ناشی از سنگ‌های نفوذی، بخش‌هایی به مرمر و در بخش‌هایی تبلور دوباره را گواه هستیم.

K^2 - این واحد کنگلومرای خاکستری تا قرمز سخت شده با جورشدگی ضعیف شامل تکه‌هایی کوچک در اندازه‌های از ۲ میلی‌متر تا تکه‌های بزرگ گردشدگی خوب است. قلوه‌های کوچکتر از ماسه سنگ و سیلتستون قرمز رنگ واحد K^{ss} و قلوه‌های درشت‌تر از سنگ آهک‌های کرم‌خاکستری واحد K^1 بصورت تخریب و فرسایش این دو واحد و وقفه زمانی نسبت به آن‌ها پدیدار شده است. ستبرای آن حدود ۱۵۰ متر بوده که با مرزهای گسله در نزدیکی گسل ریوش جای گرفته به طوری که واحد K^1 بر روی این مجموعه رانده شده است.

K^2 - این واحد دربردارنده آهک بیومیکریتی خاکستری تیره، متوسط لایه تا ضخیم لایه است که برپایه سنگواره‌های *Omphalocyclus sp.*, *Orbitoides media*, *Sidrolites calcitrapoides* سن آن ماستریشتین بوده و در نواحی کم ژرفای حوضه (continental shelf) تشکیل شده است. این رخساره با شیب ۳۹ درجه شمال خاور بر روی واحد K^2 (رخساره کمپلکس افیولیتی) با مرز فرسایشی گذاشته شده، بگونه‌ای که قطعات گرد شده واحد K^2 در قاعده رخساره آهکی به فراوانی دیده می‌شود. در بخش‌هایی نیز بر اثر عملکرد رخدادهای تکتونیکی لارامید سنگ‌های محل همبری بسیار خرد شده‌اند که این امر نشانه عملکرد گسل است. ستبرای تقریبی ۶۵ متر داشته و گسترش آن در شمال خاور منطقه اطراف روستای تک خاور با برونزادی بسیار کم گستره دیده می‌شود.

سنوزوئیک

پالئوسن - نهشته‌های حدفاصل کرتاسه-پالئوسن متأثر از رخداد لارامید است و سبب تشکیل واحدهای کنگلومرای-ماسه سنگی و سنگ آهک‌های نواحی کم ژرفای دریا شده است. این نهشته‌ها مراحل پیشروی و پسروی دریا با وقفه رسوبگذاری زمانی نسبت به سنگ‌های قدیم‌تر خود بگونه ناپیوسته تشکیل شده‌اند. پالئوسن شامل دو رخساره کنگلومرا- آگلومرای و سنگ آهکی می‌باشد.

P^c - قطعات این کنگلومرای تیره بگونه‌ای انحصاری از سنگ‌های اولترابازیک در اندازه‌های متنوع، درشت و گردشده پدید آمده‌اند از اینرو بر اثر فرسایش قطعات اولترابازیک، بلافاصله پس از آن‌ها با وقفه نهشته شده‌اند، پس می‌توان آن را به لحاظ سنی هم ارز کنگلومرای کرمان وابسته به پالئوسن پائین در نظر گرفت. عملکرد گسل‌های امتداد لغز نیز سطح فرسایشی خشن‌تری به آن داده است. ستبرای آن نزدیک به ۶۰۰ متر است. این مجموعه در اطراف روستای توندر گسترش دارند.

PE^1 - این واحد از آهک بیومیکروسپاریت ماسه‌ای لایه متوسط تا لایه ستبر خاکستری روشن پدید آمده است که در قاعده با مجموعه میکرواسپاریت ماسه‌ای ریزدانه قرمز تا خاکستری سبز نازک لایه تا متوسط لایه به گونه‌ای متناوب جای گرفته، آن چنان که ستبرای سنگ آهک‌ها کم و ستبرای واحدهای تخریبی افزایش می‌یابد و گاهی لایه‌های میکروکنگلومرای نیز دیده می‌شود. این پدیده نشان از قاعده تخریبی و وقفه زمانی در پالئوسن است. فشارهای تکتونیکی سبب راندگی واحد K^1 بر روی واحد PE^1 و پیدایش چین خوردگی‌هایی از نوع جناغی (در اطراف روستای داغی)، بهم ریختگی و تغییر شیب و امتداد لایه‌ها شده است. رنگ روشن، سطح فرسایشی خشن و مرتفع تکتونیزه از ویژگی‌های این واحد به ستبرای تقریبی ۷۰۰ متر است. با نگرش به میکروسنگواره‌های *Nummulites* - *sp.*, *Globigerinathka Mexicana*, *Misellanea sp.*, *Alveolina sp.*, *Disticoplax* و... سن آن پالئوسن بالائی - ائوسن پایینی در نظر گرفته می‌شود.

ائوسن - واحدهای پدیدآورنده ائوسن در منطقه بررسی شده بطور عمده آندزیتی و توفهای وابسته به آن است (سنگ‌های اسیدی تا بازیک) که به دنبال حرکات شدید کرتاسه پایانی در آب‌های کم ژرفا تشکیل گردیده‌اند. برخی

از این سنگ‌های آتشفشانی، از لحاظ سنی، هم‌ارز یکدیگرند و برخی دیگر در عین هم‌ارز بودن نسبت به هم پوشش زمانی دارند و به سان رخساره‌های جانبی و عمودی بگونه‌ای تدریجی به یکدیگر تبدیل می‌شوند. این رخساره‌ها با یک وقفه زمانی در رسوبگذاری نسبت به رخساره‌های سنگی پالئوسن جای گرفته‌اند.

E^{ts} - شامل ماسه سنگ توفی نازک لایه تا متوسط لایه برنگ خاکستری سبز است که در بردانده میان لایه‌هایی از سیلتستون سبز روشن (دانه‌بندی یکنواخت و ریز) با فرسایش شیلی مدادی شکل، سیلتستون خاکستری تیره متوسط لایه (دانه‌بندی کمی یکنواخت)، شیل‌های سیلتي نازک لایه خاکستری رنگ، سنگ آهک ماسه‌ای بیومیکرینی، توف آهکی، سنگ آهک میکرواسپاریت ماسه‌ای فسیل‌دار است. گسترش این واحد در جنوب ورقه بیش از رخساره‌های دیگر توفی بوده و حداکثر ستبرای دست نخورده آن در ناودیس اوندرا بطور تقریبی ۲۳۰۰ متر است. افزون بر سنگواره‌های نومولیت و براکیوپود یافت شده در رخساره ماسه سنگی، سنگواره‌های *Linderina sp.*, *Assilina sp.*, *Discoicyclina sp.*, *Actinocyclus sp.*, *Nummulites sp.* برداشت شد که وابسته به ائوسن پائینی تا بالائی است. از سویی وجود سنگ آهک نومولیت‌دار **E^{nl}** بصورت تناوب در بخش‌های گوناگون، سن این واحد توفی ماسه سنگی را به ائوسن زیرین تا فوقانی نسبت می‌دهد.

E^{nl} - در برگرنده سنگ آهک بیومیکرواسپاریت و بیومیکریتی متوسط لایه تا نازک لایه خاکستری تا خاکستری روشن است. حاوی مقادیر زیاد سنگواره نومولیت بوده، از این سنگ آهک نومولیت‌دار نام گرفته است. ستبرای تقریبی آن ۱۰۰ متر و برپایه میکروسنگواره‌های *Nummulites*, *Nummulites aff. Incrassatus*, *Platyspira sp.*, *globous* و سن آن ائوسن میانی تا بالائی است. این واحد در بخش‌های زیرین توف‌های ماسه سنگی و در میان آن‌ها با مرز گسله جای گرفته و بگونه‌ای دگر شیب نیز روی واحد **K^{v2}** در جنوب غرب منطقه نهشته شده است.

Etm - از تناوب توف سرشار از سنگواره نومولیت، توف مارنی روشن و سیلتستون قرمز تا خاکستری سبز پدید آمده است که بصورت تاقدیس و ناودیس‌هایی (بر اثر چین خوردگی‌های پس از تشکیل) قرار گرفته و بگونه میان انگشتی با واحد **E^{cs}** جای دارد. ستبرای میانگین آن نزدیک به ۵۰۰ متر است.

E^{cs} - شامل کنگلومرای سبز خاکستری دربردارنده قطعه‌های گرد شده فاقد جورشدگی خوب با میان لایه‌های ماسه سنگ توفی لایه متوسط است که دارای قاعده کنگلومرای و اجده قلوه‌های فراوان گرد شده می‌باشد. قلوه‌ها از ۲ میلی‌متر تا در حد اندازه درشت در برگرنده قلوه‌های ولکانیک، توف، ماسه سنگ، سنگ آهک، اولترامافیک، گرانیت، گابرو و میکرودیوریت است. بگونه میان انگشتی با واحد **Etm** و در بخش‌هایی بطور تدریجی در زیر واحد **E^{sst}** جای می‌گیرد. ستبرایی از ۱۵۰ متر تا ۱۰۰۰ متر را در بخش‌های گوناگون به خود اختصاص داده است.

E^{sst} - از تناوب ماسه سنگ توفی متوسط لایه خاکستری سبز و سیلتستون قرمز پدید آمده که در بخش‌های زیرین این رخساره چند لایه ماسه سنگ توفی برنگ روشن بصورت میان لایه‌ای جای دارد و بگونه‌ای تدریجی در زیر به واحد **E^{cs}** و در بالای خود به رخساره **E^{ts}** تبدیل می‌شود. بیشترین گسترش این واحد در شمال روستای چنار (باختر منطقه) به ستبرای ۱۸۰۰ متر دیده می‌شود.

E^{at} - در برگرنده توف آندزیتی، سنگ‌های پیروکلاستیک، هیالوپیروکسن آندزیت و آگلومرا به رنگ خاکستری تیره با بافت آذرآواری، پورفیری و آفنتیک است. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده بطور عمده پیروکسن، آمفیبول و پلاژیوکلاز است. در منطقه مورد بررسی گسترش محدودی داشته و در زیر واحد **E^{ts}** با مرز فرسایش یافته و نامشخص جای گرفته است که گمان می‌رود تغییرات تدریجی نسبت بهم داشته باشند.

E^s - از لیتیک آرکوز ریزدانه قرمز تیره تا خاکستری با میان لایه‌های توف شیشه‌ای، سیلتستون ریزدانه قرمز و مقدار کمی مارن پدید آمده است. بگونه میان انگشتی با واحد **E^{ts}** و به شکل ناپیوستگی دگر شیب در زیر واحد کنگلومرای **PLQ^c** جای دارد. تأثیر سیال‌های گرمابی در نقاط ضعف، بویژه گسل‌های روانده، موجب دگرسانی شدید آرزلیتی و سرسیتی شده است. کانی سازی آنتیموان و زرنیخ نیز در بخش‌های یاد شده، هم‌روند با راستای

گسل‌ها، دیده می‌شود که با توجه به این مشاهده می‌توان منشأ این کانی سازی را در ارتباط با سیال‌های گرمابی مذکور دانست. ستبرای این رخساری حدود ۳۲۰۰ متر است.

E^v - این واحد ولکانیک حدواسط، در برگینده (کوارتز) تراکی آندزیت تا آندزیت، پیروکسن آندزیت، داسیت تا روداسیت است. ساخت غالب در آن‌ها میکروفنوکریست و گلومرفنوکریست است که در زمینه تراکیتی، میکرولیتی، اینترسرتال، آفانتیک، اسفرولیتی و پورفیری پدید آمده‌اند. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده عبارت از پلاژیوکلاز (آندزین، لابرادوریت و الیگوکلاز)، آلکانی فلدسپات، کوارتز، پیروکسن و بیوتیت می‌باشد. سنگ‌های آذرین نفوذی در این رخساره نفوذ کرده‌اند از این رو سیستم حرارتی و سیال‌های گرمابی ناشی از آن، دگرسانی کلریتی، آرژلیتی و سرسیتی شدیدی را در سنگ‌های اطراف خود پدید آورده‌اند. فشار حاکم بر سنگ‌های جنوب منطقه شکستگی‌هایی را نیز در این سنگ‌ها پدید آورده که در مقاطع میکروسکوپی (کانی‌های پیروکسن) بطور کامل نمایان است. با توجه به نفوذ سنگ‌های آذرین نفوذی، می‌توان سن نسبی ولکانیکها را کهن‌تر از نفوذی‌ها در نظر گرفت. این واحد گسترشی زیاد در جنوب ورقه دارد و ستبرای تقریبی آن ۴۰۰۰ متر است.

E^{ab} - از بازالت آندزیتی خاکستری تیره با منشأ حد واسط تا بازیگ، بافت پورفیری مگافنوکریست‌دار و میکروفنوکریستی در زمینه اینترسرتال و آفانتیک پدیدار شده است. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده این واحد پلاژیوکلاز (آندزین، لابرادوریت)، پیروکسن و آمفیبول است. دایک‌های گرانیتوئیدی با روند شمال خاور-جنوب باختر (شاید هم روند با گسل‌های منطقه) و در راستای نقاط ضعف، این واحد را قطع کرده و احتمالاً سبب پیدایش دگرسانی شدید کلریتی و سرسیتی تحت تأثیر حرارت و سیال‌های گرمابی شده است. گسترش محدود نزدیک به ۲۵۰ متر دارد.

E^t - این واحد از تناوب توف‌های بلورین و آذرآواری با لایه بندی فاوک تا ستبر، خاکستری تا سبز روشن و میان لایه‌های توف شیلی با بافت پورفیروکلاست و کلاستیک پدید آمده است. در بخش‌های جنوبی گسل ریوش، گسترش آن بصورت ناودیس با ستبرای زیاد بوده که در زیر واحد **E^{ss}** با مرز عادی جای گرفته است. عملکرد گسل ریوش سبب برگشتگی لایه‌های ناودیس در مجاورت گسل با زون برشی شده است. ستبرای آن نزدیک به چند صد متر با مورفولوژی مرتفع، فرسایش و مرتفع می‌باشد.

الیگوسن

بر اثر عملکرد رخداد پیرینه‌ای ارتباط حوضه‌های رسوبی با دریای آزاد محدودتر شده و رسوبگذاری در محیط‌های قاره‌ای صورت گرفته است. این حرکات سبب چین خوردگی نهشته‌های الیگوسن، پیشروی دریا و ناپیوستگی دگرشیب بر روی رخساره‌های ائوسن شده است.

O^m - این واحد دربرگیرنده مارن قرمز تا روشن با میان لایه‌های گچ، ماسه سنگ و سیلتستون است که بگونه میان انگشتی با واحدهای رسوبی **O^{ss}** و **O^{sms}** و گاه در زیر آن‌ها با ستبرای متوسط ۶۰۰ متر جای گرفته است. ریخت ملایم و مرتفع داشته که در پیشانی جوان‌ترین گسل روانده منطقه (گسل سنگرد) جای دارد بر اثر عملکرد گسل تراستی و راندگی این واحد بر روی واحدهای دیگر، قطعه‌هایی از سنگ‌های زیرین را در خود شکل سنگ‌های بیگانه نگاه داشته و سبب آن شده واحدها **Ng^{cs}** و **Ng^{csm}** در یال جنوبی ناودیس عطائیه و ناودیس سنگرد برگردند و واحد رسوبی **OMsm** و **O^{cs}** در یال جنوبی ناودیس سنگرد حذف شود.

O^{ss} - شامل سیلتستون قرمز تیره لایه نازک با میان لایه‌های ماسه سنگی قرمز تیره لایه نازک است که بگونه‌ای میان انگشتی با واحد **O^{sms}** و **O^m** و در ساختمان ناودیس ده میان در زیر واحد **O^{sms}** جای گرفته است. فرسایش شیلی داشته و در بخش‌های خاوری ورقه، در ارتفاعات کوه سرخ، با ستبرای تقریبی ۷۵۰ متر گسترش دارد.

O^{sms} - این رخساره آواری از ماسه سنگ با میان لایه‌های سیلتستون و مارن پدید آمده است. ماسه سنگ‌ها از نوع آرکوز، آرکوزلیتیکی و لیتارنایت فلدسپاتی **Submature** ریزدانه آهندار، دارای اثرات ریپل مارک‌های نامتقارن، ضخیم تا متوسط لایه قرمز تیره تا خاکستری است. سیلتستونها لایه نازک و مارن‌ها قرمز رنگ‌اند. با توجه به شباهت

چینه‌شناختی و ارتباط تدریجی بواسطه رخساره O^{smc} (در خاور ورقه) در زیر واحد کنگلومرای O^{cs} ، با یک وقفه زمانی نسبت به ائوسن، می‌توان سن الیگوسن را به آن نسبت داد. بیشتر مارن‌ها و سیلتستونهای این واحد فرسایش یافته‌اند از این رو ماسه سنگ‌ها بصورت ستیغ‌های صخره‌ای بروزند دارد بنابراین سطوحی ناهموار صخره ساز و مرتفع را در همه رخساره می‌توان مشاهده نمود. این مجموعه بصورت ساختمان ناودیس ده میان با روند محور خاوری-باختری بر روی واحدهای O^{ss} و O^{sm} بگونه‌ای تدریجی جای گرفته است. بر اثر عملکرد گسل رورانده، لایه‌های O^{sm} در یال جنوبی این ناودیس با شیب ۷۰ درجه برگشته لذا ناودیس برگشته می‌باشد.

از گچ‌های سفید رنگ نازک تا متوسط لایه پدید آمده است. ستبرای نزدیک ۸۰ متر دارد. در ساختمان ناودیس ده میان حد فاصل دو واحد O^{smc} و O^{sm} جای دارد که می‌توان آن را مرز تبدیل این دو واحد به یکدیگر پنداشت، بدین‌سان که زمان تشکیل واحد O^{sm} شرایط تبخیری آماده و گچ‌ها نهشته شده‌اند و پس از آن شرایط تغییر کرده و واحد O^{smc} تشکیل گردیده‌اند. گچ‌ها تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی وارد شده از جنوب به شمال برناودیس ده میان بعلت خاصیت پلاستیته، تغییر شکل پیدا کرده و بخش‌هایی از لایه‌ها در یال جنوبی برگشته یا حذف شده‌اند، پس این ناودیس از نوع برگشته است.

O^{cs} - شامل کنگلومرا با سیمان سخت، قرمز تیره، جورشدگی ضعیف و اجزاء گرد شده هم‌رام با میان لایه‌های ماسه سنگ (آرکوز لیتیکی) با لایه‌بندی متوسط قرمز تیره است. کنگلومرا از لایه‌های ستبر تشکیل گردیده و اجزاء پدید آورنده آن از ۲ میلیمتر تا قطعه‌های بسیار درشت دربرگیرنده قطعه‌های ولکانیکی (آندزیت)، ماسه سنگ‌های قرمز تیره، توف و سنگ آهک با سیمان آواری است. بر پایه داده‌های صحرایی، این واحد در ساختمان ناودیس سنگرد زیر واحد OM^{sm} جای دارد. همچنین در ورقه خاوری و خاور منطقه بترتیب بخش‌های هم‌ارز و بخش‌هایی در قاعده واحد O^{smc} دیده می‌شود. با توجه به شباهت چینه‌شناختی و گفته‌های بالا گمان می‌رود سن این رخساره کنگلومرای الیگوسن بالایی تا الیگومیوسن باشد. از سویی بودن جوان‌ترین میکروسنگواره‌های

Miopleidocyclina sp., *Miogypsinoidea basrans*, *Lepodocyclina sp.*, *Miogypsina sp*

با سن الیگوسن بالایی، بدست آمده که از اجزاء سنگ آهکی این واحد کنگلومرای، نیز شاید گواهی بر تأیید سن تشکیل این واحد باشد از این رو رخساره‌های ماسه سنگی O^{smc} و ماسه سنگی مارنی O^{sm} بترتیب می‌توانند هم زمان یا کهن‌تر باشند. ستبرای آن در ناودیس سنگرد بطور میانگین ۵۰۰ متر است.

O^{smc} - تناوبی از ماسه سنگ قرمز ریزدانه جور شده با لایه بندی متوسط تا ستبر و مارن قرمز است که کنگلومرای قرمز تیره رنگ نیز بگونه میان لایه در این رخساره دیده می‌شود. اندازه اجزاء پدیدآورنده کنگلومرا از ۲ میلیمتر تا ۲۰ سانتیمتر است که جنس آن‌ها بطور عمده از قطعه‌های ولکانیک و ماسه سنگ می‌باشد. گسترش آن در خاور منطقه باستبرای حداکثر ۱۵۰۰ متر بصورت ساختمانی ناودیس مانند است که ستبرای لایه‌ها در یال شمالی بدلیل عملکرد گسل کم است. این واحد بگونه‌ای تدریجی و میان انگشتی با واحد O^{mss} و دگرشیب در روی واحد O^{cs} جای گرفته است در این مجموعه میزان سیلتستون بسیار کم و کنگلومرا افزایش یافته و بر اثر فرسایش مارن‌ها، صخره‌های ماسه سنگی و کنگلومرای رخنمون دارند. وجود این رخساره نشان‌دهنده شرایط پیدایش و ته نشست در محیط اکسیدان قاره‌ای است.

الیگومیوسن

واحدهایی در محدوده مورد مطالعه دیده می‌شود که از نظر چینه‌شناختی و شواهد زمین‌شناختی می‌تواند وابسته به نئوژن (مشابه رخساره‌های ایران مرکزی) باشد که در این جا بر روی رخساره‌های الیگوسن بگونه‌ای بین انگشتی و تدریجی نهشته شده‌اند. علاوه بر این، برخی از واحدهای پدید آورنده حاوی میکروفسیل‌های الیگومیوسن‌اند. حرکت‌های اپی روزنیک فاز کوهزایی اواخر آلپ میانی (پیرینه ای) در زمان الیگوسن-میوسن سبب پسروری دریا و نهشته شدن نهشته‌های آواری-تبخیری شده است.

OM^{sm} - از تناوب ماسه سنگ لایه متوسط تا ستبر لایه قرمز روشن و سیلتستون لایه نازک با میان لایه‌های مارن قرمز تشکیل شده است. این واحد رسوبی در ساختمان ناودیس سنگرد بگونه ناپیوسته دگرشیب در زیر واحد Ng^{cs} و

در بالای واحد O^{cs} جای داشته و در یال شمالی ناودیس سنگرد با ستبرای میانگین ۱۲۰۰ متر گسترش دارد. شیب لایه‌ها در یال جنوبی بر اثر عملکرد گسل رورانده سنگرد بسیار زیاد، برگشته و در بخش‌هایی حذف شده است. محور ناودیس و روند گسترش لایه‌های این رخساره خاوری باختری‌اند. با توجه به شباهت چینه‌شناختی با نهشته‌های نئوژن و سن نسبی واحد O^{cs} می‌توان آن را در ردیف سنی بالاتر از الیگوسن جای داد.

OM^{mss} - این واحد در برگیرنده تناوب مارن قرمز و سیلتستون لایه نازک تا متوسط با میان لایه‌های ماسه سنگ قرمز می‌باشد. در ساختمان ناودیس در زیر واحد مارنی OM^m_2 و بر روی واحد O^{smc} بصورت میان انگشتی جای گرفته که مرزها بترتیب بگونه تدریجی و عادی‌اند. ستبرای آن نزدیک به ۸۰۰ متر است که سطح فرسایشی به نسبت ملایمی دارد. از نگاه چینه‌شناسی این واحد جوانتر از الیگوسن و هم ارز سنی O^{smc} است.

OM^m_1 - این واحد از تناوب مارن‌های روشن و گچ با میان لایه‌های شیل‌های مارنی بصورت لامیناسیون، و سیلتستون لایه نازک سبز خاکستری تشکیل گردیده است. گچ‌های متبلور خاکی، بگونه نازک لایه تا متوسط لایه به فراوانی، در مارن‌ها وجود دارد و بدلیل ویژگی پلاستیته، فشارهای تکتونیکی را بصورت چین‌هایی زیبا در ناودیس ده میان به نمایش گذاشته است. این واحد بگونه‌ای هم شیب و تدریجی بر روی واحد ماسه سنگی O^{smc} در هسته ناودیس ده میان و واحد OM^{sm} در هسته ناودیس سنگرد جای گرفته است. ستبرای آن در ناودیس ده میان ۴۵۰ متر می‌باشد. بر پایه شباهت چینه‌شناختی و بررسی‌های صحرایی سن الیگومیوسن را می‌توان برای آن پیشنهاد کرد.

OM^m_2 - از تناوب مارن خاکستری قرمز و شیل‌های مارنی خاکستری و سیلتستون نازک لایه قرمز با میان لایه‌های گچ و ماسه سنگ نازک لایه پدید آمده است. این واحد منحصراً در هسته ناودیس در جنوب ناودیس ده میان با ستبرای میانگین ۴۰۰ متر بر روی واحد OM^{mss} بگونه تدریجی جای گرفته است. همچنین مرز آن با واحد ماسه سنگی O^{smc} عادی و تدریجی است. برپایه شواهد صحرایی و شباهت چینه‌شناختی سن آن جوانتر از OM^{mss} و O^{smc} بوده که بدین سان گمان می‌رود بتوان آنرا هم ارز الیگومیوسن در نظر گرفت. سطح فرسایش خشن‌تری نسبت به واحد OM^m_1 دارد.

OM^1 - در برگیرنده آهک بیومیکرواسپاریت ستبر لایه تا متوسط لایه خاکستری روشن با ستبرای تقریبی ۳۰۰ متر است. این واحد در پیشانی گسل رورانده ریوش در بخش‌های جنوبی ورقه بر روی واحدهای کرتاسه و توف‌های ائوسن (E^1) جای گرفته و مرز بالایی و زیرین آن گسله است. بر پایه گواهی میکروسنگواره‌های *Rotalia Veinotti*, *Planorbulina* sp., *Miogypsina* sp., *Victorella* sp.

سن این واحد الیگوسن بالایی - میوسن پائینی است.

میوسن

رخساره‌های سنگی میوسن نشان از کم ژرفا شدن حوضه رسوب‌گذاری و درشت‌تر شدن اندازه قطعه‌های آواری (رسوب‌گذاری ماسه سنگ، کنگلومرا، کنگلومرا، مارن و...) بر اثر حرکات آلپ پایانی است. این مجموعه نهشته‌ها در ساختمان ناودیس، در خاور منطقه، بگونه‌ای محدود گسترش یافته‌اند.

Ng^{sm} - از تناوب کنگلومرا با قطعه‌های گرد و جور شده و سخت شدگی ضعیف با میان لایه‌های ماسه سنگ ستبر لایه و کمی مارن خاکستری سبز پدید آمده است. کنگلومرا از قطعه‌های آتشفشانی، ماسه سنگی و توفی تشکیل شده است. سیمان میان قطعه‌ها سخت نشده و قطعه‌های کنگلومرا دارای جورشدگی ضعیفی هستند. ماسه سنگ‌ها بیشتر لایه ضخیم تا متوسط لایه بوده که به‌مراه مقادیر کمتر مارن و سیلتستون در بین لایه‌های ستبر کنگلومرا جای گرفته است. با ستبرای ۱۱۰۰ متر بگونه تدریجی در زیر واحد کنگلومرای Ng^{cs} در هسته ناودیس باختر روستای عطائیه برونزد دارد. شیب طبقات این مجموعه بدلیل گسل رورانده سنگرد برگشته، از این رو ناودیس برگشته است.

پلیوسن

Ng^{cs} - این کنگلومرا خاکستری رنگ با سیمان به نسبت سخت و جورشدگی ضعیف متشکل از قله‌های به اندازه ۲ میلیمتر تا ۲۰ سانتیمتر و حتی قطعه‌های بزرگتر گرد شده است. این واحد بر پایه شواهد چینه‌شناسی و بررسی‌های صحرایی با وقفه رسوبگذاری در زیر کنگلومرای جوان PIQ^c جای گرفته است. بر روی رخساره‌های قدیم‌تر بیشتر بصورت ناپیوستگی دگر شیب و هم‌شیب و دگر شیب فرسایشی است. قطعه‌های سازنده این کنگلومرا از جنس سنگ‌های گوناگون ماسه سنگی آهکی، اولترامافیک، آتشفشانی و... است. گسترش آن در باختر منطقه به سبب برای ۱۱۰۰ متر در هسته ناودیس، خاوری باختری، سنگرد جای گرفته است. ریخت این واحد بدلیل فرسایش به نسبت ناهموار است.

PIQ^c - این رخساره کنگلومرای جوان از قطعه‌های گوناگون سخت نشده با جورشدگی و گردشدگی بسیار ضعیف پدید آمده است. این جوان‌ترین رخساره سنگی در گستره‌ی مورد بررسی است. برپایه ویژگی‌های چینه‌شناختی، سن آن پلیوسن تا کواترنر می‌باشد که با یک وقفه رسوبگذاری نسبت به کنگلومرای Ng^{cs} و بگونه ناپیوستگی دگر شیب بر روی رخساره‌های قدیم‌تر نهشته شده است. ریخت‌شناسی این واحد رسوبی، تپه ماهوری و واریزه‌ای می‌باشد که گسترش پراکنده‌ای را، بویژه در بخش‌های باختری و جنوب خاوری منطقه دارد. بدین سان سبب‌های گوناگون، از ۱۵۰ متر در جنوب ناودیس ده میان تا ۳۵۰۰ متر در جنوب خاوری، را شاهد هستیم.

کواترنری

Q^{11} - در برگیرنده نهشته‌ها و پادگانه‌های کهن به شکل پادگانه‌های آبرفتی مرتفع است که حالت افقی داشته و رخداد تکتونیکی موثری را تحمل نکرده است. این واحد رسوبی بیشتر در دامنه برونزدهای سنگی پدیدار شده و حاصل هوازدگی و ته نشست است.

Q^{12} - در برگیرنده نهشته‌ها و پادگانه‌های جوان به شکل پادگانه‌های آبرفتی مسطح و افقی است. گسترش این واحد زیاد بوده و حاوی رسوبات در اندازه‌های گوناگون است که پهنه‌ای گسترده را پوشانده و بدلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی در مناطقی که اندازه دانه‌های نهشته کوچکتر باشند مستعد کشاورزی می‌باشد.

Q^f - مخروط افکنه از دیگ رخساره‌های وابسته به عصر حاضر است که در پای دامنه ارتفاعات و برونزدهای سنگی در محل ورود رودخانه به دشت پدید آمده است.

سنگ‌های آذرین نفوذی

بدنبال فعالیت ولکانیکی دوره ائوسن، رخداد پیرینه در اوائل الیگوسن در محدوده مطالعه بوقوع پیوسته است و به گمان سبب پیدایش توده نفوذی گرانیتوئیدی پس از ولکانیسم ائوسن شده است. نقش برجسته این نفوذی‌ها را در کانی‌سازی و دگرسانی واحد K_2V ، در حاشیه توده نفوذی گرانیتوئیدی شمال ورقه، می‌توان گواه بود. توده نفوذی فلسیک، دربرگیرنده سنگ‌های اسیدی تا قلیایی، در محدوده شمال خاوری و جنوب ورقه گسترش دارد. این توده که از انواع گرانیت، گرانودیوریت، مونزونیت و دیوریت، تشکیل شده، در سنگ‌های گوناگون نفوذ کرده و گاهی بصورت رگه‌هایی در میان آن‌ها جای گرفته‌اند. بر اثر این نفوذ، سنگ‌های نزدیک به توده نفوذی تحت تأثیر دگرگونی حرارتی واقع شده و تغییرات دگرگونی در کانی‌های آن‌ها بوجود آمده است. فزون بر آن، تأثیر سیالات گرمایی در محل نقاط ضعف (ناشی از عملکرد تکتونیک) سبب دگرسانی شدید آن‌ها شده است. این سنگ‌ها بطور عمده متاآندزیتها هستند که کانی‌های اصلی آن‌ها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول، هورنبلند، کوارتز و کلریت است. بافت اغلب آن‌ها پورفیری (اولیه) و نماتوباستیک است. فنوکریستها نیز شامل پلاژیوکلاز، هورنبلند، تره مولیت و اکتینولیت بوده که در زمینه‌ای از پلاژیوکلاز میکروولیتی، کوارتز و تره مولیت پدید آمده است. بررسی برخی نمونه‌های گرفته شده از سنگ‌های گرانیتوئیدی نشان از دگرگونی خفیف آن‌ها دارد که می‌توان از این پدیده را به چند مرحله‌ای بودن نفوذ ماگمای گرانیتوئیدی وابسته دانست. به گفته دیگر تحت تأثیر گرمای مراحل پسین نفوذ و دگرسانی ناشی از آن‌ها، سنگ‌های مراحل اولیه دگرگون شده‌اند. این پدیده را در نفوذی‌های شمال خاوری می‌توان

گواه بود. بعنوان مثال می توان متادیوریت و متاکوارتز دیوریت، متاگرانیت و متاگرانودیوریت را نام برد که بافت اولیه حفظ کرده و کانی های اصلی شامل کوارتز، آلکانی فلدسپات، پلاژیوکلاز، بیوتیت، تری مولیت، اکتینولیت، هورنبلند، کلریت و اپیدوت می باشد. وجود هورنبلند سبز و اکتینولیت نشان از رخساره دگرگونی هورنبلند هورنفلس است. در بخش هایی این سنگ ها بافت کاتاکلاستیک و حالت شیستوزیته کانی های جهت دار شده بیوتیت را از خود نشان می دهند پس دگرگونی از نوع دینامیکی می باشد. از این رو نفوذ سنگ های گرانیتوئیدی در مجاورت گسل ها را در منطقه شاهد بوده ایم. این مجموعه بصورت دایک و غیر آن در واحدهای E^v و E^{ab} نفوذ کرده اند. بدین سان گمان می رود سن نسبی نفوذ جوانتر از ائوسن باشد.

گرانیت - این واحد اسیدی گسترشی بسیار محدودی دارد، در بخش های شمالی در نزدیک گسل و میان توده گرانودیوریت-دیوریتی و در حاشیه گسل ریوش در مجاورت واحد ub برونزد دارد. گرانیت شمال ورقه از نوع متاگرانیت با بافت کاتاکلاستیک است که کانی های بیوتیت آن حالت شیستوزیته دارند. گرانیت جنوب ورقه از نوع گرانیت و میکروگرانیت تکتونیزه بشدت شکسته و برشی شده است که بافت

Granular, graphic, hypidiomorphic granular, Microgranular, Myrmekitic

دارند. کانی های اصلی پدید آورنده آن ها پلاژیوکلاز (الیگوکلاز)، کوارتز، ارتوکلاز، آلبیت، رشد توام کوارتز و فلدسپات، پیروکسن و بیوتیت است. کانی های محصول دگرسانی از نوع سرسیت، کلریت، آرژیل می باشد. تأثیر حرکات تکتونیک بر روی گرانیتها در مقاطع میکروسکوپی در بصورت تغییر در ماکلها و کانی ها نمایان شده است. بر پایه نتایج بدست آمده از آنالیزها، میزان SiO_2 از ۶۰ تا ۷۵ درصد، Al_2O_3 از ۱۳ تا ۱۶ درصد، Fe_2O_3 از ۱ تا ۷ درصد، Mgo بین ۰/۵ تا ۵/۵ درصد، Cao از ۰/۸ تا ۶/۳ درصد، Na_2O از ۳/۵ تا ۴ درصد و K_2O از ۰/۱ تا ۶/۳ درصد می باشد. گسترش آن نزدیک به ۲۰۰ متر است.

گرانودیوریت-دیوریت - این مجموعه اسیدی تا حد واسط عمده برونزدهای نفوذی شمال منطقه را پدید آورده است که بخش اعظم از گرانودیوریت می باشد. فنوکریستهای آن فزون بر پلاژیوکلاز (الیگوکلاز) از هورنبلند، پیروکسن، فلدسپات آلکان پدید آمده اند و دگرسانی آن از نوع آرژیل، سرسیت کلریت و اپیدوت است. نفوذ سیال های گرمایی در محل گسل ها و درز شکافها باعث شده است که قسمت هایی از واحد K^v_2 زیر تأثیر دگرسانی آرژیلیتی جای گیرد و اندیس معدنی کائولن را پدید آورد بر پایه بررسی های میکروسکوپی بیشتر گرانودیوریتها دارای بافت granular hypidiomorphic و granular هستند.

این نفوذیها سبب دگرگونی واحدهای K^v_2 شده اند. آن چنان که متاندزیت هایی را پدید آورده اند. از طرفی سنگ های گرانودیوریت-دیوریتی نیز دگرگونی را تحمل و به متاگرانودیوریت، متاکوارتز دیوریت و متادیوریت تبدیل شده که به گمان بدلیل چند مرحله ای بودن نفوذ ماگما می باشد. گسترش عرضی این مجموعه ۶۵۰۰ متر و گسترش طولی آن ۲۳ کیلومتر است. بر پایه نتایج بدست آمده از آنالیزها میزان متوسط اکسیدهای عناصر مهم به این ترتیب است:

$SiO_2 = 48/5\%$ $Al_2O_3 = 16/5\%$ $Fe_2O_3 = 12/5\%$ $Mgo = 14/5\%$ $CaO = 8/5\%$

دیوریت-مونزویت - این رخساره نفوذی حد واسط دربرگیرنده دیوریت، میکرودیوریت و مونزیت است که در بخش های جنوبی منطقه گسترش دارند. بر طبق بررسی های میکروسکوپی بافت آن ها microgranular, granular, intergranular, hypidiomorphic granular, doleritic (در زمینه intersertal) می باشد. کانی های اصلی تشکیل دهنده سنگ عبارت از پلاژیوکلاز (اندزین، لابرادوریت)، آمفیبول، پیروکسن (اوژیت دیوپسیدی)، هورنبلند، بیوتیت، کوارتز است. دگرسانی متوسط تا شدید بر این سنگ ها حاکم بوده که کانی های دگرسانی عبارت است از سرسیت، آرژیل، کلریت، اپیدوت، کربنات، تری مولیت، اکسید آهن و اسفن. سیالات و حرارت ناشی از آن ها سبب شده که بخش هایی از واحد پالئوزوئیک زبرین نیز به مرمر تبدیل می شود. گسترش این مجموعه از ۱ تا ۲ کیلومتر است.

سنگ‌های افیولیتی

افیولیت‌ها بعنوان بقایای لیتوسفر اقیانوسی قدیمی شناخته می‌شوند که بطریق تکتونیکی جایگزین شده‌اند. رخساره‌های افیولیتی از دو بخش مانتویی و پوسته‌ای تشکیل یافته که بدلیل تکتونیک تراستی حاکم، بهنگام جایگزینی در پوسته قاره‌ای، نظم توالی‌شان بهم خورده است. افیولیتی‌های منطقه جزو افیولیت‌های سبزوارند و برپایه سنگواره‌های موجود در آهک‌های گلوبوترونکانادار، سن آن‌ها کرتاسه بالایی تعیین شده و عقیده بر این است که رخداد لارامید حاکم بر منطقه، سبب جایگزینی افیولیت‌ها شده باشد.

اجزا رسوبی ملانژهای منطقه، از پایه، همان اجزاء رسوبی سری ولکانوپلاژیک هستند. این اجزاء جوانترین نهشته سنگ‌های ملانژها بشمار می‌روند. سنگ نهشته‌های فلیشی و سنگ‌های آهکی گلوبوترونکانادار بصورت عدسی‌های با اندازه‌های ۱۰ دسی‌متر تا یک کیلومتر تشکیل شده‌اند. این مجموعه به شدت در هم ریخته شده است. گانسر (۱۹۷۴) بر این باور است که افیولیت ملانژ خاستگاه رسوبی و تکتونیکی دارند. در بخش‌های بالایی عدسی‌های ملانژهای افیولیتی، سنگهای سری ولکانوپلاژیک فراوانتر شده و شدت تکتونیزه شدن کاهش یافته است. عدسیهای ملانژ تا اندازه‌ای بموازات سطوح محوری چین‌های درون سری ولکانوپلاژیک توسعه یافته‌اند. بدین سان که در مقطع عرضی منطقه مورد بررسی شیب از SSE، در نزدیکی روستای اوندرو و روستای مجاور، به NNW، در اطراف نزدیک به غسل ریوش، تغییر می‌نماید. با نگرش به تکتونیک نپ‌ها، افیولیت ملانژهای منطقه بعنوان اجزاء نابرجایی که چندین مرحله و انتقال در قاعده نپ‌ها را پشت سر نهاده‌اند (V. Jacobshagen و H.G. Lindenberg)، توجیه پذیرند. غسل خوردگی و پیدایش درز و شکاف از ویژگی‌های برجسته افیولیت‌ها است. نوع لیتولوژی سنگ‌های اولترابازیک و داشتن درزه‌ها باعث گردش محلول‌های گرمایی با سرعتی بیشتر می‌شود. این پدیده دگرسانی را بدنبال دارد که از مهمترین آن‌ها می‌توان به اپیدوتی و سرسیتی شدن پلاژیوکلازها، اورالیتی و کلریتی شدن پیروکسن‌ها، سرپانتینیتی شدن الیوین و پیروکسن اشاره کرد.

ub - این واحد در برگیرنده سنگ‌های اولترامافیک پریدوتیت، هارزبورژیت و لرزولیت سرپانتینی شده است که، بیشتر، در ارتفاعات جنوبی با مرزهای راندگی و گسلی و در نوار افیولیتی محدوده مورد بررسی با مرزهای فرسایش یافته و گسلی بطول ۳/۵ تا ۵ کیلومتر جایگزین گردیده است. این سنگ‌ها تیره رنگ‌اند و بافت hypidiomorphic granular دارند. کانی‌های اصلی در برگیرنده الیوین، کلینوپیروکسن، ارتوپیروکسن (انستاتیت) است. این مجموعه در حاشیه غسل ریوش بگونه گستره‌ای مرتفع تحت تأثیر دگرسانی متوسط بوده و دربردارنده شکستگی‌های فراوان می‌باشد. کانی‌های محصول دگرسانی نیز در برگیرنده سرپانتین و کلریت است.

Sr - این رخساره سرپانتینیتی از دگرسانی شدید سنگ‌های اولترامافیک و مافیک حاصل شده بگونه‌ای که همه سنگ به سرپانتینیت تبدیل شده است. سرپانتینیت‌ها دارای بافت مشبک‌اند و تنها باقیمانده کانی‌های اولیه در آن مشخص است. این رخساره بصورت گستره‌های محدود، حداکثر به درازای ۳۰۰ متر در واحد **ub** پدید آمده‌اند.

gb - دربرگیرنده گابرو و میکروگابرو و در بخش‌هایی میکروگابرودیوریت است. از انواع حد واسط تا بازیک بوده بافت آن‌ها hypidiomorphic granular, microgranular و dloeritic است. کانی‌های اصلی پدید آورنده پلاژیوکلاز، هورنبلند، پروکسن و بیوتیت است که شکستگی‌هایی در آن‌ها دیده می‌شود. این واحد بشدت دگرسان شده آن چنان که در بیشتر موارد تشخیص ویژگی‌های سنگ غیرممکن بنظر می‌رسد. کانی‌های محصول دگرسانی عبارت از تره مولیت، اکتینولیت، کلریت، سرسیت، آرژیل، اپیدوت، اسکاپولیت، لوکوکسن و اپیدوت است. این واحد بگونه مرز فرسایش یافته و گسله در زیر واحد **cm** بطول ۲ کیلومتر جای گرفته است. گابروها معمولاً، بدو حالت ایزوتروپ و لایه‌ای در مجموعه افیولیتی دیده می‌شوند که در این منطقه برپایه شواهد صحرایی تنها گابروهای از نوع ایوتروپ (فاقد ساخت لایه‌ای) دیده می‌شود.

db - این واحد مافیکی خاکستری سبز بشدت دگرسان شده، در جنوب ورقه نزدیک غسل ریوش، به ستبرای عرضی ۱۰۰۰ متر، بگونه گسله بر روی واحد K^1 جای گرفته است. بافت این سنگ‌ها doleritic و microgranular بوده و

کانی‌های اصلی تشکیل دهنده آنها پلاژیوکلاز، هورنبلند، ارتوپروکسنیت، کلینوپروکسنیت و بیوتیت می‌باشد. محصول دگرسانی دیابازها، تیره مولیت، اکتینولیت، کلریت، اپیدوت، سرسیت، آرژیل و پرهنیت است.

ba-sp - این رخساره تیره رنگ از بازالت و اسپیلیت با مرزهای گسله و روند شمال خاوری-جنوب باختری به درازای ۱۱ کیلومتر و پهنای ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ متر پدید آمده است. بازالت‌های اسپیلیتی شده در بخش‌هایی دارای ساخت بالشی می‌باشند این سنگ‌ها، دانه‌ریز و سخت با بافت پورفیری و اینترسرتال هستند که میکروفنوکریستهای آن پلاژیوکلاز و پیروکسن، در زمینه‌ای از میکروولیت‌های پلاژیوکلاز و ذرات پیروکسن و آمفیبول است. در اسپیلیت‌ها، فنوکریستهای بافت پورفیری از پلاژیوکلاز، باقیمانده کلریتی شده کانی‌های مافیک در زمینه میکروولیت‌های آلبیتی و فنوکریست‌های بافت اینترسرتال، در بردارنده منشورهای باریک آلبیت و بقایای پیروکسن است. اسپیلیت‌ها حاوی رگچه‌های باریک کلسیتی و حفره‌های کلریتی و کلیستی فراوانی هستند که نشانه تکتونیک و دگرسانی شدید حاکم بر منطقه است. کانیهای حاصل دگرسانی عبارت از کلریت، کربنات، آلبیت، آرژیل و سرسیت می‌باشد این مجموعه در جنوب باختری ورقه با مرزهای گسله محصور شده بگونه‌ای که واحد K^V_2 بصورت رورانده بر روی این واحد جای گرفته است.

cm1 - این مجموعه مشتمل بر دو واحد دیاباز و بازالت (بازالت اسپیلیتی شده) بگونه‌ای تفکیک نشده در حاشیه توده نفوذی گرانیتوئیدی، در شمال خاوری ورقه، با ستبرای ناهمسان گسترش دارد. زنگ رخساره تیره و ریخت ظاهری خشن در قسمت‌هایی صخره‌ساز است. آن چنان که با مرزهای گسله (بدلیل فرسایش، نوع گسل‌ها مشخص نیست) نسبت به توده نفوذی و واحد K^V_2 جای گرفته است. زون دگرسانی ناشی از نفوذ سیال‌های گرمایی در گسل‌ها و درز و شکاف‌ها در این واحد سبب شده تا این مجموعه علاوه بر اندیس کائولن، بستری برای کانی سازی‌های دیگر باشد.

K¹ - از سنگ آهک‌های بیومیکریتی گلوبوترونکانادار سفید تا صورتی دانه‌ریز پدید آمده است. علاوه بر آن، در بخش‌هایی در بردارنده سنگ آهک بیومیکروسپاریت (سنگ آهک رادیولاریتی) با آلوم‌های بیوکلاستی به اندازه ۴۰٪ و ارتوکم‌های میکرواسپارتی به اندازه ۶۰٪ دارای رادیولاریت، سوزن‌های اسفنج و رگچه‌های کربناتی فراوان است. این واحد در شمال خاوری ورقه بگونه طبقات متوسط لایه در ساختمان‌های ناودیس و تاقدیس بگونه‌ای متناوب با واحد K^V_2 جای گرفته است که ریخت ظاهری تپه ماهوری و ملایم به ستبرای میانگین ۲۰۰ متر دارد. به محدوده جنوب باختری نیز بصورت طبقات متوسط تا ستبر لایه و بسیار ستبر، عمدتاً با مرزهای گسله رورانده، نسبت در واحدهای دیگر افیولیتی، جای گرفته که ریخت ظاهری به نسبت مرتفعی به ستبرای میانگین ۷۰۰ متر را در بر می‌گیرد. در این بخش بدلیل نزدیکی به گسل ریوش و فعال بودن تکتونیک، بخش‌هایی خرد شده و دوباره بهم جوش خورده‌اند. بر پایه فسیل‌های:

Globigerinelloides bolli, *Glt. Gagnebini*, *Glt. Lapparenti*, *Glt. arca* *Gtl. ganseri*, *Rugoglobigerina rugosa*, *GH. Falsosuarti*, *Gltt. stuarti*

و ۰۰۰ بدست آمده از این واحد؛ سن آن کرتاسه بالایی (کامپانین-ماستریشین) است.

K^V₂ - شامل تناوب سنگ‌های ولکانیک (کوارتز) تراکی آندزیت، تراکیت، آندزیت، پیروکسن آندزیت و آذر آواری و شیل‌های سیلیسی و آهن‌دار است.

ولکانیکها - مجموعه تیره رنگ حد وسط تا بازیک در بردارنده شکستگی‌ها و رگه‌های کلسیتی، سیلیسی و اکسید آهن می‌باشد. بافت آن‌ها میکروگرانولار تا دولریتی و پورفیری است. در انواع پورفیری فنوکریست‌ها شامل میکروفنوکریست، گلومروفنوکریست و مگافنوکریست بوده و زمینه در برگرنده آفانتیک، میکروولیتی، تراکیتی، اسفروولیتی و اینترسرتال می‌باشد. کانی‌های اصلی در برگرنده پلاژیوکلاز (الیوکلاز و آندزین)، فلدسپات پتاسیم (ارتوکلاز، سانیدین)، پیروکسن و کوارتز است. کانی‌های محصول دگرسانی شدید از کلریت، سرسیت، آرژیل و اپیدوت پدید آمده است.

آذر آواری‌ها- شامل توف‌های آندزیتی سبز تیره خرد شده و فرسایش یافته و توف‌های اسیدی نازک تا متوسط لایه است. گسترش توف‌های کریستالیزه شیشه‌ای در شمال خاوری محدود و در جنوب باختری بسیار زیاد است. رنگ روشن و دگرسانی شدید از ویژگی‌های آشکار آنها می‌باشد. بافت کلاستیک و شیشه‌ای دارد و در بردارنده شکستگی‌های فراوان و آمیگدال‌های سیلیسی، کلسیتی و کلریتی است. کانی‌های اصلی آن‌ها شامل آپاتیت، کوارتز، پلاژیوکلاز و فلدسپات پتاسیم و محصولات دگرسانی از سرسیت، کلریت، آرژیل و کربنات تشکیل گردیده است. شیل‌ها- واحد رسوبی آواری بسیار دانه ریز است. از اجزاء کوارتز و فلدسپات در سیمان آهکی آهن‌دار پدید آمده است که بیشتر، در بخش‌های جنوب باختری گسترش دارد. مجموعه یاد شده بسیار تکتونیزه و گسله است. فزون بر این بخش‌هایی نیز زیر تأثیر نفوذ سنگ‌های نفوذی گرانیتوئیدی در شمال خاوری دگرسان و یا به متاآندزیت تبدیل شده‌اند. مرز آن با واحدهای دیگر افیولیتی گسله و عادی است. بگونه‌ای متناوب و میان لایه‌ای در ساختمان ناودیس با واحد K¹ جای گرفته از این رو می‌توان این مجموعه را در شمال سکانس ولکانوپلاژیک کرتاسه بالایی، بعنوان بخش بالایی کمپلکس افیولیتی، آورد.

cm- این واحد در بخش‌های جنوبی ورقه برونزد دارد. در برگیرنده انواع سنگ‌های تشکیل دهنده واحدهای افیولیتی بوده که بشدت سرپانتینیتی و غیر قابل تفکیک هستند. مرز آن با واحدهای دیگر فرسایش یافته و گسله است. بر پایه داده‌های صحرایی شیب گسل رورانده در این واحد در بخ‌هایی بسوی شمال و در بخش‌های بسوی جنوب است.

تکتونیک و تکوین زمین ساخت

ناحیه مورد بررسی در حد فاصل سبزوار-کاشمر جای دارد. گرچه از دیدگاه جغرافیایی وابسته به پهنه ساختاری ایران مرکزی نیست، ولی زائده‌ای باریک از ناحیه ساختمانی ایران مرکزی می‌باشد. بر پایه انگاره‌های G.Lensch, H.Ibbcken و H.G. Lindenberg, K. Gorler در تریاس بالا-ژوراسیک بر اثر رخداد کیمین پیشین عمل ریفتمینگ موجب جدایش خردقاره خاور مرکز ایران از زون البرز و پیدایش اقیانوسی باریک شده که بر اثر رخداد لارامید، در اواخر کرتاسه، روند این حرکت وارونه شده است. در حالی که تشکیل ریفتم ادامه می‌یافته، پوسته اقیانوسی نئوتتیس با شیب به سوی شمال خاوری به زیر کوه‌های چین خورده بینالود فرو رفته و اقیانوس مزبور بسته شده است. ولی شواهد فسیلی منطقه حاکی از جایگزینی افیولیت‌ها در زمان کرتاسه بالایی است. پس از عمل فرورانش پوسته اقیانوسی و تشکیل نهشته‌ها subduction complex، این نهشته‌های در زمان‌های بعدی فرسایش می‌یابند آن چنان که در محل حوضه رسوبی مجاور، به شکل نهشته‌های، فلیش و مولاس (نوار سنگ‌های رسوبی تخریبی در میانه ورقه) راسب شده‌اند. در اثر حرکات رخدادهای تکتونیک کرتاسه-پالئوسن و بعد از آن تا زمان نئوژن گسل‌های رورانده در بخش رسوبی شکل می‌گیرند. از این رو گسل‌های باشیب به سوی جنوب را در این نهشته‌ها گواه هستیم. در نتیجه بسته شدن اقیانوس نئوتتیس و فرورفتن پوسته اقیانوسی و ذوب آن، ماگمایی بوجود آمده که با صعود به سوی بالا پیدایش سنگ‌های ولکانیک آندزیتی و توف‌های وابسته را در بخش میانی منطقه موجب شده است.

گسل ریوش مهمترین گسل ورقه (با سن ائوسن) منشعب از گسل درونه است. این گسل مورب لغز در قسمت‌هایی بصورت شیب لغز (رورانده) و در بخش‌هایی بصورت امتداد لغز (راستالغز) متجلی می‌شود و سنگ‌های منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. گمان می‌رود رخساره‌های پالئوزوئیک ورقه بر اثر عملکرد راستالغز این گسل از محل دیگری مثل زون تکنار به این مکان منتقل و جایگیری شده باشند. عمده فعالیت گسل ریوش عملکرد رورانده آن است، آن چنان که شیب گسل به سوی شمال می‌باشد. حرکات گسل ریوش به همراه چین خوردگی منطقه سبب شده تا مجموعه سنگ‌ها در جنوب ورقه بشدت در هم ریخته شوند. از سوی گمان می‌رود واحدهای افیولیتی تحت تأثیر چین خوردگی بزرگ S مانده قرار گرفته باشند. ساختمان‌های زمین‌شناختی ناودیس، تاق‌دیس، Antiforme و Synforme در واحدهای گوناگون ورقه دیده می‌شود. روند عمومی آن‌ها خاوری-باختری است. عمده ناودیس‌های

موجود در سنگ‌های رسوبی آواری (در میانه نقشه) از نوع برگشته‌اند که از آن جمله می‌توان ناودیس سنگرد، ناودیس ده میان و ناودیس عطائیه را نام برد. این ساختمان‌ها زیر تأثیر نیروهای وارد شده از جنوب به شمال و گسل‌های رورانده (مانند گسل سنگرد) پدید آمده‌اند آن چنان که لایه‌های مجاور گسل‌ها برگشته است. تکتونیک حاکم بر رخساره‌های گستره مورد بررسی بدلیل تنوع لیتولوژی و مکانیسم تشکیل آن‌ها بسیار فعال است. روند گسل‌های رورانده منطقه خاوری باختری تا شمال باختر-جنوب خاور است که بتوسط گسل‌های عرضی امتداد لغز بریده و جابجا شده‌اند. سن گسل‌های رورانده از کرتاسه بالا تا نئوژن است. گسل‌های رورانده جنوب ورقه در حاضیه گسل ریوش از نوع Hinterland dipping duplex است که در مقطع AA' مشخص است.

زمین‌شناسی اقتصادی

محدوده‌های معدنی اعم از زون دگرسانی، اندیس اکتشافی و معادن فعال در دو بخش متأثر از رخساره‌های افیولیتی و ماگماتیسم منطقه جای می‌گیرند.

واحد افیولیتی پریدوتیت و هارزبورژیت سرپنتینی شده (ub) بستری نامناسب برای زایش کرومیت است. این ویژگی که در حاشیه گسل ریوش، در شمال روستای خرو، یک اندیس کرومیت به واقعیت پیوسته است. موضوع عملیات اکتشافی و ترانشه زنی بوده است. بخش‌هایی از این واحد بگونه‌ای زیر تأثیر سیال‌های گرمایی در محل درز و شکاف‌ها، تغییرات فیزیکی شیمیایی داده و بصورت سرپنتینیت دگرسان شده است.

واحدهای سنگ آهکی K^1 , U.Pz, K^1 و PE^1 در جنوب ورقه بگونه‌ای پراکنده گسترش دارند. بخش‌هایی از این واحدها که کمتر تحت تأثیر تکتونیک شکسته شده، می‌توانند بصورت یک استعداد معدنی در نظر گرفته شوند. آن چنان که در حوالی روستاهای داغی، خضربیگ و توندرد معادن فعال سنگ تجارتمرمر در حال بهره‌برداری‌اند. نفوذی‌های جنوب روستای خضربیگ بخش‌هایی از واحد سنگ آهکی پالئوزوئیک بالایی (U.Pz) را تحت تأثیر جای داده و به مرمر تبدیل کرده است که بصورت پهنه‌ای دگرسان مشخص شده است. اندیس‌های معدنی طلا، آنتیموان، کائولن در خاور منطقه (کوه زرنیخ در واحد E^s) و در حوالی نفوذی‌های فلسیک شمال خاوری دیده می‌شود. گمان می‌رود سیالات گرمایی حاصل تزریق توده نفوذی از راه شکستگی‌ها و درز و شکاف گسل‌ها بسوی بالا حرکت کرده و در مسیر خود سنگ‌های میزبان را دگرسان نموده و با ایجاد شرایط مناسب، کانی‌سازی کرده باشند. فزون بر این بدنبال دگرسانی پروپیلیتی و آرژیلیتی و کانی‌سازی ماگمایی در منطقه ارغش (sb, Au) واقع در خاور روستای تک خار، این نفوذی‌ها در شمال خاور ورقه نیز دنباله دارند و بعلت سیستم‌های گسله و درز و شکاف فراوان موجود، سیالات گرمایی تأثیر بسزایی بر روی سنگ‌های افیولیتی گذاشته‌اند. از همین رو است که رنگ تیره آن‌ها به زرد و نارنجی تبدیل شده که می‌توان این دگرسانی را همسان منطقه ارغش در نظر گرفته و پیشنهاد عملیات اکتشافی درباره آن داد.