

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگه شماره ۷۴۶۲ - باشتین

موقعیت جغرافیایی

ورقه باشتین در غرب شهرستان سبزوار قرار دارد و دارای مختصات $۵۷^{\circ} ۰۰' - ۳۰'$ و $۳۶^{\circ} ۰۰'$ طول شرقی و $۳۶^{\circ} ۰۰'$ عرض شمالی است. راه اصلی دسترسی به ناحیه مورد مطالعه یکی جاده سبزوار - شاهرود در جنوب و دیگری راه آهن تهران - مشهد در شمال ناحیه است.

فقدان راههای فرعی مناسب و کوهستانی بودن ناحیه موجب شده تا دسترسی به ناحیه به دشواری انجام شود. از این رو، بررسی واحدها و پدیده های زمین شناسی تنها با کوه نوردی و پیمایش صحرایی امکان پذیر است.

بطور کلی توزیع جمعیت در ناحیه محدود بوده و تنها در کوهپایه ها و دشت ها صورت گرفته است. از نظر آب و هوا، ناحیه سبزوار بطور کلی گرم و خشک بوده و بارش سالانه آن کم و بطور میانگین $۱۵۰ - ۲۰۰$ میلی متر در سال است. تامین آب برای شرب و آبیاری در ناحیه از کاریزها و چاههای عمیق تا نیمه عمیق است. در کوهستانهای ناحیه آب مورد نیاز از طریق چشمه ها که دارای کیفیت نسبتاً خوبی می باشند، تامین می گردد. پوشش گیاهی ناحیه تنها به بوته ها و درختچه های کوتاه محدود است. کشاورزی در ناحیه شمالی ورقه باشتین از گسترش کمی برخوردار است، اما دامپروری اهمیت بیشتری دارد. در زمین های نواحی کوهستانی بیشتر کاشت گندم، جو و انگور صورت می گیرد. در دشتهای جنوبی کشاورزی از گسترش خوبی برخوردار بوده و بصورت مکانیزه است.

زمین ریخت شناسی: بلندترین نقطه ارتفاعی در ناحیه مورد بررسی چکاد ۲۸۶۰ متری از سطح دریا است که در رشته کوه جغتای قرار دارد. در حالیکه پست ترین نقطه در فرازای ۸۲۲ متری از سطح دریاست که در جنوب باختری ناحیه در کف کال شور واقع شده است و سیلابهای ناحیه از بلندیهای مزبور به سوی کویر مرکزی ایران روان می شوند. متوسط ارتفاع ناحیه در حدود ۱۸۰۰ متر بوده و اختلاف ارتفاع بین بلندترین نقطه و پست ترین، بیش از ۲۰۰۰ متر است. تغییرات توپوگرافی در نواحی جنوبی اندک بوده و در بخشهای شمالی بسیار شدید است و کاملاً تحت کنترل عوامل ساختمانی حاکم بر منطقه می باشد.

بطور کلی، نواحی کوهستانی در شمال توسط مجموعه افیولیتی و سنگهای مقاوم آتشفشانی ائوسن چهره سازی شده است. در حالیکه در سرزمین های کم ارتفاع، دشتهای جنوبی، مارنهای نئوژن ونهشته های جوان، پدید آورنده زمین ریخت ها هستند. شور زارها و باتلاق ها در بخشهای جنوبی و تل ماسه ها در جنوب غربی ورقه گسترش دارند. رشته کوهها و مناطق پست، روند شمال باختری - باختر دارند، اما در عوض آبراهه های اصلی و رودها عموماً از روند شمالی - جنوبی تا شمال خاوری - جنوب باختری تبعیت کرده اند. بخش جنوب خاوری ناحیه بعلت وجود گسلش و تغییر روند، از این قاعده مستثنی است.

رسوبات مخروط افکنه و نیز ضخامت کنگلومراهای جوان نشان می دهد که در عهد حاضر نیز فرآیند فرونشست حوضه فعال بوده است.

شرح واحدهای سنگ شناختی

مجموعه افیولیتی سبزوار، که در کوهستان جغتای (بخش شمالی ناحیه) آشکار شده اند از دیدگاه زمین شناسی و نیز ارزش اقتصادی دارای اهمیت است. در کنار و روی این افیولیت های متعلق به مزوزوئیک که در پیرامون خرده قاره ایران مرکزی جاگیر شده اند، ردیف های آتشفشانی و رسوبی دوره ترسی یر، بویژه ائوسن نیز از گسترش خوبی برخوردارند، در بخش جنوبی ناحیه، حوضه جوان سبزوار قرار دارد که دربرگیرنده ردیف ضخیمی از نهشته های ترسیر و کواترنر است.

بطور کلی در این ناحیه پنج گروه اصلی از ردیف های لیتولوژی وجود دارد که از قدیم به جدید عبارتند از:

مجموعه سنگهای اولترامافیک افیولیت

ردیف آتشفشانی - رسوبی کرتاسه

نهشته های آواری نئوژن

نهشته های کواترن

مجموعه سنگهای اولترامافیک افیولیت - مافیک یا افیولیتی سبزوار

این مجموعه، قدیمی ترین سنگهای ناحیه را تشکیل می دهد که مربوط به پوسته اقیانوسی کرتاسه خصوصاً کرتاسه پسین است. در قاعده این مجموعه همانند بسیاری از ردیف های افیولیتی شناخته شده، یک واحد هازبورژیتی ظاهر شده است.

واحد هازبورژتی (hz)

این واحد بعد از سرپانتینیت ها از بیشترین گسترش برخوردار است. بلندترین ارتفاعات موجود در ناحیه نیز متعلق به این واحد است. بنظر می رسد که بیشترین تمرکز سنگهای هازبورژیتی در کوه سیاه بوده و این نام گذاری نیز بر اساس رنگ هوازده هازبورژیت مبتنی است. کوه سیاه بعنوان یک توده مرتفع و مقاوم در بخش میانی کمربند افیولیتی سبزوار نقش ساختاری مهمی دارد که در این مورد در بخش زمین شناسی ساختمانی بحث خواهد شد.

مرز این واحد با سایر سنگها کاملاً گسله و شدیداً خرد شده است و قاعده آن دیده نمی شود. این واحد، در اثر دگرسانی تا حدودی به سرپانتینیت تبدیل شده است. این سنگها در مقطع تازه دارای رنگ تیره بوده و بافت درشت بلور دارند. در متن سنگ صفحات براق و طلائی رنگ برونزیت، کاملاً شاخص است. علاوه بر آن در این سنگ می توان بلورهای اولیوین را نیز مشاهده کرد. این سنگها عمدتاً دچار دگرشکلی شده و بافت پرفیروکلاستیک نشانه تاثیر چنین فرآیندی است.

دونیت (Du)

این واحد، در مقایسه با سنگهای هازبورژیتی، از گسترش کمتری برخوردار است. رخنمونهای مربوط به این واحد را می توان در شمال روستای کمیز مشاهده کرد. در مرز بین این واحد و سنگهای هازبورژیتی و سرپانتینیتی رگه ها و عدسی های معدنی از کانه کرومیت به فراوانی شناسایی شده است. معدن متروکه اولنگ سیر در شمال روستای کمیز، بیان گر این تمرکز است. بر اساس تصاویر ماهواره ای، بنظر می رسد که در بخشهای جنوبی سیاه کوه نیز رخنمونهایی از این واحد وجود داشته باشد. دونیت ها دارای ظاهر هوازده قهوه ای روشن تا زرد رنگ بوده و در مقایسه با سنگهای هازبورژیتی از توپوگرافی پست و نرمتری برخوردارند. در این سنگها نیز می توان بلورهای اولیوین را به فراوانی ملاحظه کرد. در این واحد آثار خردشدگی فراوان است و کمتر می توان جهت گیری ترجیحی را مشاهده کرد.

سرپانتینیت (Sr)

این واحد، در واقع، محصول دگرسانی انواع سنگهای اولترامافیک و مافیک از هازبورژیت و دونیت و تا حدودی میکروگابرو و دیا باز است و پس از سنگهای هازبورژیتی، از گسترش زیادی برخوردار است.

این سنگها به ویژه در طول صفحات گسلی، به فراوانی دیده می شوند. رنگ هوازده این سنگها بسیار متغیر است، از سبز تیره تا کاملاً روشن نوسان دارد. تشکیل سرپانتینیت، که حاصل دگرسانی سنگهای اولترامافیک پریدوتیتی می باشد، از همان مراحل آغازین تشکیل سنگ مادر آغاز می گردد. بنابراین، از نظر سنی ارتباط نزدیک و تنگاتنگی با سنگهای اولیه دارد. از سوی دیگر در میان سرپانتینیت ها می توان سایز انواع اولترامافیک ها را بصورت رخنمونهای محدود و مخلوط ملاحظه کرد. بر اساس تصاویر ماهواره ای، بیشترین تمرکز سنگهای سرپانتینیتی را می توان در بخش شمالی غربی ورقه مشاهده کرد که شواهد صحرایی نیز موید آن است. بهر حال این سنگها عموماً بشدت خرد شده و تکنونیزه هستند و در میان آنها می توان دایکهای میکروگابرویی، دیاباز، پیروکسنیت و گاه سنگهای آتشفشانی متعلق به کرتاسه را مشاهده کرد. در بخش شمال غربی و در شمال روستای مهر و در طول امتداد کنگلومراهای پلیوسن، نیز سنگهای سرپانتینیتی بصورت رورانده بر روی کنگلومراهای پلیوسن مشاهده می شوند. اما بیشترین گسترش آنها در

همراهی با سنگهای اولترامافیکها زبورژیته و دونیتی است. این سنگها، در بسیاری موارد کاملاً خرد شده و برشی شده اند ولی گاهی اوقات می توان ساخت های شیستوز را در آنها دید.

گابرو (gb)

بهترین رخنمون این واحد در شمال غرب ورقه و در مجاورت با سنگهای سرپانتینیتی دیده می شود. در میان سرپانتینیتی نیز می توان رخنمونهای محدود از گابرو را مشاهده کرد، که به نظر می رسد میان آنها یک ارتباط اولیه و زایشی وجود داشته باشد. به نظر می رسد مرز بین گابرو و سنگهای سرپانتینیتی و پریدونیتی حالتی گذرا و تدریجی باشد. در مرز واحدها، گابروهای درشت بلور ظاهر شده اند واحدهای گابرویی رنگ کاملاً روشن و ساخت توده ای دارد. سنگها از مقاومت بالایی برخوردارند و به سختی می توان از آنها نمونه برداری کرد. این واحد در شمال و جنوب توسط سنگهای سرپانتینیتی در بر گرفته شده است. رگه های درشت بلور از این واحد، در سنگهای سرپانتینیتی - هازبورژیته، دچار چین خوردگی شده اند. این رگه ها بصورت متقاطع نیز دیده می شوند. در مقیاس میکروسکوپی، این سنگها بافت گرانولار تا پوئی کلیتیک دارند و در آنها پلاژیوکلاز بصورت شکل دار و نیمه شکل دار دیده می شود. علاوه بر آن پیروکسن از کانیهای اصلی است که در اثر پدیده اورالیتی شدن به آمفیبول تبدیل شده است. در این سنگها ترمولیت - اکتینولیت، و پرهنیت دیده می شود. بدین ترتیب به نظر می رسد این مجموعه دو مرحله دگرگونی را پشت سر گذرانده، که آخرین آن بصورت دگرگونی بازگشتی بوده است.

دیاباز (db)

سنگهای نفوذی و ریز بلور دیابازی، در بسیاری موارد رخنمونهایی از سنگهای اولترامافیک را قطع کرده اند. در این سنگها اندازه دانه ها متغیر است، ولی بهر حال طبیعت قطع کننده آنها بگونه ای است که نشان دهنده یک ارتباط اولیه از نظر زایشی می باشد. در شمال روستای شاره، در شمال شرق ورقه می توان تمرکز بسیار زیادی از این بخشهای قطع کننده را مشاهده کرد که در جهت های مختلف آرایش یافته اند در میان شبکه ای که توسط دایک ها بوجود آمده، سنگهای سرپانتینیتی هازبورژیته شدیداً خرد شده و دگرسان شده دیده می شوند. این مجموعه که در ورقه سبزوار نیز توسط (F.Baroz, et, al, 1983) معرفی شده اند، در شمال روستای شاره بصورت مجموعه ای از سنگهای دیاباز تا آندزیتی پیروکسن دار برونزد دارند و در نمونه های برداشت شده، به علت دگرسانی، مشکل می توان کانیهای اصلی آنها را معین کرد. رنگ هوازده این سنگها در نمونه دستی خاکستری تا قهوه ای کرم و در مقطع تازه سبز خاکستری است. این سنگها هلوکریستالین و ریزبلورند و حاوی بلورهای مافیک و فلسیک فراوان هستند. ضخامت این بخشها قطع کننده از چند دسی متر تا چند متر متغیر می باشد. در این دایکها می توان آثار چین خوردگی و دگرشکلی را نیز مشاهده کرد. این سنگها بیشتر خرد شده و دگرسان شده اند و گاه بافت پورفیری دارند.

مجموعه دایک های صفحه ای (C.S)

این واحد، در حقیقت بیانگر مجموعه درهم از دایکهای صفحه ای، میکروگابرو و سنگهای سرپانتینیتی هازبورژیته می باشد به طوری که در فضای میان دایکهای صفحه ای متقاطع زمینه اولترامافیک بصورت اولیه حضور داشته است.

ردیف آتشفشانی - رسوبی کرتاسه

این ردیف سنگی، که به کرتاسه بالایی نسبت داده می شود، به عنوان بخش فوقانی همراه با مجموعه افیولیتی در نظر گرفته شده است. امکان تعیین دقیق روابط زمانی و چینه نگاری به علت بهم ریختگی تکتونیک و حضور گسلش - متعدد وجود ندارد. در این ردیف حجم قابل توجهی از مواد متعلق به گدازه های زیر دریایی، پیروکلاسیک و آگلومرا است. علاوه بر این، آهکهای عمیق صورتی رنگ، شیلها و نهشته های آتشفشانی همراه آنها نیز بصورت درهم ریخته دیده می شود. بهر حال بخشی از بهم ریختگی متعلق به شرایط محیط اولیه است و به فرایند برشی و گسلش مربوط نمی گردد با توجه به مراتب فوق، شاید بتوان از نظر زمانی، برای ردیف آتشفشانی - رسوبی کرتاسه بالایی در ناحیه، ترتیب زیر را ذکر نمود:

گدازه های بالشی زیردریایی (K^{plo})

این واحد مجموعه ای است از گدازه های تیره سیاه تا قهوه ای تیره که ترکیب آندزیت تا آندزی بازالت دارد. این سنگها عمدتاً در جنوب و جنوب روستای جلمبادان و نیز شمال ورقه رخنمون دارند. از طرف دیگر رخنمونهایی از آنها در جنوب شرق ورقه نیز دیده می شود. مشخصه اصلی این گدازه ها، وجود ساخت بالشی در آنها می باشد. ابعاد این ساختها از چند دسی متر تا حدود متر است. بالشهای دارای سطوح کاملاً مدور و بیشتر بیضوی شکل هستند. در این واحد بخشهایی با بافت حفره ای نیز هست که حفرات بوسیله کانیهای ثانویه پر شده اند. گاهی اوقات مشاهده می شود که توسط دایکهای دیابازی قطع شده اند. بر روی این واحد و همراه با آن، بخشهای ولکانیکی برشی و آگلومرانی با رنگ تیره برونزد دارند. گدازه های بالشی، گهگاه بوسیله آهکهای پلاژیک در برگرفته شده اند. حضور رگه - رگچه های کلسیتی در این واحد، امری عادی است.

گدازه های بالشی، در بررسیهای میکروسکوپی، بافت پورفیری با زمینه میکروولیتی، و گاه بافت اینترسرتال تا بادامکی دارند. کانی اصلی در این سنگها، پلاژیوکلاز با ترکیب حدواسط است، و زمینه نیز از میکروولیت های سوزنی تشکیل شده است.

آمیزه آتشفشانی دگرگونی (K^a)

این واحد صخره ساز بصورت آمیزه ای از سنگهای آتشفشانی زیردریایی، برش، آگلومرا به همراه میان لایه هایی از آهک می باشد، که عموماً با ورقه های متعددی از سرپانیتینت همراه است.

ترکیب گدازه های این واحد، بازالت تا آندزی بازالت بوده است که امروزه بصورت متبازیت و اسپلیت دیده می شود. همچنین در میان آن، سنگهای دگرگونی در حد آمفیبول شیست، سیرسیت - کوارتز شیست و میکاشیست نیز وجود دارند. در این سنگها کانیهای چون اپیدوت و کلسیت ثانویه نیز به فراوانی دیده می شود، همچنان که در نقشه زمین شناسی مشاهده می شود، این مجموعه در امتدادی به موازات ساختار اصلی منطقه توزیع شده است. در غرب روستای شاره و در نزدیک کلانه گرگیبر رخنمونهای گسترده ای از این مجموعه دیده می شود که بصورت ردیف دگرگونه ای از آمفیبول شیست سبز، مرمر تا آمفیبولیت می باشد. در این مجموعه ظهور پدیده های چین خوردگی و گسلش فراوان است و بطور محلی، در شیستها و مرمرها چینهای خوابیده ملاحظه می شود.

در داخل مجموعه دگرگونی، دایکهای دیابازی نفوذ کرده اند، ارتباط این مجموعه با سایر سنگهای موجود در منطقه کاملاً نابرجا و گسله است، به نحوی که در مقاطع زمین شناسی نیز ملاحظه می شود. امروزه از آهکهای روشن رنگ این واحد به عنوان سنگ ساختمانی استفاده می شود.

آمفیبولیت (Am)

در شمال شرق ورقه و در غرب روستای شاره مجموعه ای از سنگها آمفیبولیتی وجود دارد که در ارتباط تنگاتنگ با واحد آمیزه آتشفشانی کرتاسه است. این سنگها، در مقایسه با مجموعه ولکانیکی، رنگ خاکستری تیره و مورفولوژی نرم دارند و در جنوب سیاه کوه به علت نفوذ بخشهای داسیتی متحمل دگرسانی شده اند، این سنگها در مقطع میکروسکوپی بافت نمانوپلاستیک و مقادیر قابل توجهی کانی آمفیبول شکل دار دارند. علاوه بر آمفیبول، پلاژیوکلاز و اپیدوت نیز در متن سنگ دیده می شوند.

مجموعه آتشفشانی و شیل ارغوانی (K^{sh})

این واحد، در شمال ورقه گسترش محدود و مورفولوژی نرم و یکنواخت دارد و بصورت مجموعه درهم از رسوبات شیلی و آهکی با سنگهای آتشفشانی دریای برونزد یافته است. آهکها رنگ صورتی تا قرمز دارند و شدیداً خرد شده و ریزدانه هستند و سنگهای ولکانیک کاملاً خرد شده و دگرسان شده اند. به نظر می رسد که این سنگها دچار یک دگرگونی خفیف و دگرگونی بازگشتی شده باشند. در لابلاهی این مجموعه می توان رخنمونهایی از رادیولاریت را نیز مشاهده کرد.

آهک پلاژیک (K¹)

این واحد از پراکندگی بیشتری برخوردار است. از نظر سنگ شناسی، این آهکها بصورت ریزدانه و متبلورند و شدیداً خرد شده هستند. این آهکها حاوی رگه های فراوانی از کلسیت می باشند و غالباً بصورت برونزدهایی نابرجا و ناپیوسته، بر روی واحدهای آتشفشانی زیردریایی و یا شیلها دیده می شوند گاه بخشهایی با رنگ سبز روشن و یا ترکیب توف با توف ماسه ای، آهکها را همراهی می کنند. علت این قطعه قطعه شدن می تواند به واسطه دگر شکلی تکتونیکی و چین خوردگی و تشکیل بودین باشد.

این واحد در مقایسه با سنگهای پیرامون عموماً حالت مقاوم تری دارد و به همین علت در اثر فرایندهای برشی، زمینه نرم و سست به راحتی تشکیل قطعات و بودیناژهایی را می دهد. به علت تبلور مجدد و خردشدگی فراوان، به سختی می توان فسیلهایی را در آن بصورت سالم یافت. بهر حال این آهکها دارای فسیلهای متعددی از گلوبوتر و نکا است و بر این اساس می توان سن آن را به کرتاسه بالایی (کامپانین - ماستریشتین) نسبت داد:

Globotfuncana sp. Heterohelix sp.
Globotfuncaca arca. Hedbergella sp.
Globotruncana falsostuari
Radiolaria spicules.

سنگهای واحد فسیلهای فوق از انواع میکرایتی حاوی ماسه و سیلت تغییر می کنند.

مجموعه پیروکلاستیک - رسوبات دریایی (K^{vb})

این واحد در شمال ورقه از گسترش قابل ملاحظه ای برخوردار است و پیرامون جنوب سیاه کوه را در برمی گیرد. در داخل این واحد می توان مواد آتشفشانی زیردریایی، برش ولکانیک، آگلومرا و نیز شیلهایی را بصورت میان لایه ملاحظه کرد. این واحد توپوگرافی تقریباً یکنواختی دارد و ارتباط آن با اولترامافیک های سیاه کوه کاملاً بریده و خرد شده است. منطقه خرد شده ضخامت زیادی دارد. سنگهای هازبورژیتی - دونیتی نیز در این مرز، دچار دگرسانی و سرپانتینیتی شده شدید شده است. ترکیب گدازه ها در این واحد، در حد آندزیت تا بازالت می باشد. در این سنگها می توان مناطق دگرسانی متعددی را مشاهده کرد که در آنها کانه های آهن نظیر منیتیت، لیمونیت فراوان هستند، به طوری که ضخامت منطقه دگرسانی بین ۲-۵ متر و طول گسترش آن در حد چند ده متر است. علاوه بر این در مرز واحدهای مذکور می توان ورقه های نابرجائی از آهکهای پلاژیک را مشاهده کرد. در واحد مورد بحث، رخنمونهایی از شیلهای ارغوانی تا قهوه ای رنگ نیز دیده می شود، در لابلاهی این واحد می توان بلوکهایی از آهکهای تخریبی را مشاهده کرد که حاوی قطعات فسیلی و دو کفه ای هایی چون اوسترا می باشند. در گدازه های این واحد، به طور محلی، ساختهای کوچک بالشی دیده می شود. سنگهای آتشفشانی برشی در بخشهای شمالی، دارای ریخت صخره ساز و برجسته هستند. به نظر می رسد ارتباط این واحد با واحدهای آتشفشانی پالئوسن، به طرف شرق یک ارتباط بین انگشتی باشد، به همین علت، این امکان وجود دارد که سن این مجموعه با پالئوسن هم برسد.

آگلومرا (K^{ag})

در واحد (K^{vb}) یک افق نسبتاً مشخص و برجسته از آگلومرا با رنگ کاملاً تیره برونزد دارد. ابعاد قطعات سازنده آن از چند سانتیمتر تا دسی متر تغییر کرده و ترکیب آنها آندزیت تا تراکی آندزیتی می باشد. این واحد به سمت شمال ۳۰-۳۵ درجه شیب دارد و به طرف شرق از ضخامت آن کاسته می شود.

ردیف آتشفشانی - رسوبی ائوسن

این ردیف آتشفشانی، پس از فرایند تشکیل و جایگزینی افیولیت، در شمال نوار افیولیتی و بر روی آن توزیع شده و عموماً به ائوسن نسبت داده می شود. بر اساس بررسیهای انجام شده (O. Spies, et al, 1983) این مجموعه آتشفشانی دارای مشخصه کالک آلکان است و با ولکانیسم جزایر کمانی در اقیانوس آرام قابل مقایسه می باشد. در این گروه آندزیت از اهمیت ویژه برخوردار است.

این ردیف عموماً بصورت مجموعه ای از توف سنگهای لایه لایه، توف برش، آگلومرا و گدازه می باشد. ضخامت این ردیف بیش از ۲ هزار متر است، اگر چه در یک روند شرقی - غربی، تغییراتی را در عرض نشان می دهد.

ارتباط این ردیف با سنگهای افیولیتی و مجموعه رسوبات همراه آنها عموماً گسله و غیرعادی است. گاهی اوقات می توان در لابلای بخشهای ولکانیک لایه های آهکی حاوی فسیل را مشاهده کرد. در بخش میانی این ردیف، مجموعه ای از نهشته های رسوبی نازک لایه به رنگ سبز زیتونی هست که دارای رخساره فلیشی است. این رخساره در بخشهای شمالی و جنوبی مجموعه افیولیتی رخنمون دارد، گرچه در بخش جنوبی، فاسیس رسوبی چیرگی و ضخامت بیشتری دارد.

بر روی این مجموعه فلیشی، در بخش شمالی ناحیه (ارتفاعات اصلی منطقه)، ردیفی از سنگهای آتشفشانی برش و گدازه قرار می گیرد.

واحد برش آتشفشانی (PE^v)

در جنوب غرب روستای جلمبادان و در بخش شمال شرقی سیاه کوه، مجموعه ای گسترده از سنگهای برش آتشفشانی، کنگلومرا و کریستال - لیتیک توف رخنمون دارد. که به طور محلی به وسیله گدازه همراهی می شود. ارتباط این مجموعه با سنگهای اولترامافیک هازبورژیت - دونیت بصورت گسل و شدیداً خرد شده است. در حالی که در قسمت غرب به نظر می رسد که این ارتباط با واحد بیره کلاستیک - رسوبی کرتاسه پالئوسن بصورت تبدیلی و تدریجی باشد. ارتباط این واحد در شمال با سنگهای سرپانتینیتی و مجموعه در هم آتشفشانی کرتاسه و نیز فلیشهای ائوسن بصورت گسله راندگی است. واحد مورد بحث به طرف شرق بصورت بین انگشتی به انواع دیگری از سنگهای آتشفشانی تبدیل می گردد. به نظر می رسد که این واحد به طرف جنوب شرق از گسترش بیشتری برخوردار باشد و تا بخشهای شرقی سیاه کوه ادامه یابد. به طور کلی این مجموعه ریخت یکنواخت و برجسته و خشن دارد و حجم گدازه و توف به طرف غرب افزایش می یابد. رنگ این سنگها سبز روشن و در مقطع نازه - خاکستری است. در این سنگها غالباً خردشدگی و دگرسانی و تزریق دایکهای دیابازی دیده می شود.

در بخش میانی این واحد آثاری از دگرسانی و نیز آپوفیزهای مربوط به یک توده نفوذی باریک در جنوب جلمبادان ظاهر شده، که متاسفانه به علت کوچک بودن آپوفیزها در نقشه منعکس نگردیده است. بررسیهای میکروسکوپی بر روی نمونه ها نشان می دهد که سنگهای کریستال - لیتیک توف دارای بلورهایی از پلاژیوکلاز کلسوپروکسن و قطعات سنگی با ترکیب آندزیت، تراکیت، تراکی آندزیت تا آندزیت داسیت می باشند. این سنگ حفرات و رگچه های فراوان دارند که اغلب آنها توسط کلریت، اکسیدهای آهن و یا کلسیت پر شده اند. زمینه سنگ از کانیهای کریپتو تا میکروکریستالین فلشک تشکیل شده و به خوبی یافت جریانی را نشان می دهد.

گدازه های موجود در این واحد نیز دارای بافت پرفیری با زمینه کریپتوکریستالین و حاوی بلورهای پلاژیوکلاز (با ترکیب آندزیتی) و آمفیبول با حاشیه سوخته و ترکیب کلی آنها آمفیبول، آندزیت تا آمفیبول تراکی آندزیت می باشد.

واحد گدازه - برش آتشفشانی (E^{la})

در شمال شرق ورقه و در جنوب روستای جلمبادان، مجموعه ای یکنواخت از گدازه، آگلومرا و توف به همراه برش آتشفشانی وجود دارد که در نقاط مختلف توسط بخشهای دیابازی قطع شده است، این واحد حدود ۳۵ تا ۴۰ درجه به سمت شمال شیب دارد.

در این واحد می توان چین خوردگی و گسلش را به فراوانی مشاهده کرد، اما با علت شکست بوده واحد، مشکل می توان مقدار جابجایی ها را معین کرد، به طور کلی گدازه های موجود در این واحد دارای ترکیب آندزیت تا آندزیت بازالتی را نشان می دهد. این گدازه ها در بررسی میکروسکوپی دارای بافت پورفیری با زمینه میکروولیتی هستند و پورفیرها عبارتند از بلورهای پلاژیوکلاز شکل دار و نیمه شکل دار که بشدت به سرسیت، کلسیت تجزیه شده اند. کانیهای مافیک این سنگها عموماً توسط اکسید آهن و یا کلریت جانشین شده اند. زمینه میکروولیتی از پلاژیوکلاز، ترکیب بازیک است. ترکیب گل سنگ آندزیت است و با توجه به حضور گسترده کلریت در متن سنگ و کلسیت پراکنده و فراوان و کانیهای پلاژیوکلاز بصورت عدسیهای باریک و شباهت این مجموعه به رخساره اسپیلیتی، می توان آن را در محدوده اسپیلیت ها نامگذاری کرد.

به هر حال ارتباط این واحد با سنگهای قدیمی تر در جنوب، بصورت گسله است، و در امتداد خط مجاورت آن با بخشهای قدیمی می توان بخشهای سرپانتینیته و نیز سنگهای کربناته لیسنوسیت را مشاهده کرد.

واحد آذر آواری (E^p)

این واحد در مجاورت جنوبی روستای جمبادان قرار دارد و بصورت یک مجموعه از سنگهای آذرآواری، توف برش، کریستال - لیتیک توف و میان لایه هایی از گدازه های آندزیتی برونزد یافته است. رنگ هوازده این سنگها بیشتر خاکستری مایل به قهوه ای تیره و متن تاره آنها سبز تیره می باشد. ارتباط این واحد در شمال، با سنگهای سرپانتینیته و نیز آتشفشانی - رسوبی جوانتر ائوسن گسله است ولی در بخشهای شرقی و غربی بنظر می رسد نحوه ارتباط آن با سنگهای گدازه ای و برض آتشفشانی بصورت مجاورت تبدیلی و بین انگشتی باشد. در جنوب جمبادان، در محل این واحد یک منطقه گسله از نوع راندگی وجود دارد که در امتداد آن می توان لیستوسیت و سرپانسیت را مشاهده کرد. بررسیهای میکروسکوپی نشان می دهد که این سنگها از نظر بافت بصورت کلاستیک (لیتو کریستالو کلاستیک) هستند و در متن آنها بلورهای چندی از پلاژیوکلاز و کانیه های تیره که توسط کانیه های فیلسیلیکاته جانشین شده اند و آمفیبول دیده می شود. قطعات سنگی موجود در این سنگها، ترکیب آندزیت - داسیت، میکروکوآرتز مونزودیوریت، آندزیت و تراکیت دارند و به نظر می رسد که بخشی از این قطعات سنگی متعلق به واحدهای دگرگونه باشند. زمینه این سنگها عمدتاً از میکروولیت های فلدسپات و بافت جریانگی تشکیل شده و بلورهای کوآرتز اغلب تبلوری مجدد یافته اند. ترکیب این گروه از سنگها با اسیدی تا متوسط بوده است.

واحد شیل و ماسه سنگ با رخساره فلیشی (E^f)

در غرب روستای جلمبادان، مجموعه ای از شیل، ماسه سنگ و سیلیت به رنگ سبز روشن و رخساره فلیشی برونزد دارد که آن ضخامت لایه ها بندرت در چند سانتیمتر تا چند دسی متر تجاوز می کند. این واحد ۲۰ تا ۲۵ درجه به طرف شمال شیب دارد، مرز این واحد در شمال با واحدهای آتشفشانی ائوسن ظاهراً بصورت عادی است، ولی گذر این واحد و مجموعه سنگهای آتشفشانی و آذرآواری ائوسن در جنوب گسله بوده، در این مجاورت مخلوطی از سرپانتینیته، سنگهای آتشفشانی کرتاسه و آهک پلاژیک دیده می شود، معادل این واحد فلیشی در بخش جنوبی رشته کوههای افیولیتی و در حوضه سبزوار یک ردیف فلیشی دیگری وجود دارد که منشا سنگهای تشکیل دهنده آن کاملاً متفاوت به نظر می رسد.

حوضه جبهه خشکی سبزوار

در طول دامنه جنوبی ارتفاعات شمالی ورقه، حوضه رسوبی نسبتاً جوانی وجود دارد که امروزه نیز در حال فرونشست می باشد. این حوضه عموماً توسط نهشته هائی از شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا و مارن پر شده است. به نظر می رسد که قدیمی ترین واحد این حوضه متعلق به مجموعه کنگلومرای و ماسه سنگی باشد که از نظر سنی می توان آن را به ائوسن زیرین نسبت داد.

واحد کنگلومرای ائوسن زیرین (E^c)

در جنوب روستای کمیز و شمال جاده سبزوار - شاهرود، مجموعه ای ضخیم تا متوسط لایه از واحد کنگلومرای و ماسه سنگ وجود دارد که شیبی بین ۳۵ تا ۵۰ درجه به سمت جنوب دارد قطعات تشکیل دهنده این واحد از سنگهای آتشفشانی ائوسن با ترکیب آندزیت، پیروکسن آندزیت تا آندزیت داسیت است. قطعات توفی نیز در میان این مجموعه وجود دارد قطعات سنگی مزبور در یک زمینه ماسه ای بهم پیوند خورده اند و رنگ قرمز کنگلومرا بخاطر آغشتگی به اکسید آهن در منطقه گسله است. در این واحد هیچ گونه قطعه ای از سنگهای پریدونیتی و سرپانتینیته مشاهده نمی گردد. ضخامت لایه های کنگلومرای در حد دسی متر تا متر است و ارتباط آن با سنگها جوانتر کاملاً گسله به نظر می رسد.

واحد ماسه سنگ و شیل ائوسن میانی (E^{sh})

در جنوب روستای کمیز و در پای کوهستانهای شمال ورقه مجموعه ای از ماسه سنگ، شیل و مارن ائوسن به رنگ قرمز با صورتی رخنمون دارد. این واحد شدیداً چین خورده و گسله است. ارتباط این واحد با کنگلومرای پلیوسن، در

بسیاری از بخشها، بصورت گسله راندگی دیده می‌شود. واحد مزبور از نظر توپوگرافی، مورفولوژی پست دارد و در مقایسه با واحدهای تخریبی نئوژن، که آن را در برمی‌گیرد، کاملاً فرو افتاده است. رخساره این سنگها را می‌توان با انواع فلیشی مقایسه کرد. این واحد به واسطه دگرشکلی دارای چین خوردگی های فراوان کوچک مقیاس است و به همین علت نیز به نظر می‌رسد که ضخامت این واحد در مقایسه با مقدار بیرون زدگی، می‌بایستی به مراتب کمتر باشد. بخشهای مارنی این واحد دارای ژپس بوده در بعضی قسمتها دچار چین خوردگی و گسلش نیز شده است. در بخشهایی از این واحد سنگهای نفوذی دیابازی یا بازالتی بصورت شیل و دایک دیده می‌شوند، ارتباط این واحد با سنگهای جوانتر نئوژن بصورت گسله و غیرعادی است.

واحد ماسه سنگی ائوسن (E^{ss})

در میان مجموعه فلیشی ائوسن، بخشهای قابل برداشت از ماسه سنگهای قرمز رنگ وجود دارد که بصورت بین لایه‌ای در مجموعه یکنواخت فلیشی تبدیل می‌گردد و در بعضی از بخشها واحد ماسه سنگی بصورت توفی با قطعات آتشفشانی تبدیل می‌شود. گاهی اوقات، در میان این واحد، بخشهای میکروکنگلومرایبی مشاهده می‌شود که دارای قطعات آتشفشانی ولی فاقد قطعات اولترامافیک است.

آهک زیستی - تخریبی (E^1)

در میان واحد ماسه سنگی ائوسن، یک بخش آهکی کرم رنگ بصورت برجسته و کاملاً صخره ساز وجود دارد که دارای شیب بسیار زیادی به طرف شمال است و حاوی فسیلهای فراوان به ویژه نومولیت می‌باشد. بر اساس بررسیهای فسیل‌شناسی، سن این واحد ائوسن زیرین - میانی است. گروهی از این فسیلها به شرح ذیل می‌باشند.

Nummultes sp.
Nummultes globulus, Assilina.,
Discocyclina sp. Asterocyclina cf.
Algal fragment Stellata
Nummulites oturicus Bryozoa
Rotalia sp., Kuphus sp.

واحد کنگلومرا و ماسه سنگ (E^{sc})

در میان مجموعه فلیشی ائوسن در یال جنوبی رشته ارتفاعات افیولیتی، بخشهای محدودی از واحد کنگلومرا و ماسه سنگ وجود دارد که با رخنمونهای مشابه در ناحیه اخیر قابل مقایسه است، ولی نظر به این که این سنگها در جنوب شرق ورقه، زیر پوششی از سنگهای تخریبی کنگلومرایبی پلیو-کواترنری قرار می‌گیرند، توصیف دقیق و کامل آن دشوار است، ضمن این که در بخش یاد شده گسترش محدودی دارند.

واحد برش آتشفشانی بالائی (E^{vbr})

در بخش شمال شرق ورقه و شمال روستای جلمبادان، مجموعه ای گسترده و لایه لایه از برش سنگهای آتشفشانی، با لایه بندی مشخص برونزد یافته که ۲۰ تا ۲۵ درجه به سمت شمال شیب دارد. در این واحد، بخشهای توفی، میکروکنگلومرایبی و گدازه هم دیده می‌شود، جورشدگی قطعات برشی ضعیف است و زمینه نیز احتمالاً از یک گدازه ریزدانه قهوه‌ای رنگ، در حد آندزیت - بازالت تشکیل شده است. ارتباط این واحد، در جنوب با مجموعه ولکانیک و آذرآواری گسله است ولی خود بصورت عادی بر روی واحد E^f قرار می‌گیرد. ارتباط این واحد با گدازه های روی آن نیز عادی است.

واحد گدازه آندزیت - بازالت (E^{ab})

این واحد مجموعه ای تیره رنگ از گدازه های بازیک تا متوسط است که بصورت هماهنگ بر روی مجموعه برش آتشفشانی قرار می‌گیرد. این سنگ دارای بافت پورفیری با زمینه میکروولیتی است و از بلورهای کلینوپیروکسن (اوژیت - دیوسید) شکل دار تا کمی نیمه شکل دار ترکیب یافته است. زمینه سنگ از میکروولیت های فلدسپات بازیک بصورت دسته های جریانی تشکیل شده است، کانیهای ثانویه در مس سنگ عمدتاً کلریت می‌باشند. از نظر سنگ شناسی این واحد در حد تراکی آندزیت-بازالت پیروکسن دار است. ضخامت این واحد ۱۰۰ متر و ارتباط آن با واحدهای زیرین و زبرین عادی است.

واحد برش آتشفشانی و گدازه بالائی (E^{vb})

این واحد در شمال روستای جلمبادان ظاهری کنگلومرایی دارد و متشکل از برش آتشفشانی خاکستری تا قرمز تیره است. زمینه این برش آتشفشانی ترکیب آندزیتی تا داسیت دارد و به نظر می‌رسد در یک محیط خشک و کاملاً قاره‌ای جریان یافته است. ارتباط این واحد با بخشهای جنوبی و قدیمی‌تر، بصورت پیوسته و هماهنگ است و خود بصورت ناپیوسته و با مرز گسله در زیر واحدهای مارنی نئوژن قرار می‌گیرد، ضخامت این واحد بیش از یکصد متر برآورد می‌شود که در لابلای آن بخشهای گدازه‌ای نیز رخنمون دارند.

رسوبات قاره‌ای نئوژن و کواترنری

این ردیف رسوبی، در جنوب ارتفاعات سبزوار و بخش شمالی آن از گسترش قابل ملاحظه‌ای برخوردار است، که عمدتاً بصورت مجموعه‌ای از مارن، گل سنگ، سیلت سنگ به رنگهای کرم، سفید تا صورتی قرمز برونزد دارد. ولی در بخشهای جوانتر بیشتر شکل از کنگلومرا و ماسه سنگ است.

ردیف مذکور بصورت ناپیوسته بر روی واحدهای قدیمی‌تر، به ویژه مجموعه آتشفشانی - رسوبی ائوسن قرار می‌گیرد.

واحد مارنی میوسن (M^m)

بر اساس شواهد صحرایی، به نظر می‌رسد که قدیمی‌ترین واحد در این مجموعه مارنهای صورتی تا قرمز رنگ میوسن باشد که ضخامت آن به چند صد متر می‌رسد. این واحد شدیداً دگرشکل در امتداد رشته ارتفاعات و در مسیر سبزوار - شاهرود گسترش دارد و به استثنای - بخش جنوبی روستای کمیز، حالت برگشته دارد و بخش بریده شده و میانی یک ساختمان تاقدیس گون را تشکیل می‌دهد. ارتباط این واحد با کنگلومرای پلیوسن بصورت تدریجی و پیوسته است. این ویژگی را می‌توان در جنوب غرب روستای کمیز، در هسته تاقدیس گون بخوبی مشاهده کرد. از نظر زمین ریخت شناسی بخشی از بدلدند (Bad land) را در امتداد رشته ارتفاعات ایجاد می‌نماید.

رنگ این مارنها، در طول گسترش از سفید کرم تا قرمز صورتی رنگ تغییر می‌کند. از نظر ترکیب و رخساره‌ای نیز در عرض، به ویژه در شمال روستای بهنگر، تغییراتی را از انواع ژئوپس دار تا مارنهای حامل قطعات سنگی، نشان می‌دهد. شیب این واحد نیز با تغییراتی عموماً به سمت شمال است، اما بهر حال بطور متوسط ۳۵-۴۰ درجه شیب دارد. علاوه بر مارن، در این مجموعه می‌توان لایه‌های سیلتستون و بخشهای تبخیری را نیز ملاحظه کرد. در شمال کلات با دامنه در داخل این واحد نیز در کنگلومرای پلیوسن تعدادی شیل و دایک تزریق شده اند.

واحد کنگلومرای پلیوسن (PI^c)

در طول یال جنوبی ارتفاعات شمالی ورقه، می‌توان بخش نسبتاً گسترده و ضخیم از کنگلومرا را مشاهده نمود که بصورت پیوسته و هماهنگ بر روی واحدهای مارنی میوسن قرار گرفته است. این مرز تدریجی در جنوب غرب روستای کمیز و نیز روستای بهنگر به خوبی دیده می‌شود، ارتباط این نهشته‌های تخریبی جوانتر نیز بصورت هماهنگ، ولی ناپیوسته است. بطور کلی این واحد از کنگلومرای ستبری با جورشدگی متوسط تا ضعیف تشکیل شده است. قطعات اصلی تشکیل دهنده کنگلومرا از سنگهای قدیمی‌تر، چون مواد پیروکلاستیک و گدازه‌های ائوسن و قطعات فراوانی از سنگهای اولترامافیک و رسوبات همراه آنها می‌باشد.

حالت زاویه دار تا تقریباً مدور این عناصر نشان دهنده آن است که از محل منشا مسافت زیادی را طی نکرده اند. لذا یک کنگلومرای نارنی با زمینه‌ای ماسه‌ای محسوب می‌شود. ابعاد دانه‌ها نیز از چند میلی‌متر تا چند سانتی‌متر تغییر می‌کند. واحد کنگلومرای مزبور به رنگهای خاکستری، کرم تا قرمز رنگ برونزد دارد. ضخامت این واحد بیش از ۵۰۰ متر است و بیشترین ضخامت ظاهری آن در جنوب روستای کمیز مشاهده می‌شود. در این محدوده کنگلومرای پلیوسن در یک ناودیس ظاهر شده و به همین جهت بیرون زدگی بیشتری را نمایش داده است.

این واحد، در پای کوهستان از طریق گسلش راندگی کم شیب (۳۰-۴۰ درجه) به زیر سنگهای افیولیتی و سرپانتینیتی رانده شده است. سن این راندگی بسیار جوان است. واحد مذکور در طول راندگی تحت تاثیر یک گنبد داسیتی و رگه‌های وابسته قرار گرفته است.

واحد مارن پلیوسن (PI^m)

در لابلاهی کنگلومرای پلیوسن بخشهای ماسه سنگی و مارنی قرمز رنگ حاوی ژئیس برونزد دارد. این واحد در بخش شمالی کلانه سادات و نیز در پای کوهستان، از گسترش محدودی برخوردار است.

واحد تخریبی و آواری پلیو - کوآترنر (PIQ^c)

در شمال شرق ورقه مورد بررسی و جنوب غرب روستای شاره، مجموعه ای از واحدهای تخریبی و آواری گسترش دارد که در مقایسه با واحدهای Q¹¹ ریخت برجسته ای را آشکار ساخته است. واحد تخریبی مزبور، یک کنگلومرای سست با جورشدگی ضعیف است و شیب بسیار ملایمی در حدود ۵ تا ۱۰ درجه، به سمت شمال شرق دارد که به علت واریزه فراوان و سست بودن، به راحتی رخنمون واضحی را در مقطع بدست نمی دهد. این واحد بصورت دگرشیب و ناهماهنگ بر روی کنگلومراهای نسبتاً مقاوم تر پلیوسن قرار گرفته است و این گذر به ویژه در شمال روستای کیف و کوه وجهه، تظاهری روشن دارد.

در بخشهای میانی ورقه، در شمال روستای باشتین و نامن نیز می توان رخنمونهای محدودی از این واحد را مشاهده کرد.

واحد مارنی روشن رنگ پلیو - کوآترنری (PIQ^m)

در شمال روستای نامن و باشتین، رخنمونهایی از واحد مارنی به رنگهای قرمز روشن، کرم و سفید وجود دارد که از گسترش خوبی برخوردار می باشد و از نظر زمین ریخت شناسی تشکیل زمینهای بدلدند (Bad lands) را می دهد. به نظر می رسد که یک گسلش جوان باعث ظاهر شدن آن از زیر آبرفت های جوان گردیده است.

واحد مارنی - ماسه ای پلیو - کوآترنر (PIQ^{ms})

این واحد بصورت مجموعه ای کاملاً سست از مارن، ماسه و قطعات سنگی، بر روی واحد مارنی-پلیو-کوآترنر قرار گرفته، و از توپوگرافی نرم و کم ارتفاع برخوردار است.

واحد بازالتی و آندزیت - بازالتی کوآترنر (Q^b)

در میان نهشته های فلیشی ائوسن و کنگلومرا و مارنهای پلیوسن رخنمونهایی از دایک و سیل و احتمالاً گدازه، به سن کوآترنری وجود دارد که از جنوب روستای کمیز تا جنوب روستای کیف قابل ردیابی است، بر روی نهشته های ائوسن و در روی سطح زمین ریختی حاصل از فرایندهای تخریب کوآترنر واحد مذکور رخنمونهای افقی و محدودی را آشکار ساخته است.

این سنگها ظاهری تیره و سیاه دارند و ضخامت آن در بخشهای مرکزی به چند ده متر می رسد. بر اساس مطالعات سنگ شناسی، ترکیب این سنگها از اولیوین بازالت فوئیددار، پیروکسن بازالت، تراکی آندزیت و تراکی آندزیت و کوارتز لانیت آندزیت تغییر می کند. بافت این سنگها عموماً پورفیری است و زمینه سنگ از میکروولیت های پلاژیوکلاز، فلدسپات، اوژیت، اولیوین، ایدیزیت، سودالیت و آنالیم تشکیل شده است. در بعضی از رخنمونها می توان ساخت منشوری را مشاهده کرد، این واحد در جنوب روستای کمیز، در سنگهای کنگلومرای ائوسن نفوذ کرده و در پی آن شبکه ای از رگه-رگچه های کلسیتی و کوارتزی در سنگها شکل گرفته است.

واحد مخروط افکنه و پادگانه های قدیمی و مرتفع کوآترنر (Q¹¹)

این نهشته های جوان عمدتاً از رسوبات مخروط افکنه پای کوهستان تشکیل شده و با توجه به فعال بودن منطقه از نظر ساختمانی و فرونشست حوضه سبزوار این رسوبات از ضخامت قابل ملاحظه ای برخوردار بوده و دارای ارتفاع نسبتاً زیادی به سایر نهشته های جوان کوآترنری هستند. در بخش شرقی ورقه مورد بررسی این واحدها توسط گسلش جوان کوآترنری بالائی دچار جابجایی گردیده و بریده شده اند.

واحد مخروط افکنه و پادگانه های جوان و کم ارتفاع (Q¹²)

این واحد، مجموعه ای از نهشته های آبرفتی سست و تحکیم نیافته را در فرودست ارتفاعات، تشکیل می دهد. مورفولوژی پست و همواری دارد و با دور شدن از برونزدهای متشابه گسترش بیشتری می یابد؛ گرچه از نظر ترکیب، بافت و دانه بندی، تفاوتی خواهد داشت.

واحد آبرفت‌های جوان (Q^{al})

این نهشته‌ها، عمدتاً در مسیر رودها و آبراهه‌های اصلی توزیع شده‌اند و بیانگر مسیر رودها، مسیلها و آبراهه‌های هستند.

کفه‌های رسی و سیلشی حاوی نمک (Q^{sf})

بخش فرودست حوضه جوان بصورت کفه‌ها یا بلاباهایی متشکل از رس و سیلت حاوی نمک، ظاهر شده است. علاوه بر این، در ناحیه حوضه سبزوار نهشته‌های نیز مشاهده می‌شود. بر اساس بررسی‌های انجام شده () در این بخش به ویژه نواحی جنوبی ورقه شاهی از رسوبگذاری و تعادل مثبت در آن وجود نداشته و می‌توان در آن بقایای جزیره ماندی را همانند رخنمونهای سنگی که در قسمت میانی ورقه وجود دارد، مشاهده کرده و آن را به عنوان شاهی بر این مدعا در نظر گرفت. بدین ترتیب واحدهای بازالتی، داسیتی و گرانیتی در بخش میانی ورقه را می‌توان بصورت رگهای در نظر گرفت که در رسوبات جوان حوضه نفوذ کرده و از آن عبور کرده و در سطح ظاهر شده‌اند. در میان این واحد نیز می‌توان یک فرایند فرسایشی خطی را مشاهده کرد که توسط رودکال تور صورت گرفت و با یک روند شمال شرق - جنوب غرب از بخش جنوبی عبور می‌کند.

کفه‌های ماسه‌ای (Q^{sf})

در جنوب غرب ورقه، در مرز بین حوضه جابجا و ماسه‌های بادی بخشهای محدودی از کفه‌های ماسه‌ای کاملاً صاف وجود دارد که در فصول گرم سال، توسط باد و به صورت گرد و غبار، جابجا و ته نشین شده است.

تپه‌های ماسه‌ای (Q^{sd})

در بخش جنوب غربی ورقه، قسمتهایی از تپه‌های ماسه‌ای جوان وجود دارد که به نظر می‌رسد و بر اساس ویژگیهای رسوب شناسی و زمین ریختی، از دو نوع متفاوت باشند (H.Vossmerbasurner, 1963). بررسی و تجربه و تحلیل لایه بندی چلیپایی نشان می‌دهد که جهت حمل رسوبات به طرف غرب و جنوب غرب بوده است. اندازه دانه‌ها مسین آن است که تپه‌های ماسه‌ای جوان و حاضر ریزدانه ترند و جورشدگی بهتری دارند.

زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

بر اساس مطالعات انجام شده به طور کلی سه کمربند اصلی افیولیتی در ایران قابل شناسایی است (Lensch. Et. Al 1991). این کمربندها عبارتند از:

کمربند افیولیتی پالئوزوئیک که در قسمت شمالی کشور وجود دارد.

کمربند موازی زاگرس - عمان - بلوچستان که از سوی انتوکلین (۱۹۷۷) به عنوان کمربند بیرونی یاد شده است. کمربند افیولیتی پیرامون خرده قاره ایران مرکزی، این کمربند به مزوزوئیک تعلق دارند و سن آنها به کرتاسه بالائی نسبت داده می‌شود. افیولیت‌های سبزوار نیز از انواع متعلق به مزوزوئیک می‌باشند. در زمان کرتاسه، در این ناحیه یک حوضه محدود کافنی تشکیل شده که ظاهراً در اواخر کرتاسه شروع به بسته شدن کرده است. افیولیت‌های سبزوار روند شرقی - غربی دارند و از نظر ساختاری، از چندین ورقه رانگی تشکیل شده‌اند. اگر چه در این سیستم پدیده فشارش نقش اصلی را بازی می‌نماید، ولی مشاهده برخی از سطوح گسلی، در بخشهای مختلف نشان می‌دهد که یک مولفه امتداد لغز نیز وجود داشته است.

در ورقه باشتین، سیستم رانگی مورد بحث بصورت یک سیستم فلیشی (imbricate) عمل کرده که در مقاطع زمین شناسی نیز بازتاب دارد. شیب گسل‌های رانگی متغیر است ولی بنظر می‌آید، بسیاری از آنها دارای شیب کم تا متوسط (۲۵ تا ۵۰ درجه) باشند. فاصله بین سطوح رانگی نیز تا حدودی متغیر است، اما بنظر می‌رسد که فواصل آنها، در جنوب سیاه کوه، کمتر شده و با دور شدن از توده عظیم هازبورژیتی - دونیتی بر فواصل صفحات رانگی افزوده می‌گردد. چنین به نظر می‌رسد که توده هازبورژیتی - رونیتی سیاه کوه بصورت یک بلوک مقاوم عمل کرده، به نحوی که موحد غیر یکنواختی در دگرشکلی واحدهای پیرامون شده است. همین امر سبب تغییر روند سنگهای افیولیتی و آتشفشانی - رسوبی کرتاسه در دوسوی این بلوک گردیده است.

این اعوجاج در بخش غربی آن بیشتر دیده می‌شود. روند گسلها و توزیع واحدهای سنگی، در جنوب سیاه کوه، شرقی - غربی است؛ در حالیکه در بخش غربی آن بیشتر دیده می‌شود. روند گسلهای و توزیع واحدهای سنگی، شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد. علیرغم آن، در بخش شرقی، روند گسلها و واحدهای سنگی، شمال شرق - جنوب غرب است. به نظر می‌رسد که در جنوب سیاه کوه، توزیع توده های نیمه عمیق داسیتی در مقایسه با بخشهای پیرامون، بیشتر باشد.

به طور کلی می‌توان عناصر عمده ساختمانی را در ورقه مورد بررسی به دو گروه اصلی تقسیم کرد:

شکستگی‌ها

چین‌های وابسته به گسل‌ها

شکستگی‌ها

این عناصر از طریق ظهور انفصال مکانیکی در سنگها نمایان می‌شوند و در دو سیستم قابل بررسی هستند:

گسلها

خط واژه‌ها و شکستگی‌های اصلی

گسلهای موجود در ناحیه را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم نمود. گسلهای فشاری و گسلهای امتداد لغز، که گروه اخیر گسترش محدودی دارند.

گسلهای راندگی از مهمترین عناصر ساختمانی در ناحیه هستند و ساختمان اصلی ورقه نیز از طریق این گسلهای قابل توضیح می‌باشد. روند گسلهای راندگی عمدتاً NWWW.SEE و شیب آنها متوسط تا کم است. بررسیهای صحرایی نشان می‌دهد که جوانترین گسلش راندگی، متعلق به کواترنر است، که احتمالاً از نظر زمین ساختی و لرزه زمین ساختی در عهد حاضر نیز فعال بوده است. یکی از جوانترین راندگی موجود در ناحیه، متعلق به گسل راندگی مهر در شمال روستای مهر، می‌باشد. این راندگی باعث راندن واحدهای مارنی پلیوسن بر روی نهشته‌های جوان و کواترنر گردیده است. در بخش شرقی این راندگی، می‌توان مشاهده کرد که واحدهای مخروط افکنه (Q^1) سر قطع گردیده و در امتداد آن یک پرتگاه گسلی با ارتفاعی در حدود ۲ تا ۳ متر، ایجاد شده است. در شمال راندگی مهر، صفحه راندگی دیگری وجود دارد که باعث رانده شدن واحدهای فلیشی ائوسن بر روی کنگلومراهای نئوژن گردیده است. شیب این گسل بین ۴۵-۵۰ درجه به طرف شمال می‌باشد. این راندگی، به طرف شرق به نظر می‌رسد که دارای مولفه شیب لغز بیشتری باشد که در امتداد آن مقدار قابل ملاحظه ای از کنگلومراهای نئوژن حذف و زیر رانده شده اند. این راندگی ظاهراً در بخش انتهایی به چند شاخه کوچک تحلیل رفته و در مارنهای میوسن ناپدید می‌گردد. راندگی مذکور در طول خود توسط انواع گسلهای عرضی دچار جابجایی و انقطاع شده است. در ورقه باشتین این راندگی، به عنوان گسل راندگی کمیز معرفی می‌شود.

در شمال راندگی کمیز، صفحه راندگی دیگری وجود دارد که به نظر می‌رسد کنگلومراهای پلیوسن را بر روی واحد فلیشی ائوسن رانده است. راندگی مزبور نیز ۴۰-۳۵ درجه به سمت شمال شیب دارد و به طرف شرق به گسله راندگی کمیز متصل می‌گردد. در بخشی از راندگی شمال کمیز، که در اینجا گسل راندگی ساروق نامیده می‌شود، می‌توان مشاهده کرد که سنگهای سرپانتینیتی بر روی فلیش های ائوسن رانده شده اند. بنابراین کنگلومراهای پلیوسن نیز بصورت کامل به زیر رفته اند.

در شمال راندگی ساروق، راندگی بسیار مهم وجود دارد؛ به طوری که در طول این صفحه سنگهای سرپانتینیتی و هارزبورژیتی بر روی کنگلومراهای پلیوسن رانده شده اند. راندگی مزبور حدود ۳۵-۳۰ درجه به سوی شمال شیب دارد و در این نوشتار، از آن به عنوان راندگی کوه سفید، یاد می‌شود. در طول این گسله راندگی، مقادیر قابل توجهی از توده های نفوذی نیمه عمیق داسیتی جایگیر شده اند. به نظر می‌رسد که این پیکره های آذرین گنبدی شکل همانند گنبدهای نمکی جنوب کشور بصورت دیاپیر در طول گسل بالا آمده اند. گسل کوه سفید با بخشهای شرقی ورقه ادامه دارد و تا جنوب روستای توده صرصه نیز دیده می‌شود.

در شمال راندگی کوه سفید، صفحه راندگی دیگری وجود دارد که در اینجا آن را گسل راندگی ذوالقار می‌نامیم. این گسل باعث قرار گرفتن واحدهای کرتاسه بر روی سنگهای سرپانتینیته گردیده است. در طول این راندگی سنگهای دگرگونه کرتاسه نیز مشاهده می‌شود، این گسل شیب نسبتاً تندی به سمت شمال دارد.

در شمال راندگی ذوالقار، راندگی سیاه کوه قرار دارد. این راندگی نیز نقش بسیار مهمی در شکل‌گیری ساختار ناحیه داشته و با جایگزین کردن قطعه عظیمی از سنگهای هازبورژیتی - دونیتی، به عنوان یک بلوک صلب و مقاوم، در توزیع حوزه دگرشکلی و تغییرات آن سهم به سزایی داشته است. در طول این صفحه سنگهای نفوذی گابرویی نیز بیرون زدگی دارند. این گسله راندگی نیز شیب تندی به سمت شمال دارد و بسیاری از نقاط مرتفع ناحیه در امتداد آن توزیع شده است. این گسله به طرف شرق، مجموعه دایکهای صفحه ای را نیز به سطح آورده است که می‌توان آن را در پیرامون روستای شاره مشاهده کرد.

گسل راندگی فتح آباد در شمال راندگی سیاه کوه قرار می‌گیرد. این گسل در پیرامون دامنه جنوبی سیاه کوه تظاهر دارد و واحدهای آتشفشانی - رسوبی کرتاسه را حمل می‌نماید. در طول این صفحه راندگی، به نظر می‌رسد که مجموعه مذکور به واحدها آتشفشانی - رسوبی ائوسن (احتمالاً پالئوسن) تبدیل می‌گردد. آخرین و مهمترین صفحه راندگی یعنی گسل راندگی جلمبادان در شمال گسل راندگی فتح آباد واقع شده است. این صفحه مجموعه پیروکلاستیک و گدازه های ائوسن را به همراه مجموعه فلیشهای سبز زیتونی E^f حمل کرده و بر روی صفحه راندگی فتح آباد رانده است.

علاوه بر صفحات راندگی عنوان ساده، در بخش میانی ورقه مورد بررسی، در شمال روستای ناسیس، رخنمونهای محدودی از واحدهای مارنی و تخریبی پلیو - کواترنری برونزد دارند که احتمالاً توسط یک صفحه راندگی کوچک حمل و در سطح ظاهر شده اند. این صفحه به علت پوشش رسوبی جوان و سست بودن واحدهای حمل شده به راحتی قابل شناسایی نمی باشد.

علاوه بر صفحات راندگی، در قسمت‌های مختلف چندین گسل امتداد لغز وجود دارد که جهت گیری آنها بصورت عمود، یا تقریباً عمود بر گسله های راندگی است. شاید بتوان آنها را به عنوان پلکانهای جانبی صفحات راندگی در نظر گرفت. این گسلهای شیب تند تا قائم دارند و مولفه امتداد لغز در آنها از اهمیت اول برخوردار است.

علاوه بر گسلها، شکستگی های متعددی نیز در منطقه وجود دارد که امکان تعیین جابجایی و روند حرکتی در آنها میسر نیست و یا این که اصولاً بصورت شکستگی مطرح می‌شوند. و مقدار جابجایی در آنها اهمیت چندانی ندارد. روند این گروه از شکستگیها بیشتر شمالی - جنوبی تا شمال شرقی - جنوب غرب است ولی شکستگیهای با روند شمال غرب - جنوب شرق نیز دیده شده اند.

یکی دیگر از عناصر ساختمانی قابل توجه در منطقه به ویژه در بخش غربی ورقه، حضور چین خوردگی ها است. این چینها عموماً بصورت نامتقارن و از نوع چینهای وابسته به گسل می‌باشند. در مرز کوه و دشت تاقدیس صدخرو قرار دارد که بصورت یک تاقدیس برگشته است و یال جنوبی و برگشته آن توسط راندگی مهر بریده شده است. در شمال این تاقدیس، ساختمانی ناودیسی از نهشته های کنگلومرای پلیوسن وجود دارد که بصورت یک چین متقارن به نظر می‌رسد. در شمال ناودیس مذکور تاقدیس، دیگری هست که در هسته آن نهشته های فلیش ائوسن برونزد دارند. این تاقدیس به وسیله دو گسل راندگی کمیز و راندگی ساروق محدود شده و به طرف شرق، با همگرایی دو گسل مزبور به تدریج محو می‌گردد.

ماگماتیسیم

فعالیت ماگمایی در سرتاسر این ورقه را می‌توان در دو دسته کلی تقسیم بندی نمود، دسته اول سنگهای ماگمایی متعلق به ردیف افیولیتی و دوم گروهی که از نظر خاستگاه یا با افلیولیتها ارتباطی ندارد و یا تنها در نتیجه فعالیت‌های ژئودینامیکی وابسته به آنها ظاهر شده اند.

سنگهای متعلق به ردیف افیولیتی

سنگهای این گروه، گسترش و وسعت فراوانی در منطقه دارند. سنگهای اولترامافیک، که عمده آن را هارزبورژیتها و دونیتها تشکیل می‌دهند، به دو صورت ۱- پیکره های یک دست و عظیم (همانند هارزبورژیت‌های سیاه کوه) ۲- بخشهای سرپانتینی، خرد شده و یا دگرسان شده قابل مشاهده اند. رودنگیت و گابروهای رودنگیتی شده نیز بصورت عدسیهایی در پریدونیتها به ویژه در سرپانتینت‌ها به فراوانی یافت می‌شوند. هارزبورژیتها به رنگ زیتونی و سبز تیره دونیتها با رنگ هوازده قهوه ای تا قهوه‌ای مایل به زرد مشاهده می‌گردند. در مقاطع میکروسکوپی، کانی الیوین اکثریت کانی سازنده آن را تشکیل می‌دهد. اندازه این بلورها از بسیار درشت تا ریز تغییر می‌کند و گاه می‌توان آنها را در حال تبدیل به سرپانتین مشاهده نمود. این پدیده از محل درز و شکافها آغاز شده و منظره ای مشبک به سنگ بخشیده است. ارتوپیروکسن جز دوم کانیها را تشکیل می‌دهد که عمدتاً بصورت بی‌شکل تا نیمه شکل دار هستند. درزه های موجود در این کانی اکثراً توسط آهن و کربنات کلسیم پر شده است.

همراه با این دسته و بطور فرعی لرزولیت نیز وجود دارد که کاملاً مشابه هارزبورژیت‌هاست و تنها از نظر ترکیب کانی‌شناسی با آنها متفاوت است. در این سنگ، علاوه بر الیوین، مجموعه ای از ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن را می‌توان مشاهده نمود. مجموعه این سنگهای الترامافیکی، گاه بطور محلی و گاه در پهنه های وسیع که عمدتاً با خطواره‌ها و ساختهای بزرگ تکتونیکی است، به سرپانتینت تبدیل شده اند. رنگ روشن این دسته سنگها، که خاکستری و گاه با قهوه ای است ان را از سایر سنگها متمایز می‌سازد. مطالعات میکروسکوپی سرپانتینیتها نشانگر آن است که سنگ منشا آنها عمدتاً هارزبورژیت و دونیت بوده است. بخش مهم رودنگیتی غنی از گارنت نیز بصورت بلوک، و عدسیهای کوچک به رنگ روشن، در درون این سنگها قابل مشاهده است.

گابرو به عنوان سنگی با منشا کاملاً ماگمایی، که محصول بخشی پریدونست‌هاست را می‌توان در ناحیه تشخیص داد. رخنمون این سنگها در میانه پیکره افیولیتی و عمدتاً در امتداد خط واره‌هاست. وسیعترین رخنمونهای آن در شمال باختری ناحیه و کمی نیز در لبه جنوبی سیاه کوه وجود دارد ولی در اکثر مناطق این مجموعه بصورت رخنمونهای کوچک نیز می‌توان یافت، رنگ صحرایی آن عمدتاً روشن و اکثراً به علت دگرسانی به رنگ خاکستری تا خاکستری مایل به سبز گرائیده است. از نظر ریخت شناسی برجسته تر از سنگهای پریدونیتی یا سرپانتینی در برگیرنده آنهاست و براحتی می‌توان آنها را شناسایی نمود. بافت آن از ریزدانه تا متوسط دانه و بندرت درشت دانه است و ترکیب آن را گابرو تا مونوگابرو و بندرت بطور محلی تا ملاتودیوریت تغییر می‌کند. در یک نمونه بلورهای شکل دار و نیمه شکل دار پلاژیوکلاز، ماکل بلی سینتیک و در حد لابرادور، اغلب در حد وسیعی پرهینتی شده اند که نشان از یک دگرگونی ضعیف است. بلورهای درشت پیروکسن بصورت شکل دار و نیمه شکل دار دارد و گاه ماکله در سنگ قابل مشاهده هستند، هم رشدی ارتوپیروکسن در داخل بلورهای کلینوپیروکسن گاه مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد دگرسانی وسیع و گسترش کانیهای دگرگونی ناشی از فشارهای وارده، در زمان جایگیری این سنگهاست.

بخشهای دیابازی، گروه دیگری از سنگهای بازیک مرتبط با افیولیتها هستند که عموماً در خاور ورقه و شمال روستای دلیر رخنمون دارند. اکثراً به رنگ سیاه و بافت شاخص دیابازی قابل مشاهده اند. این دسته با گروهی که بیشتر ماهیت ناب ولکانیک دارند، روی هم رفته کمپلکس دایکهای صفحه ای را تشکیل می‌دهید. ریخت شناسی، رنگ و موقعیت زمین شناسی دسته اخیر (که لابلای پریدونیت‌ها واقعند) آنها را بخوبی از ولکانیکهای ائوسن، که بطور عمده در شمال ورقه برونزد دارند، متمایز می‌سازد. این کمپلکس قبلاً نیز طی مطالعات انجام شده در ناحیه سبزوار، توسط باروز و همکاران (۱۹۸۳) معرفی گردیده است. رخنمون وسیع این مجموعه در شمال روستای شاره اتفاق افتاده و از لحاظ سنگ شناسی عمدتاً شامل تراکی آندزیت، لاتیت آندزیت و سنگهای نیمه عمیق با ترکیب متوسط هستند. در مقاطع میکروسکوپی بافت پورفیری را می‌توان مشاهده نمود که اکثر بلورهای پلاژیوکلاز شکل دار تا نیمه شکل دار آن در حد وسیعی به سرسیت و کربنات تجزیه شده و بلورهای کوارتز بصورت اولیه و نیز ثانویه در آن قابل مشاهده است. زمینه سنگ نیز متشکل از بلورهای ریز فلدسپات دگرسان شده و گاه ترکیبی از کوارتز فلدسپات است.

سنگهای غیر مرتبط با ردیف افیولیتی

در این دسته چهار گروه از سنگهای ماگمایی قرار می‌گیرند، سنگهای آتشفشانی ائوسن که تنها در لبه شمالی ردیف افیولیتی رخنمون دارند. توده های داسیتی که عمدتاً در لبه جنوبی گسترش دارند، سنگهای بازیک آلکان با سن پلیستوسن که در لبه جنوبی و نیز در دشت، در خاور روستای باشتین برونزد یافته اند و در آخر سنگهای نفوذی که عمدتاً در ناحیه اخیر ظاهر شده اند. سنگهای آتشفشانی ائوسن ترکیب وسیعی از آندزیت، تراکی آندزیت، آندزیت-بازالت، پیروکسن آندزیت، توف و سنگهای آتشفشانی - رسوبی را همانند همه ولکانیک‌های ائوسن در دیگر مناطق، شامل می‌شود و بصورت راندگی بر روی افیولیت‌ها قرار می‌گیرند. گروه سنگهای داسیتی با طول زمانی از الیگوسن (اسپیترو و همکاران، ۱۹۸۳) تا پلیستوین، که در ردیف افیولیتی و سایر سنگهای غیر افیولیتی نفوذ یافته اند، از لحاظ ترکیب سنگ شناسی شامل کوارتز تراکی آندزیت و داسیت آندزیتی می‌گردد و ماهیت این سنگها نیز، همانند سنگهای آتشفشانی ائوسن، از لحاظ ژئوشیمیایی، کالک آلکان است (اسپیترو و همکاران، ۱۹۸۳). گروه سوم، سنگهای آتشفشانی آلکان با ترکیب بازالت و سنگهای شوشونیتی هستند که گسترش بسیار کمی در منطقه دارند. بازالتی آلکان عمدتاً در جنوب ردیف افیولیتی و بخشی نیز به دور از این ردیف در دشت رخنمون یافته اند. در مجاور روستای جلمبادان نیز برونزادی از آندزیت سودالیت، آنالیسیم‌دار وجود دارد که بنظر می‌رسد متعلق به این دسته است، به علت فقدان داده های ژئوشیمیایی، در اینجا تنها به گزارش اسپیترو و همکاران (۱۹۸۳) بسنده می‌شود. طبق مطالعات این محققین، ماگمای کالک آلکان نتیجه تفریق از ماگمای آلکان هستند و آندزیت‌ها و داسیت‌ها یک ارتباط پیوسته را از آندزیت - بازالت به سمت آندزیت، داسیت و ریولیت نشان می‌دهند. روند ژئوشیمیایی آنها متشابه سنگهای کالک آلکان منطقه ارومیه - دختر است، ولکانیک‌های بعد از افیولیتی زون سبزوار، عمدتاً یک روند تفریقی یکنواخت را نشان می‌دهند، که مشابه روند قوس جزایره‌ای اقیانوسی است. در نتیجه برخورد قوسهای جزیره ای و افیولیت‌ها با قاره افزایش ضخامت پوسته و پائین رفتن ناپیوستگی موهو را به دنبال داشته است، به علاوه در همان زمان، پائین رفتن اطاقهای ماگمایی در درون مانتو اتفاق افتاده که خود منجر به ایجاد ماگمایی آلکان گردیده است.

گسترش فراوان توده های داسیتی در جنوب ناحیه سیاه کوه، با روندی موازی با لبه ردیف افیولیتی، این فرض را مسلم می‌سازد که شرایط ژئودینامیکی برخورد و بالا آمدگی پوسته اقیانوسی، که همراه با راندگی بر روی پوسته قاره ای است، نقش مهمی را در تکوین و جایگیری این توده ها بازی کرده است. بوضوح می‌توان بخش کشیده داسیتی را مشاهده نمود که در امتداد راندگی‌ها جای گرفته اند و برعکس توده های کاملاً مخروطی را می‌توان یافت، نظیر آنچه در نزدیکی روستای ساروق دیده می‌شود، که بنظر می‌رسد نوع اخیر جوانترین آنها باشد.

دسته آخر از سنگهای ماگمایی شامل توده های نفوذی می‌گردند که عمدتاً در بخشهای جنوبی و در دشت رخنمون دارند، این دسته شامل گرانیته به رنگ کاملاً روشن و گرانودیوریت، که ترکیب آن تا کوارتز دیوریت تغییر می‌کند، می‌گردد. نوع اخیر در مقاطع میکروسکوپی حامل بلورهای شکل دار و کشیده پلاژیوکلاز در حد متوسط (آندزین - که اکثراً به کانیه‌های رسی، سربسیت، کربنات کلسیم و کلریت دگرسان شده اند). هورنبلند نیمه شکل دار و نیز کوارتز و آلکالی فلدسپات است. بلورهای اسفن نیز به فراوانی یافت می‌شوند.

یک بخش میکروموزودیوریتی، در حد فاصل بین روستای شاره و جلمبادان، وجود دارد که ترکیب آنگاه تا گابرو تغییر می‌کند. در یک نمونه بافت آن اینترسرتال تا افیتیک است و در آن بلورهای شکل دار تا نیمه شکل دار کشیده، اغلب نسبت به همدیگر به حالت متقاطع هستند، اکثریت را تشکیل می‌دهند، آلکالی فلدسپات که بطور وسیعی به کانیه‌های رسی و سربسیت تجزیه شده و بعد از آن کلینوپیروکسن در آن مشاهده می‌شود، سن این توده نیز جوان است، بطوریکه در این منطقه ولکانیک‌های ائوسن را قطع کرده و به نظر می‌رسد که با توده های داسیتی قرابتی دارد چرا که بخشهای بسیار کوچک داسیتی در حوالی این توده مشاهده می‌شود، بعلاوه آثار دگرسانی هیدرونرمال ناشی از این توده میکروموزودیوریتی در سنگهای دربرگیرنده آن در مناطقی که هنوز رخنمون نیافته است، نشانگر وجود آن در اعماق است.

دگرگونی

بطور کلی به نظر می‌رسد که ردیف‌های دگرگونی، در ناحیه مورد مطالعه عمدتاً مربوط به مجموعه افیولیتی و رسوبات وابسته بدانهاست. و در سنگهای پس از مزوزوئیک، نمی‌توان دگرگونی را به صورت گسترده و ناحیه‌ای مشاهده کرد، سنگهای دگرگونی در ناحیه روند تقریباً شمال غرب - جنوب شرق دارند و در بخشهای شمالی ورقه در رشته ارتفاعات مربوط به افیولیت‌های دیده می‌شوند نمونه ای گسترده و بارز از رخنمونهای دگرگونه را می‌توان در غرب روستای شاره در کلانه گرگیبر، مشاهده کرد که از این محل به طرف شمال غرب ورقه ادامه می‌یابند. در این بخش، سنگهای دگرگونه بصورت مجموعه ای از گدازه های بالشی و سنگهای آذرآواری دگرگونه وابسته بدانها، پریدوتیت‌های دگرگونه و سرپانتینیتی شده برونزد دارند به نظر می‌رسد که دگرگونی در مجموعه افیولیتی و رسوبات همراه، دارای طیفی از درجه دگرگونی خفیف تا حدود رخساره آمفیبولیت است. این موضوع در مطالعات علوی تهرانی (۱۹۷۶) نیز اشاره شده است. در حقیقت سنگهای مذکور یک دگرگونی ناحیه ای درجه پائین را تحمل کرده اند، اما در بعضی از قسمتها می‌توان تبدیل شدن پیشرونده ای را در دگرگونی، بطرف درجات بالاتر، مشاهده کرد. تقریباً تمامی مجموعه افیولیتی و واحدهای مختلف آنها بصورت نابرجا و گوه‌هایی هستند که از طریق گسلش فشاری در کنار یکدیگر جاگیر شده اند. بنابراین، بر اساس ردیف افیولیتی که در دهه ۱۹۷۰ تعریف شد، علوی تهرانی (۱۹۷۶) ردیف سنگ شناسی زیر را یادآوری نموده است. در پائین ترین قسمت، هارزبورژیت و دونیت قرار گرفته اند و بر روی آن به ترتیب گابرو، دایکهای صفحه ای، گدازه های بالشی و بالاخره ردیف‌های غیر دگرگونه قرار می‌گیرند. رخنمونهایی از پریدوتیت های دگرگونه، گدازه های بالشی و دایکهای دگرگونه را می‌توان در فاصله بین کلانه گرگیبر و روستای شاره مشاهده کرد. علاوه بر این، رخنمون قابل توجهی از گابروهای دگرگونه در بخش شمال غربی ورقه تظاهر یافته است. این واحد برای نخستین بار معرفی می‌گردد. همچنین در شمال امامزاده شملق نیز می‌توان بخشهایی از این گابروها را دید. بر اساس بررسیهای فسیل شناسی، که بر روی آهکهای موجود در بین مجموعه افیولیتی انجام شده، به نظر می‌رسد که سن آنها کرتاسه باشد. در سنگهای دگرگونه، از جمله در آمفیبول شیسستها و دیگر شیسست‌های موجود در ناحیه، می‌توان درجه دگرگونی بالاتری را مشاهده کرد. در این سنگها فولیاسیون ثانویه به خوبی رشد یافته و گاه عناصر صفحه ای اولیه، نظیر لایه بندی، دیده می‌شوند.

در سنگهای با دگرگونی درجه پائین نیز می‌توان فولیاسیون ثانویه ضعیفی را مشاهده کرد. این سنگها عموماً چین خورده و دگرشکل یافته اند. در این سنگها می‌توان چین خوردگیهای شدیدی و برگشتگی و یا خوابیدگی سطح محوری را ملاحظه کرد. علاوه بر این، وجود پدیده گسلش از دیگر ویژگیهای ساختاری در این سنگها است. همانگونه که قبلاً توسط علوی تهرانی (۱۹۷۶) عنوان شده، مجموعه افیولیتی و سنگهای آتشفشانی - رسوبی همراه آنها، دارای دو مرحله دگرگونی هستند که در مطالعات اخیر و سنگ شناسی سنگهای دگرگونه نیز این امر تایید شده است، یکی دگرگونی کف اقیانوس و دیگری دگرگونی ناحیه ای مربوط به چرخه کوهزایی آلپ، که باعث جاگیری و دگرشکلی افیولیت‌های سبزوار و ردیف آتشفشانی - رسوبی گردیده است.

زمین شناسی اقتصادی

در ورقه مورد بررسی، رخنمونهای گسترده ای از سنگهای هارزبورژیتی - دونیتی سرپانتینیتی وجود دارد. این سنگها عموماً بستر اصلی و مناسب کانسارهای کرومیت می‌باشند. در ورقه باشتین و بطور کلی کمر بند افیولیتی سبزوار، می‌توان معادل فعال و غیرفعال و نیز اندیسهای کرومیتی متعددی را یافت، که مورد بهره برداری قرار گرفته اند و یا در حال بهره برداری هستند. در این منطقه، کرومیت های عموماً به اشکال عدسیهای کوچک و بزرگ و البانی شکل (Fodiform) هستند. چنین به نظر می‌رسد که اکثر کانسارهای موجود با سیستمهای شکستگی اصلی، به ویژه گسل‌های راندگی در ارتباط باشند. توزیع فضای کانسارها نیز تا حدود زیادی با عناصر اصلی ساختاری ناحیه هماهنگ است، به طور کلی کانسارهای موجود در ورقه را می‌توان به دو گروه متمرکز و پراکنده تقسیم کرد. کانسارهای گروه متمرکز شامل موارد زیر است:

کانسار کال کادو - بورت افغان

کانسار کال چناری

کانسار نیستانی

کانسار کوه ارباب

کانسارهای پراکنده نیز عبارتند از

کانسار ذوالقراز

کانسار اولنگ سیر

کانسار اولنگ بید

کانسار امامزاده شملق - ساروق

کانسار کوه سفید کمر

ویژگیهای عمده کانسارها متمرکز، به ترتیب به شرح ذیل است:

کانسار کال کادو - بورت افغان

این کانسار در بخش شمالی - میانی ورقه قرار دارد و شامل ۸ عدسی کوچک و متوسط کرومیت به ضخامت ۵۰ سانتیمتر تا ۲ متر و طول بین ۲ تا ۱۵ متر است. روند کانسار تقریباً شرقی - غربی می باشد و بر اساس مطالعات انجام شده، میزان Cr_2O_3 ۴۰ تا ۴۲ درصد، Fe_2O_3 ۱۰ تا ۱۲ درصد و SO_2 بین ۶ تا ۱۶ درصد متغیر است.

کانسار کال چناری

شامل ۱۴ عدسی کوچک و متوسط Cr_2O_3 است که عدسیهای ۴۰ سانتیمتر تا ۵ متر ضخامت و ۱/۵ تا ۲۰ متر طول دارند امتداد آنها شمال غرب - جنوب شرق تا شمال شرق - جنوب غرب است. بافت کانسنگ پوست پلنگی یا توده ای است، میزان کرومیت در آنها ۲۷ تا ۴۸ درصد، Fe_2O_3 ۱۱ تا ۱۵ درصد و SO_2 بین ۳ تا ۹ درصد است.

کانسار نیستانی

این کانسار در شرق رشته ارتفاعات افیولیتی قرار دارد و شامل ۱۰ عدسی کوچک و متوسط و اندیسههای زیادی از کرومیت است. این عدسیها دارای ضخامت ۵۰ سانتیمتر تا ۱/۵ متر بوده و طول ۲ تا ۲۰ متر هستند، میزان Cr_2O_3 در این کانسار ۲۸ تا ۴۸ درصد، Fe_2O_3 ۱۰ تا ۱۴ درصد و SO_2 بین ۳ تا ۷ درصد است.

کانسار کوه ارباب

این کانسار در جنوب روستای زرقان و فتح آباد واقع شده و شامل ۱۷ عدسی و چند اندیس کوچک کرومیت است عدسیها ۵۰ سانتیمتر تا ۳ متر ضخامت ۱ تا ۱۰ متر طول دارند، میزان Cr_2O_3 در این عدسیها بین ۳۲ تا ۶۰ درصد، Fe_2O_3 ۱۲ تا ۱۷ درصد و SO_2 ۴ تا ۱۴ درصد متغیر است.

علاوه بر کانسارهای متمرکز، همانطوری که اشاره شد، تعدادی کانسار و آثار معدنی بصورت پراکنده وجود دارند. این کانسارها شامل ۱۰ عدسی به ضخامت ۵۰ سانتیمتر تا ۲ متر و طول تا ۱۰ متر می باشند. در یک نمونه، میزان Cr_2O_3 برابر ۴۴/۱۳ درصد، Fe_2O_3 ۱۴/۶ درصد و SO_2 برابر ۷/۸ درصد بوده است.