



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 مشکان

شماره برگه:

7663

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ب.امینی، ن.ح.خان ناظر

سال تولید:

2000

TR245

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۶۶۳ - مشکان

جغرافیا (Geography)

برگه مشکان در مختصات جغرافیائی 30° ، 58° - 58° ، $00'$ طول خاوری و 37° - $30'$ ، 36° عرض شمالی، در شمال خاوری شهرستان سبزوار و جنوب باختری شهرستان قوچان جای دارد. روستاهای مشکان، برزنون، عبدا ۰۰ گیو نقاط مسکونی مهم این محدوده است. راه آسفالته سبزوار- قوچان از مهم ترین محورهای ارتباطی این ناحیه به شمار می آید. راه آهن مشهد-تهران از بخش جنوب باختری منطقه (کمی خارج از محدوده مورد بررسی) می گذرد. بلندترین نقطه، با بلندی ۲۵۲۹ متر از سطح دریا، در شمال باختری توکل آباد در شمال خاوری منطقه و پست ترین نقطه، با بلندی ۱۱۵۰ متر از سطح دریا، در گوشه جنوب باختری در ناحیه بستر رودخانه کال شور جای دارد. بخش شمال خاوری و جنوب باختری کوهستانی است. از مهم ترین کوه ها می توان کوه بزغاله کش، چال، نظرگاه، بولوزان، هفت برادر، معدن و گزندر را نام برد. رودخانه های کال شور و کال ینگجه مهم ترین سیستم های رودخانه را می سازند. مناطق کوهستانی از آب و هوای معتدل تا نیمه خشک برخوردارند. نواحی جنوبی و جنوب باختری آب و هوای کویری گرم و خشک دارند. مناطق کشاورزی بیشتر در پیرامون رودخانه ها و آبرفت های رودخانه ای تمرکز دارند. فراورده های عمده کشاورزی این ناحیه شامل پنبه، آفتابگردان، پیاز، هندوانه است. شغل اهالی این منطقه کشاورزی، دامپروری و قالی بافی است.

زمین ریخت شناسی (Geomorphology)

هر یک از واحدهای سنگی بر پایه لیتولوژی و ساختمان های زمین شناسی وابسته، اشکالی ویژه ای پدید آورده اند که در کل می توان به واحدهای زمین ریخت شناسی به شرح زیر اشاره کرد.

- زمین های کارستی که در بخش باختری گسترش دارند و به گونه ای پراکنده در بخش شمال خاوری نیز دیده می شوند و به مزوزوئیک، و به مقدار کمتر به پالئوزوئیک وابسته اند. آن ها، اغلب صخه سازند و برجسته تر نمایان هستند.
- سنگ نهشته های ائوسن شامل کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلتستون، شیل، مارن و سنگ گچ که با رنگ های خاکستری، سبز روشن و قرمز و به گونه ای چین خورده، با روند شمال باختری-جنوب خاوری گسترش دارند و زمین های نرم و کم بلندی را پدید آورده اند، در آن ها بخش های کنگلومرائی و ماسه سنگی کمی برجسته ترند.
- هیالوکلاستیک ها، ولکانوکلاست ها، روانه های گدازه ای زیر دریائی به همراه توف و توفیت ائوسن که گسترشی فراوان داشته و در برخی موارد با بخش های رسوبی تناوب دارند و با رنگ خاکستری، صورتی و قهوه ای بخش های به نسبت بلندی را در منطقه به وجود آورده اند.

- توده های نفوذی نیمه ژرف و گنبد های آتشفشانی با سن پس از ائوسن و در بسیاری موارد پلیوکواترنری، که نهشته های ائوسن و کهن تر را قطع کرده و در پیکر بخش های برجسته، بلندی های اصلی منطقه را پدید آورده اند. دایک ها نیز در در اندازه های گوناگون سنگ های رسوبی و آتشفشانی را بریده اند.

- روانه های گدازه و گدازه های برشی شده پلیوکواترنری با رخنمون گسترده در بخش های شمالی، و تا اندازه ای در بخش های مرکزی منطقه در محیط قاره ای پدید آمده اند و با شیب ملایم، در محل دهانه آتشفشان، به سوی دامنه های کم بلندا جریان یافته اند. کالدرهائی بسیار زیبا در محل دهانه آتشفشان پدیدار شده اند که از آن جمله می توان به کالدرای جای گرفته در نزدیکی روستای امیر آباد اشاره کرد. در بخش مرکزی این کالدار گنبد آتشفشانی تشکیل یافته است.

- نهشته های اپی کلستیک و لاهار پلیوکواترنری که با رنگ خاکستری روشن در دامنه کوه های آتشفشانی با شیب ملایم پوشش روشن رنگ آورده اند. کنگلومرای پلیوکواترنری که در بخش های جنوب خاوری، مرکزی و باختری گسترش دارد و تپه ماهورهای کم ارتفاعی را پدید آورده است.
- نهشته های کواترنری که در بخش کواترنری توصیف شده است.

چینه شناسی (Stratigraphy)

برونزدهای سنگی در محدوده مورد بررسی وابسته به دوران پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک است که کهن ترین آن ها را سنگ ها دولومیتی سازند سلطانیه؟ (واحد E_3^d) پدید آورده است. نهشته های ائوسن که در محیط دریائی پدیدار شده اند و از گسترش چشمگیری برخوردارند و به سه مجموعه رسوبی-آتشفشانی تقسیم شده اند. مجموعه E_3 با ناپیوستگی چینه ای و پی کنگلومرای و یا ماسه سنگی به رنگ قرمز بر روی واحدهای کهن تر جای گرفته است. نهشته های پلیوکواترنری در محیط قاره ای پدیدار شده و از سنگ های آتشفشانی، بیشتر، با ترکیب اسیدی تا میانه است. واحدهای گوناگون سنگی از قدیم به جدید به شرح زیر است.

پالئوزوئیک

پالئوزوئیک زیرین (سازند سلطانیه؟)

واحد E_3^d

این واحد در برگیرنده دولومیت های توده ای به رنگ کرم-قهوه ای است که با ستبرای نمادین ۷۰-۵۰ متر در جنوب باختری فیروزآباد رخنمونی اندک دارند. دولومیت های این واحد در راستای گسله بر روی کنگلومرای مایل به قرمز و یا مارن و سنگ آهک ائوسن میانی رانده شده اند. زاویه شیب سطح گسله ۳۰-۰ درجه است. نهشته های مارنی و ماسه سنگی ائوسن میانی نیز بر روی سنگ های کربناتی این واحد رانده شده اند. سن آن ها بر پایه همسانی شان با بخش دولومیتی سازند سلطانیه، پالئوزوئیک زیرین؟ برآورد شده است.

دونین

واحد D_1^b (سازند بهرام)

این واحد دربرگیرنده سنگ های آهکی و آهک دولومیتی به رنگ خاکستری، تیره چرت دار و بلورین همراه با میان لایه های ماسه سنگ آهکی و یا ماسه سنگی به رنگ خاکستری مایل به قرمز به ستبرای نزدیک به ۳۵۰ متر است. بخش های کربناتی برجسته و صخره سازند و دارای فسیل های فراوان بازو پایان (Brachiopod) و مرجان است. ماکروفسیل ها به شرح زیر است.

Cyrtospirifer cf. archiaci (Murchison)

Cyphoterorhynchus Koraghensis (Sartener), Tentaculites sp. Age: Frasnian (Late Devonian)

سایر فسیل ها به شرح زیر است.

Eopteropoda (Styliolina) sp., Trilobite? deb., Echinodermata (Crinoids). Age: Middle-Late Devonian

با نگرش به بررسی های فسیل شناختی، به ویژه نمونه نخست سن این واحد دونین پسین است. رخنمون سنگ های این واحد در جنوب خاوری روستای نوروزی و شمال لنگر با رنگ عمومی خاکستری مایل به قرمز دیده می شود. رسوب های این واحد ساختمانی تاقدیسی محور شبیدار به سوی خاور ساخته اند و با همبری گسله در کنار شیل و ماسه سنگ های تیره رنگ سازند شمشک جای گرفته اند. نهشته های مارنی، شیلی گچ دار همراه با ماسه سنگی میوسن به گونه ای ناهمراز و دگرشیب بر روی آن ها نشسته اند. در زیر نهشته های این واحد بخش دولومیتی و آهک دولومیتی بیتومین دار و تا اندازه ای بلورین با لایه بندی ستر و تیره رنگ جای گرفته است که با نشانه D_1^b تفکیک شده است. این واحد با رخنمونی بسیار محدود در جنوب خاوری روستای نوروزی و در هسته تاقدیس جای دارد و گذر پائینی آن ها به واحدهای کهن تر نامشخص است.

مزوزوئیک

ژوراسیک

واحد J₁ (سازند شمشک)

این واحد در برگزیده تناوب شیل، سیلتستون و ماسه سنگ خاکستری رنگ است که با ستبرائی نزدیک به ۷۰۰ متر در بخش های باختری محدوده مورد بررسی جای دارد. شیل ها در برخی موارد زغال دار و سیاه رنگ اند. دایک های بازالتی تیره رنگ میوسن پایانی، گنبد داسیتی پلیو کواترنری و یا توده های نیمه ژرف اسیدی این واحد را بریده اند. گذر پائینی این واحد نامشخص است و گذر بالائی آن ها به سنگ های صخره ساز آهکی و یا آهک دولومیتی از سازند لار به علت تغییرات ناگهانی نوع رسوب ها و از سوئی بودن لایه کنگلومرایی در پی سازند لار ناپیوسته و هم شیب است. بخش های ماسه سنگی لایه بندی میانه تا ستربر دارد و برجسته تر نمایان شده اند. در جنوب جوزاقه سنگ های آهکی سازند لار با پی کنگلومرایی با ستبرای چند متر بر روی تناوب شیل های زغال دار با ماسه سنگ سازند شمشک جای گرفته است. در بخش های شمالی روستای لنگر گاهی میان لایه آهکی در این واحد شده است (خ. بهار فیروزی، ۱۳۷۷) ماکروفسیل های پیدا شده در آن ها به شرح زیر است.

Cidaris ? cf. filograna Isastrea sp., Salpingoteuthis sp., Belemnopsis sp.,
Reineckeites sp. Age: Early Jurassic

سن این واحد را می توان ژوراسیک پیشین در نظر گرفت.

واحد J₁ (سازند لار)

این واحد با گسترشی در خور توجه در بخش های باختری محدوده مورد بررسی در کوه یاریمجا رخمون دارد و در برگزیده سنگ های آهکی و آهک دولومیتی به رنگ خاکستری، قهوه ای روشن تا کرم رنگ و تا اندازه ای بلورین با لایه بندی ستربر تا توده ای و گاه میانه است که صخره هائی پر شیب را پدید آورده اند. فسیل مرجان و پوسته دو کفه ای در آن ها به چشم می خورد. گذر پائینی سنگ های این واحد به شیل و ماسه سنگ های سازند شمشک هم شیب و بیشتر، ناپیوسته است. بخش بالائی این واحد پوشیده است ولی ستبرای آن را می توان نزدیک به ۴۵۰ متر برآورد کرد. نهشته های شیلی، مارنی و گچ دار و ماسه سنگی و یا کنگلومرای قرمز رنگ میوسن به گونه ای ناپیوسته و در بیشتر موارد، دگر شیب بر روی نهشته های این واحد جای گرفته است. فسیل شناسی آن ها به شرح زیر است.

- *Carophyta sp., Miliolida, Ostracoda., echinoid's debris & spine., Spong spicul., Aeolisaccus sp.,*
Tubiphytes? Sp., Codiacea. Age: Late Jurassic (Malm)
- *Pseudocyclammina sp.?, Textularids, thamatoporella sp.,* Age: Late Jurassic (Malm)
- *Protoglobigerina sp., Crystallaria sp., Ammodiscus sp., Miliolidae Spong spiculs, Saccocoma sp.,*
Radiolaria, Ostracoda, echinoid's spine & debries, Bryozoa, Aeolisaccus sp., Tubiphytes ? sp., Codiacea,
Shell fragments, Algal fragments, Carophyta ? sp. Age: M. to Late Jurassic
- *Textularida, Microproblamatica, Radiolia, Spong Shell fragments, Nipponophycus ? sp., Clatocropsis*
sp., Age: Late Jurassic.

سن آن ها را می توان ژوراسیک پسین (مالم) بر آورد کرد که با سازند لار در البرز مرکزی در خور مقایسه است.

کرتاسه

واحد K₁ (بخش آهکی)

این واحد در بخش های شمال خاوری، در نزدیکی های روستاهای فهنه و برسلان، در شمال باختری در پیرامون روستای مورد آغاجی و با گسترشی کم در بخش جنوب خاوری، در نزدیکی روستای شتر سنگ، رخمون دارد. در برگزیده سنگ های آهکی اوربیتولین دار و آهک های ریفی و در مواردی همراه با میان لایه های مارنی به رنگ کرم-قهوه ای روشن و یا صورتی است. در کوه بلوزان، در نزدیکی های روستای فهنه، نهشته های این واحد در ساختمان های تاقدیسی با محوری در راستای شمال باختر-جنوب خاور جای دارند. در برخی موارد میان لایه های آهک انولیتی و سیلتستون همچنان در میان آهک های این واحد دیده شده است. ستبرای آن ها نزدیک به ۳۰۰ متر است. گذر پائینی نهشته های این واحد نامشخص است و بر روی سطوح فرسایشی آن ها روانه های گدازه و یا مواد پیروکلاستیک

و کلستیک پلیو کواترنری نشسته است. دایک ها و یا گنبد‌های داسیتی-آندزیتی پلیو کواترنری آن ها را بریده است. فسیل های دو نمونه از سنگ های این واحد به شرح زیر است.

- Orbitolina sp., Iraqia sp., Textularia sp., Pseudocyclammina sp., Lenticulina sp., Miliola sp., Gastropoda, Cladocropsis sp., Acicularia sp., Boueina sp., bryozoa.

- Orbitolina spp., Orb. Discoidea, Dictyoconus sp., Gastropoda. Age: Aptian

سن آن ها کرتاسه پیشین (آپسین) است که با سازند تیز کوه در البرز مرکزی در خور مقایسه است.

رخمون هائی محدود و پراکنده از این واحد در بخش جنوب خاوری ورقه یافت می شود که به وسیله آقای خلیل بهار فیروزی شناسائی شده است.

واحد K^{ml_1} (بخش مارنی-آهکی)

این واحد در برگیرنده تناوب مارن و شیل با سنگ آهک به رنگ سبز روشن به سبزیای نزدیک به ۱۵۰ متر است که زمین های نرم و روشن رنگی را پوشانده اند. بخش های مارنی و شیلی نرم تر و به رنگ مایل به سبز، ولی لایه های آهکی با ستبراهای ۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر، برجسته تر نمایان اند. این واحد به کرتاسه پیشین وابسته است. لاهار و مواد پیروکلستیک به رنگ خاکستری روشن، و یا نهشته های شیلی، مارنی و ماسه سنگی میوسن بر روی آن ها جای گرفته اند. در جنوب باختری برسلان و شمال روستای فهنه رخنمون این واحد دیده می شود. گذر پائینی این واحد به سنگ های آهکی همراه با میان لایه های مارنی واحد K^1 پیوسته و تدریجی است، ولی بخش بالائی آن ها پوشیده است. در میان لایه های آهکی این واحد فسیل اوربیتولین به فراوانی دیده می شود. فسیل های این واحد همسان با واحد K^1 است.

واحد K^{ls_2}

این واحد در برگیرنده سنگ های آهکی همراه با میان لایه ماسه سنگ و به رنگ خاکستری روشن مایل به کرم است. رخنمونی کم گستره از نهشته های این واحد در بخش باختری ورقه، نزدیکی های روستای نوروزی دیده می شود. بخش های آهکی فسیل هائی به شرح زیر در بردارند.

Orbitoides sp., Rotalia sp., Textularida, Rodist's debris, Shell fragments, Lithophllum sp., Age: Late Crtaeous (Maestrichtian).

بنابراین سن آن ها کرتاسه پسین (ماستریشین) مشخص شده است.

سنوزوئیک

پالئوژن

اؤوسن

نهشته های اؤوسن در منطقه در بر گیرنده سنگ های رسوبی و آتشفشانی است که با راستای همگانی شمال باختر- جنوب خاوری گسترشی وسیع را نشان می دهند. ستبرای کلی آن ها به حدود ۲۰۰۰ متر می رسد. بخش های رسوبی، آذر آواری و روانه های گدازه آتشفشانی به تناوب تکرار شده اند. گدازه های اؤوسن ترکیبی در حد بازیک تا میانه، و به مقدار کمتر اسیدی دارد که پیکر روانه های گدازه زیر دریائی همراه با سنگ های ولکانوکلستیک، هیالو کلستیک و یا توف گسترش یافته اند. بطور کلی ردیف اؤوسن، که بیشتر سن اؤوسن میانی-پسین را نشان داده اند، در این منطقه به سه مجموعه بخش شده اند که در نقشه با نشانه های E_3-E_1 مشخص شده اند. تکاپوهای آتشفشانی در مجموعه های E_3 و E_1 شدید است، به گونه ای که در روند آن حجمی سترگ از گدازه و مواد آذر آواری بیرون ریخته است. در مجموعه E_1 گدازه ها ترکیب میانه تا اسیدی، و به ندرت، بازیک دارند، حال آن که در مجموعه E_3 سنگ های آتشفشانی با گسترشی وسیع ترکیب بازیک تا میانه و به ندرت اسیدی نشان می دهند. دایک های خوراک دهنده اؤوسن و یا پلیو کواترنری نهشته های اؤوسن را بریده اند. توده های نیمه ژرف با سن احتمالی پلیو کواترنری نهشته های اؤوسن را بریده و شیبدار نموده اند. محلول های گرمایی که وابستگی نزدیکی با مخازن ماگمائی در سطوح بالائی پوسته زمین دارند به هنگام حرکت از شکستگی های موجود در سنگ ها سر راه، برخی عناصر همراه خود را بالا آورده و در پیکر رگه و رگچه معدنی بر جای نهاده اند.

مجموعه واحدهای E₁

این مجموعه در بر گیرنده سیلتستون، شیل، مارن های گچدار، کنگلومرا، ماسه سنگ و ماسه سنگ آهکی، پی آمد تکاپوهای آتشفشانی میانه تا بازیگ با سن ائوسن پیشین-میانی است که در محیط آبی کم ژرفا پدید آمده است. این مجموعه در بخش های جنوبی و جنوب باختری محدوده مورد بررسی رخنمون دارد.

واحد E^{m1}₁

این واحد در بر گیرنده تناوب مارن های گچدار و سیلتستون همراه با میان لایه های ماسه سنگی است که در بخش جنوب باختری محدوده مورد بررسی با ستبرای نزدیک به ۲۵۰ متر رخنمون دارد. در بخش زیرین این واحد سیلتستون ها و شیل های خاکستری رنگ واحد E^{s1} جای دارند. دایک ها و گدازه های بازیگ ائوسن آن ها را بریده اند.

واحد E^{c1}

این واحد در برگیرنده کنگلومرا همراه با میان لایه های میکروکنگلومرا با لایه بندی ستبر تا میانه به رنگ خاکستری مایل به قرمز است که در بخش های جنوب باختری منطقه در زیر مارن های واحد E^{m1} جای دارد و کنگلومرای پی ائوسن به شمار می آید. ستبرای آن ها نزدیک به ۱۵۰ متر است. قطعه سنگ ها در بر گیرنده سنگ های آتشفشانی سنگ های آهکی مزوزوئیک، و در برخی موارد، سنگ های دگرگونی است.

واحد E^{s1}

این واحد در بر گیرنده تناوب سیلتستون، سیلتستون آهکی و شیل همراه با میان لایه های ماسه سنگی به رنگ خاکستری با سطوح هوازده قهوه ای روشن با ستبرای حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر است که لایه بندی ظریف تا میانه را نشان می دهد. این واحد در بخش جنوب باختری محدوده مورد بررسی در هسته تاقدیس و در زیر مارن های ماسه ای و یا گچدار واحد E^{m1} جای دارد. در برخی موارد دایک های آندزیتی - بازالتی ائوسن آن ها را بریده است. گذر پائینی این واحد نامشخص است.

واحد E^{l1}

این واحد که در بخش جنوب باختری رخنمون دارد در برگیرنده سنگ های آهکی، آهک ماسه ای برونگ کرم با لایه بندی متوسط همراه با مارن است، بصورت میان لایه با ستبرای نزدیک به ۱۰۰ متر در درون واحد E^{m1} جای دارد. با نگرش به بررسی فسیل شناسی، برای این واحد در ورقه صفی آباد سن ائوسن پیشین - میانی مشخص شده است.

واحد E^{cs1}

این واحد در بر گیرنده کنگلومرا همراه با میان لایه های ماسه سنگ و در مواردی تناوب کنگلومرا و ماسه سنگ به رنگ خاکستری مایل به قرمز با لایه بندی ستبر تا میانه است. ستبرای آن ها تا ۸۰۰ متر می رسد و با راستای شمال باختری-جنوب خاوری در بخش های جنوب باختری و جنوبی منطقه گسترش دارند. قطعه های کنگلومرا، در برگیرنده سنگ های آتشفشانی ائوسن، سنگ های آهکی و ماسه سنگ مزوزوئیک، سنگ های دگرگونی و نفوذی است. در بخش زیرین این واحد سنگ های آتشفشانی واحد E^{v1} و یا مارن، شیل و ماسه سنگ واحد های E^{m1} جای دارد. بخش های بالائی این واحد دانه ریزتراند و با گذر عادی به لایه های آهکی فسیل دار و سیلتستون واحد E^{sl1} و یا مارن های واحد E^{m2} تبدیل می شوند.

واحد E^{v1}

این واحد در برگیرنده روانه های گدازه و گدازه های برشی شده با ترکیب تراکی آندزیتی-کوارتز لاتیتی همراه با توف و توفیت و به رنگ خاکستری مایل به قرمز و یا صورتی است که با ستبرائی نزدیک به ۳۰۰ متر و به گونه ای توده مانند تا ستبر لایه در بخش های جنوبی محدوده مورد بررسی با راستای شمال باختری-جنوب خاوری گسترشی در خور توجه دارد. در سنگ ها بخش های تیره در پیکر لکه و یا نوارهای باریک دیده می شوند که از انبوهه کانی های کدر (اکسید آهن) فراهم آمده اند. سنگ ها بیشتر، آفانیتیک اند و فنوکریست در آن ها به خوبی آشکار نیست. نهشته های کنگلومرائی و ماسه سنگی مایل به قرمز رنگ ائوسن (واحد E^{cs1}) بیشتر، بر روی این واحد نشست است. دایک های داسیتیک آندزیتی آن ها را بریده است. فلدسپات آلکالن در زمینه سنگ و یا میکروفنوکریست یافت می شود.

پلاژیوکلازها، فنوکریست های روشن رنگ سنگ به شمار می آیند. پروکسن و بیوتیت همراه با ادخال کانی تیره و همچنین کوارتز در سنگ یافت می شود. کلسیت و کانی رسی از جمله کانی های ثانویه سنگ است. داشتن اکسید آهن قرمز رنگ از ویژگی های اینگونه سنگ ها است که می تواند بر اثر بالا بودن فشار اکسیژن در ماگمای پدید آمده باشد.

یک نمونه از توف ها، از نوع کریستال-لیتیک توف با ترکیب احتمالی داسیتی است.

واحد E^{v1}

این واحد در برگیرنده روانه های گدازه و گدازه های برشی شده آندزیتیک بازالتی، بیشتر حفره دار، اپیدوتی و کربناتی شده به رنگ خاکستری مایل به سبز تیره است که درون سنگ های آتشفشانی واحد E^v جای دارد و بخشی از آن به شمار می آید. این بخش با رنگی تیره تر مشخص است. اپیدوت در پیکر رگه و یا انبوهه کانی در سنگ ها دیده می شود. ستبرای این واحد تا ۱۰۰ متر نیز می رسد.

یک نمونه از گدازه های آندزیتی بازالتی این واحد بافت پرفیریتیک با زمینه میکروولیتی دارد و فنوکریست ها در بر گیرنده پلاژیوکلاز شکل دار کربناتی، آلبیتی، سریسیتی و اپیدوتی شده با بافت غربالی، قالب هائی از کانی مافیک کربناتی و اپیدوتی شده، اولیوین ایدینگستی و کلریتی شده، است. زمینه سنگ متشکل از میکروولیت های پلاژیوکلاز، شیشه اکسیدی، کلریت، کانی های تیره و اپیدوت است. حفره ها با کلریت نوع پنین پر شده است.

واحد E^{m2}

این واحد در برگیرنده شیل و مارن همراه با میان لایه های آهکی و آهک ماسه ای فسیل دار است که به رنگ خاکستری مایل به سبز با سطوح هوازده کرم روشن است و در بخش های جنوب باختری رخنمون دارد. رنگ روشن و سطوح فرسایشی نرم و وجود لایه های ظریف شیلی و مارنی از ویژگی های این واحد است. نهشته سنگ های این واحد در هسته ناودیسی به راستای شمال باختری-جنوب خاوری جای گرفته و گسله دهنو موجب راندگی کنگلومرا و ماسه سنگ واحد E^{cs} بر روی آن ها شده است. ستبرای آن ها نزدیک به ۱۵۰ متر می رسد. لایه های آهکی با فسیل نومولیت درشت در بخش های زیرین این واحد یافت می شود که سن ائوسن میانی را نشان می دهد.

واحد E^{s1}

این واحد در برگیرنده تناوب سنگ آهک نومولیت دار، سیلستون و ماسه سنگ آهکی به رنگ خاکستری مایل به سبز و یا بنفش به ستبرای حدود ۳۰ تا ۵۰ متر است که در بردارنده نومولیت های درشت با قطر تا ۲ سانتیمتر است. بر پایه بررسی های فسیل شناسی نمونه های این واحد سن ائوسن پیشین-میانی برای آن ها مشخص گردیده است.

1) Nummulites perforatus (Montfort) Age: Middle Eocene (Lutetian).

2) Nummulites globolus, Nummulites sp., Pyrgo sp., Cibicides sp., Miliolida, Coral, echinoid's spine & debris, Lithothamnium sp., Age: Early to M. Eocene.

واحد E^{st}

این واحد در برگیرنده تناوب شیل و ماسه سنگ توفی و به رنگ سبز روشن است که در شمال خاوری مشکان رخنمون دارد، ستبرای آن ها نزدیک به ۴۰ متر می رسد. این واحد همبری گسله و یا پوشیده با واحدهای مجاور دارد ولی با نگرش به همسانی سنگ شناختی می توان آن ها را بخشی از واحد E^{m2} بر شمرد.

مجموعه واحدهای E_2

این مجموعه با مارن های گچدار، سنگ گچ، شیل و سنگ آهک نومولیت دار آغاز می شود و در پی آن با فراورده های تکاپوهای آتشفشانی بازیگ-میانه و سپس با لایه های کنگلومرائی، ماسه سنگی و شیلی دنبال می شود. بر روی هم نهشته های این واحد به رنگ خاکستری مایل به سبز روشن و در مواردی خاکستری مایل به بنفش بوده که در یک محیط دریائی کم ژرفا و محیط احیا کننده بر جای نهاده شده اند. در این واحد، کمتر، لایه های قرمز رنگ دیده می شود.

واحد E^{m_2}

این واحد در برگیرنده مارن های گچ دار، لایه های گچ، شیل‌های رسی و سیلتی همراه با میان لایه های آهکی و به رنگ های سبز روشن و قرمز و بنفش است که ستبرای آن ها نزدیک به ۳۰۰ متر می رسد و به گونه ای عادی بر روی کنگلومرای واحد E^{cs_2} جای می گیرد و با رنگ روشن، لایه بندی ظریف و سطوح فرسایشی نرم مشخص است. بودن لایه های گچ می تواند گویای آب و هوایی گرم و خشک و حوضه های کولابی است. این واحد در بخش زیرین، آهکی و نومولیت دار است.

واحد E^{mg_2}

این واحد در برگیرنده مارن های گچدار و سنگ گچ به رنگ سبز روشن، صورتی تا سفید است که ستبرایی نزدیک به ۱۲۰ متر را نشان می دهد. سنگ گچ این واحد می تواند کاربرد صنعتی داشته باشد. این واحد بخشی از واحد E^{m_2} به شمار می رود.

واحد E^{m_1}

این واحد در برگیرنده مارن و سنگ آهک فسیل دار با لایه بندی میانه تا نازک به رنگ خاکستری-کرم با ستبرای نزدیک به ۱۵۰ متر است که نسبت به بخش های مجاور برجسته تر نمایان است. این واحد بخشی از واحد E^{m_2} به شمار می آید.

واحد E^1_2

این واحد در برگیرنده سنگ های آهکی نومولیت دار به رنگ کرم-قهوه ای روشن است که با ستبرای نزدیک به ۵۰ تا ۱۰۰ متر بخشی از واحد E^{m_2} به شمار می آید. سن آن ها بر پایه به نتایج بررسی فسیل شناسی، به شرح زیر، ائوسن میانی (لوتسین) مشخص شده است.

Nummulites brongniarti, *Nummulites aturicus*, *Nummulites lucasi*, *Nummulites globolus*, *echinoid's spine & debris* Age: Middle Eocene (Lutetian)

واحد E^{cs_2}

این واحد در برگیرنده کنگلومرا همراه با میان لایه های ماسه سنگی و به رنگ خاکستری است. بر روی سنگ های آتشفشانی واحد E^v_2 نشسته است. ستبرائی نزدیک به ۱۵۰ متر دارد و به گونه ای برجسته و تا اندازه ای صخره ساز است. در نزدیکی روستای گلبین، این واحد در راستای گسله گلبین بر روی شیل و مارن های واحد E^{m_2} رانده شده است. قطعه های کنگلومرا در اندازه های گوناگون تا ۱/۵ متر با جورشدگی کم و گرد شدگی اندک تا متوسط، و بیشتر، از نوع سنگ های آتشفشانی ائوسن و یا سنگ های نفوذی کهن است. این واحد توسط دایک های تراکی آندزیتی، کوارتز تراکی آندزیتی آنها را بریده است.

واحد E^v_2

در بخش های جنوب خاوری منطقه رخنمون دارد. ردیف چهارم ائوسن این منطقه با تکاپوهای وابسته به این واحد آغاز می شود و در برگیرنده روانه های گدازه آندزیتی بازالتی هیالوکلستیکی، حفره دار و بیشتر، تجزیه شده است که با رنگ تیره و پیکر توده ای خود مشخص است. کنگلومرا و ماسه سنگ واحد E^{cs_2} بر روی سنگ های آتشفشانی این واحد نشسته اند. دایک های داسیتی آندزیتی روشن رنگ با راستای همگانی شمال باختری-جنوب خاوری آن ها را بریده است. این مجموعه در راستای گسله گلبین بر روی نهشته های مارنی، شیلی واحد E^{m_2} رانده شده است. درهمبری توده نفوذی نیمه ژرف میکروگرانودیوریتی گدازه های بازیک این واحد دستخوش دگرسانی شدید شده اند. یک نمونه از آن ها از نوع متابازالت است. که بافت اولیه پرفیریتیک را نشان می دهد. فنوکریست ها از نوع پلاژیوکلازهای کلسیک و پیروکسن های اوژیتی اند. پلاژیوکلازها به گونه ای فراگیر دچار تجزیه زیاد شده و همچنین بیشتر، پرنیتی شده اند. در این بلورها کانی های اپاک و بیوتیت های ریز و همچنین گاه آپاتیت دیده می شود. پیروکسن ها نیز به سرپانتین-کلریت و کربنات تجزیه شده اند. در زمینه فلدسپات آلکالن و بیوتیت های ریز پراکنده است که به گمان، ثانویه اند. کوارتز ناچیز، کربنات، کمی سیریسیت و کلریت، لوکوکسن، کانی های کدر و اکسید آهن

فراوان از دیگر اجزاء سنگ به شمار می روند. فراوانی کانی های ثانویه و پاراژنز آن ها می تواند نشان از تاثیر یک دگرگونی خفیف بر سنگ باشد. در برخی نقاط رگه های معدنی هماتیتهی آن ها را بریده است.

واحد E^s_2

این واحد در برگیرنده تناوب شیل، سیلتستون و ماسه سنگ و به رنگ خاکستری مایل به سبز روشن است. بخش های ماسه سنگی برجسته تر نمایان اند. ستبرای آن ها به ۳۵۰ متر می رسد و با رخنمونی درخور توجه و راستای شمال باختری جنوب خاوری در بخش های جنوب خاوری محدوده رخنمون دارد. رنگ خاکستری مایل به سبز و نبودن بخش های قرمز رنگ از ویژگی های این واحد است. سنگ های آتشفشانی با ترکیب تراکی آندزیتی-کوارتز تراکی آندزیتی وابسته به ائوسن و یا توده نفوذی نیمه ژرف آن ها را بریده است.

واحد E^{sh}_2

این واحد در برگیرنده شیل های خاکستری تیره مایل به بنفش، و در بخش پی، همراه با ماسه سنگ است که بر روی هم ستبرای نزدیک به ۱۵۰ متر دارد و به گونه ای عادی بر روی نهشته های کنگلومرائی و ماسه سنگی واحد E^{cs}_2 جای دارد و در هسته تاقدیس گلبین با روند شمال باختری-جنوب خاوری و در زیر لایه های تناوب سیلتستون و ماسه سنگ واحد E^s_2 جای گرفته است. دایک های داسیتی آندزیتی و یا آندزیتی بازالتی آن ها را بریده است.

مجموعه واحد های E_3

در بخش زیرین این مجموعه، نهشته های قرمز کنگلومرائی، ماسه سنگی و شیلی و مارن های گچدار و سنگ گچ برنگ سبز روشن جای دارد که در محیط کم ژرفا، اکسیدان و یا کولابی پدید آمده اند و با سازند کند در البرز مرکزی برابرند. بخش بالائی این مجموعه بیشتر متشکل از سنگ های آتشفشانی با ترکیب بازیک-میانی همراه با توف است که در محیط دریائی به نسبت کم ژرفا پدیدار شده است. به طور کلی گذر بخش زیرین این مجموعه به مجموعه E_2 همراه با نبود چینه ای است، به گونه ای که کنگلومرای واحد E^{sc}_3 را می توان کنگلومرای پی در پیشروی دریای ائوسن پایانی در نظر گرفت.

واحد E^{sc}_3

این واحد در برگیرنده تناوب ماسه سنگ و شیل همراه با میان لایه های کنگلومرائی، توفی و توفیتی و به رنگ قرمز با ستبرای نزدیک به ۷۰۰ متر است که در بخش های جنوب خاوری و به گونه ای پراکنده در بخش های شمال باختری و یا مرکزی محدوده رخنمون دارد. گذر پائینی نهشته های این واحد به واحد E^s_2 ناپیوسته است، زیرا شرایط رسوب گذاری از واحد E^s_2 به رنگ سبز روشن به نهشته های قرمز رنگ این واحد به شدت تغییر کرده و ناپیوستگی میان آن دو دیده می شود. در بخش های بالائی این واحد نهشته های مارنی گچ دار به رنگ خاکستری روشن مایل به سبز و یا قرمز روشن جای گرفته است. دایک های کواتز تراکی آندزیتی، بازالتی-آندزیتی ائوسن و یا داسیتی آندزیتی پلیو کواترنری آن ها را قطع کرده است.

واحد E^{mg}_3

این واحد در برگیرنده شیل های مارنی، سیلتی گچ دار همراه به میان لایه های سنگ گچ، ماسه سنگ، توفیت، سنگ آهک بر روی هم به رنگ خاکستری روشن مایل به سبز روشن و در برخی موارد مایل به قرمز به ستبرای نزدیک به ۶۰۰ متر است. توده نفوذی نیمه ژرف میکرومونوزودئوریتی، بازالت ائوسن، دایک های کوارتز لاتیت آندزیتی پلیو کواترنری آن ها را بریده است. این واحد با سطوح فرسایشی نرم و رنگ روشن مشخص است.

واحد E^{tv}_3

این واحد در برگیرنده تناوب توفیت هماتیتهی، ماسه سنگ توفی، شیل و گدازه های آندزیتی-بازالتی است که با رنگ خاکستری مایل به قرمز و ستبرای نزدیک به ۱۵۰ متر در بخش باختری محدوده مورد بررسی رخنمون دارد و در زیر واحد E^{vb}_3 جای دارد.

واحد E^{vb}_3

این واحد در برگیرنده تناوب گدازه های بازالتی-آندزیتی هیالوکلیستیک، اسپیلیتی، در مواردی حفره دار، تراکی آندزیت همراه با گدازه های برشی شده، توفیت هماتی، لیتیک توف، ماسه سنگ توفی و به رنگ خاکستری تیره مایل به سبز و یا قرمز است که با ستبرای نزدیک به ۷۰۰ متر با راستای شمال باختری-جنوب خاوری گسترش وسیعی دارد. در نزدیکی های روستای فوزه زن هیالوکلیست های بازالتی تا بازالتی آندزیتی این واحد به رنگ خاکستری تیره مایل به بنفش دارای قطعات زاویه دار تا نیمه گرد شده است که قطر آن ها حداکثر به ۱ متر می رسد. دایک های خوراک دهنده بازالتی آن ها را بریده است. برخی قطعه های سنگی در بخش کناره ای شیشه ای بوده و در بخش درونی دارای حفره های ریز پر شده با کانی های ثانویه ی مانند کلسیت است. سنگ ها، بیشتر، هماتی شده اند و کانی مس در پیکر مالاکیت در این گونه سنگ های بازیک زیر دریائی در بسیاری موارد دیده شده است. بخش گدازه ای نسبت به بخش های توفی و توفیتی و یا رسوبی برجسته تر و صخره سازترند. در بررسی پتروگرافی نام سنگ های گدازه ای بازالت حفره دار، هیالو بازالت آندزیتی، اولیوین بازالت تجزیه شده، تراکی آندزیت مشخص شده است. بافت آنها میکروولیتیک پرفیریک، بادامکی و شیشه ای مشخص گردیده است. فنوکریست ها در برگیرنده کلینوپیروکسن (اوزیت) کمی تجزیه شده به کلریت، پلاژیوکلاز با بافت غربالی و با ترکیبی نزدیک به لابرادوریت، اولیوین ایدینگسیتی شده بوده که در زمینه ای در برگیرنده پلاژیوکلاز، پیروکسن، شیشه، کانی های ثانویه و کانی های اوپاک جای گرفته اند.

واحد E^{an}_3

این واحد در برگیرنده روانه های گدازه و گدازه های برشی شده آندزیتی است که بخشی از واحد E^{vb}_3 است و در بخش های خاوری و مرکزی منطقه رخنمون دارد. ستبرای آن ها نزدیک به ۲۵۰ متر می رسد.

واحد E^l_3

این واحد در برگیرنده سنگ آهک و دولومیت متوسط لایه چرت دار است که به گمان، در درون واحد E^{vb}_3 جای دارد و ستبرای آن به ۳۰ متر می رسد. سیلیس موجود در لایه های کربناتی به رنگ تیره بوده و بصورت گرهک، نوار و یا عدسی است و ستبرای آن ها به ۴۰ سانتیمتر نیز می رسد.

واحد E^b_3

این واحد در برگیرنده بخش های گدازه ای بازیک واحد E^{vb}_3 و یا دایک های خوراک دهنده آن است که از نوع اولیوین تراکی بازالت، پیروکسن بازالت، آندزیتی بازالت بیشتر، تجزیه شده است. بافت آن ها میکروولیتیک پرفیریک و گاه تراکیتی است. فراوان ترین کانی را پلاژیوکلاز (کلسیک تا متوسط) تشکیل می دهد که بیشتر، تیغه ای شکل یا میکروولیتی است. پیروکسن نیز عمده کانی مافیک بوده که به هر دو صورت درشت بلور و ریز بلور در لابلای میکروولیت های پلاژیوکلاز پراکنده است. هیپرستن و اوزیت از انواع پیروکسن های موجود می باشد. اولیوین بصورت بلورهای نیمه شکل دار تا بی شکل است که به ایدینگسیت و کانی های کدر-اکسید آهن تجزیه شده در برخی نمونه ها وجود دارد. بیوتیت های عموماً ریز و تجزیه شده، کلریت کم، کانی های کدر-اکسید آهن قابل توجه از دیگر اجزاء سنگ است. فلدسپات قلبایی به ویژه در زمینه برخی از نمونه ها دیده می شود. سنگ های این واحد در نمودار ژئوشیمیایی لومتر (۱۹۸۹) در محدوده بازالت، تراکی بازالت و بازالتی تراکی آندزیت تغییر می نمایند. بیشتر، اشباع و ندرتا تحت اشباع از سیلیس می باشند. کانی زائی مس بصورت مالاکیت در بسیاری از موارد در سنگ های این واحد دیده می شود.

واحد E^{tr}_3

این واحد در برگیرنده روانه های گدازه و گدازه های برشی شده با ترکیب تراکی آندزیتی و کوارتز تراکی آندزیتی به رنگ صورتی و یا قهوه ای مایل به قرمز و یا خاکستری است که با ستبرای حدود ۲۵۰ متر جوانترین بخش ائوسن را تشکیل داده و بر روی واحد E^{vb}_3 نشسته است. در برخی موارد گدازه های دورگه (Hybrid) در این واحد دیده می

شود که در آن ها قطعات و زبانه های آندزیتی بازالتی خاکستری تیره در زمینه ای روشن رنگ از نوع تراکی آندزیت جای گرفته است که شاهدهی بر اختلاط ماگمای بازیک تا میانه می باشد.

بافت سنگ ها میکروولیتیک میکروپرفیریک است. نام آن ها (کوارتز) لاتیت آندزیتی تجزیه شده سرشار از کانی های کدر مشخص گردیده است.

فئومیکروفنو کریست ها در برگیرنده پلاژیوکلاز شکل دار-نیمه شکل دار، گاه زونه و جانشینی با اکسید آهن در برخی و حاشیه به نسبت ضخیمی از اکسید آهن. تجزیه به سرسیت در گروهی متداول است، آمفیبول هایی که عموماً در حد وسیعی اپاسیته یا با کانی های کدر-اکسید آهن جایگزین شده است، کمی پیروکسن که اینها نیز با اکسیدهای آهن احاطه شده اند. زمینه در برگیرنده پلاژیوکلاز سدیک، فلدسپات آلکالن همراه با کانی های کدر-اکسید آهن (هماتیت) فراوان است. در داخل این واحد در مواردی روانه های گدازه بازالتی تیره رنگ حفره دار و توف برش دیده می شود.

نئوژن

میوسن

واحد M^c

این واحد در برگیرنده کنگلومرا همراه با میان لایه های ماسه سنگ و میکروکنگلومرا به رنگ خاکستری مایل به قرمز با لایه بندی ستبر تا متوسط است که با ستبرای حدود ۲۰۰ متر در بخش های باختری محدوده مورد بررسی رخنمون دارد و بطور ناپیوسته و در بسیاری موارد دگر شیب بر روی سنگ های آهکی-آهک دولومیتی سازند لار، شیل و ماسه سنگ های سازند شمشک نشسته است. قطعات کنگلومرا کمی گرد شده در ابعاد حداکثر ۱ متر و بیشتر از نوع سنگ های کربناتی و ماسه سنگی مزوزوئیک است. این واحد در زیر نهشته های مارنی گچ دار و شیلی و ماسه سنگی واحد Msm جای دارد.

واحد Msm

این واحد در برگیرنده تناوب شیل و مارن گچ دار همراه با میان لایه های ماسه سنگ، کنگلومرا و سنگ گچ به رنگ قرمز تا سبز است. در برخی موارد رگه و رگچه های گچ در نهشته های این واحد، به ویژه در مارن ها دیده می شود. ستبرای آن ها نزدیک به ۹۰۰ متر می رسد. این واحد بطور عادی بر روی کنگلومرای میوسن جای گرفته است. دایک های بازالتی واحد M^b آن ها را بریده است. میان لایه های ماسه سنگی و کنگلومرائی برجسته تر نمایان هستند. نهشته های کنگلومرائی پلیو کواترنر بیشتر، بطور ناپیوسته بر روی آن ها جای گرفته اند. این واحد چین خوردگی ملایمی داشته و در قسمت های باختری، جنوبی و به مقدار کمتر شمال خاوری محدوده مورد بررسی رخنمون دارد.

واحد M^b

این واحد در برگیرنده دایک ها و گدازه های بازالتی فوئید دار به رنگ خاکستری تیره مایل به سبز است که واحدهای رسوبی میوسن (سازند قرمز بالائی) را بریده و نهشته های پلیو کواترنر بر روی آن ها نشسته است، در نتیجه سن آن ها را می توان میوسن پایانی در نظر گرفت. رخنمون آن ها در بخش های باختری ورقه دیده می شود. در اینگونه سنگ ها بیوتیت به فراوانی وجود دارد. بافت سنگ ها پرفیریتیک و نام آن ها بازالت فوئیددار-لامپرفیر مشخص گردیده است. فنوکریست ها در برگیرنده کلینوپیروکسن (اوژیت دیوپسیدیک)، بیوتیت بصورت شکل دار تا نیمه شکل دار است که زمینه ای متشکل از تیغکهای کلینوپیروکسن فراوان، بیوتیت، کانی کدر فراوان، کانی های فلدسپاتوئید (سودالیت، آنالسیم)، آپاتیت فراوان، کربنات کلسیم جای دارند. حفره های زیادی در سنگ وجود دارد.

پلیوسن-کواترنر

واحد PI-Q^c

این واحد کنگلومرائی به صورت نواری با روند جنوب خاور-شمال باختر از پیرامون روستاهای اندر آب-سید آباد (جنوب خاور ورقه) تا روستای تارخه (در شمال باختر ورقه) شکل گرفته است. ادامه شمال غربی این واحد سنگی را می توان در ورقه صفی آباد مشاهده نمود. رخساره این واحد به صورت کنگلومرای خاکستری رنگ با گردشگی خوب و

جورشدگی متوسط تا بد می باشد که قلوه های آن با سیمانی از کربنات کلسیم به یکدیگر پیوند خورده اند. با این حال، سیمانی شدن (Cementation) و در نتیجه استحکام این واحد سنگی از منطقه ای به منطقه دیگر تغییر می کند. چین خوردگی یکی از ویژگی های این واحد سنگی است ولی مقدار شیب آن بیش از ۱۸ درجه نیست. بیشترین ستبرای این واحد سنگی را می توان در جنوب ابراهیم آباد و در شمال و شمال باختری یام تا عباس آباد مشاهده نمود. در این ناحیه ستبرای واحد کنگلومرانی به ۲۰۰ متر بالغ می گردد. قلوه های سنگی کنگلومرای PI-Q^c بیشتر از سنگ های آتشفشانی-ماسه سنگ و آهک می باشد. وجود مصالح ریز دانه موجود در بین قلوه های درشت دانه، باعث شده تا تخلخل این واحد سنگی به حداقل برسد. کنگلومرای مذکور شباهت زیادی به بخش های بالائی سازند هزاردره دارد. سازند هزاردره که در مقطع تیپ ۱۲۰۰ متر ستبرای دارد، با توجه به ویژگی های سنگ شناختی به دو بخش تفکیک می گردد. بخش پائینی در برگیرنده مارن-ماسه سنگ و کنگلومرا و بخش بالائی که تماماً دارای رخساره کنگلومرانی می باشد. مرز این دو بخش مرزی لیتولوژیکی است که پیامد فاز کوهزائی والین (Walachian) می باشد. به همین دلیل سن سازند هزار دره توسط ریبین (۱۹۵۵) و پدرامی (۱۳۶۲) پلیوسن-پلیستوسن تعیین گردیده است. در مقایسه با مقطع تیپ سازند هزاردره، کنگلومرای رخنمون یافته در ورقه مشکان، می تواند معادل بخش های بالائی سازند هزار دره در نظر گرفته شود. بنابراین سن آن پلیستوسن پیشین (کواترنر پیشین) می باشد. با این حال برای حفظ هماهنگی با سایر نقشه های زمین شناسی، سن این واحد را پلیو-پلیستوسن PI-Q^c در نظر گرفته ایم.

قطعات کنگلومرا در ابعاد گوناگون و حداکثر ۱ تا ۱/۵ متر است و بیشتر از نوع سنگ های آتشفشانی و رسوبی ائوسن و سنگ های کربناتی مزوزوئیک می باشد. در بخش های بالائی این واحد میان لایه های چند متری مواد پیروکلاستیکی و یا لاهار پلیو کواترنر ظاهر می شود. در حوالی روستای کوه دره لاهار و مواد پیروکلاستیکی از نوع توف برش اسیدی با رنگ خاکستری روشن در بخش های بالائی کنگلومرای پلیو کواترنر ظاهر شده است. قطعات کنگلومرا سنگ های آتشفشانی اسیدی تا میانه پلیو کواترنر دیده نمی شود. گنبد داسیتی-داسیتی آندزیتی واحد PI-Q^d در حوالی روستای گاهان بالا نهشته های این واحد را بریده است.

واحد PI-Q^{la}

این واحد متشکل از نهشته های اپی کلاستیکی پلیو کواترنر در برگیرنده روانه های لاهار، کنگلومرا و آبرفت های رودخانه ای است که به رنگ خاکستری نسبتاً روشن بدون لایه بندی و یا با لایه بندی ضعیف است. قطعات سنگ های آتشفشانی با ترکیب تا میانه به صورت زاویه دار و یا نیمه گرد شده در زمینه ای ریز دانه متشکل از خاکستر، مواد رسی و خرده سنگ جای گرفته است. مواد سازنده این واحد از مواد پیروکلاستیکی و یا گدازه های برشی شده پلیو-کواترنر تهیه شده و بر روی آن ها با شیب ملایم جای گرفته است. در برخی موارد نهشته های پیروکلاستیکی با لاهار تناوب داشته و تفکیک آن ها به خوبی مقدور نیست. رخنمون وسیعی از نهشته های این واحد در بخش های شمالی نقشه دیده می شود. ستبرای آن ها نزدیک به ۱۵۰ متر می رسد.

از مهمترین ویژگی های نهشته های لاهار که امروزه دور تا دور کوه ماهرخ (در مرکز ورقه مورد مطالعه) را احاطه کرده است، فقدان چین خوردگی و سیمانی شدن آن است. ضمن آنکه تراسهای ایجاد شده توسط این نهشته ها بلندترین تراس های منطقه را تشکیل می دهد (در حدود ۱۲۵ متر بالاتر از روستای دزق). نکته قابل ذکر اینست که از نظر رخساره هم ارز بخش هائی از سازند مراغه می باشد. بنابراین از دیدگاه چینه شناسی تکتونیکی (Tectonostratigraphy)، تراس های ایجاد شده توسط لاهار با اختلاف ارتفاع حدود ۱۲۵ متر از سطح روستای دزق، می تواند مربوط به حرکات فراشیبی فاز اصلی کوهزائی پاسادنین باشد (چهارمین دسته تراس در منطقه). در نتیجه سن تشکیل آن بالاترین بخش کواترنر پیشین است. با این حال، سن این واحد را به عنوان PI-Q^{la} نشان داده ایم.

واحد PI-Q^v

این واحد در برگیرنده روانه های گدازه با ترکیب کوارتز تراکی آندزیتی، داسیتی آندزیتی، داسیتی و یا تراکی آندزیتی است. شروع فعالیت این واحد با گدازه های هیالوتراکی آندزیتی بوده است.

بافت سنگ ها پرفیریتیک با زمینه میکرولیتیک و کریپتوکریستالین و گاه تراکیتی بوده و فنوکریست ها در برگیرنده پلاژیوکلاز از دو نسل، عده ای سالم و برخی تجزیه شده به کانی های رسی، سریسیت، کلریت و یا جانشین شده با کلسیت، هورنبلند با حاشیه اوپاسیته، بیوتیت تشکیل یافته که در زمینه ای ریز بلور تا نهان بلور متشکل از پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکان، کوارتز، کانی های رسی، کلریت، کانی های کدر-اکسید آهن، کربنات، سریسیت و آپاتیت جای گرفته اند. نمونه های این واحد در نمودار لومتر و همکاران (۱۹۸۹) در محدوده تراکی آندزیت، آندزیت و در نمودار AFM ایروین و باراگار (۱۹۷۱) در محدوده کالکو آلکان جای گرفته اند. این واحد با ستبرای حداکثر ۱۵۰ متر بر روی گدازه های برشی واحد PI-Q^{vc} و یا کهن تر جای گرفته است. گدازه های دورگه (hybrid) به رنگ خاکستری مایل به قرمز که در آنها قطعه سنگ های تیره در زمینه روشن تر جای گرفته اند در این واحد دیده می شود.

واحد PI-Q^{py}

این واحد در برگیرنده توف برش، آگلومرا، توفهای پامیسیک با ترکیب اسیدی است که با رنگ خاکستری روشن و ضخامتی حدود ۱۰۰ متر بیشتر در بخش های شمالی محدوده مورد بررسی رخنمون دارد. قطعات سنگ های آتشفشانی با ترکیب ریوداسیتی بیشتر، متخلخل و گدازه های شیشه ای و پامیس با رنگهای خاکستری روشن و یا تیره در این واحد وجود دارد. قطعه سنگ ها بیشتر، جهت یافته بوده و در زمینه ای متشکل از خاکستر جای گرفته اند. ابعاد قطعه سنگ ها در حد چند سانتیمتر و یا دسیمتر است. نهشته های این واحد در محیط قاره ای و بر اثر فعالیت آتشفشانی انفجاری تشکیل یافته و با شیب ملایم در سطوح توپوگرافی اولیه گسترده شده اند. در بخش های مرکزی نقشه مواد پیروکلاستیکی این واحد به همراه لاهار بطور ناپیوسته بر روی سطوح فرسایشی نهشته های مایل به قرمز میوسن (سازند قرمز بالائی) نشسته اند. بدین لحاظ سن آن ها را می توان به پلیو کوارترن نسبت داد. روانه های لاهار و یا گدازه های داسیتی تا کوارتز تراکی آندزیتی بر روی نهشته های این واحد جای گرفته است. در بخش های شمال خاوری منطقه این واحد همراه با لاهار بر روی سطوح فرسایشی لایه های آهکی کرتاسه پیشین و در بخش های شمال باختری نقشه بر روی سنگهای آهکی ژوراسیک پایانی و یا سنگ های آتشفشانی ائوسن نشسته اند. در برخی موارد گنبدهای داسیتی و یا داسیتیکی آندزیتی نهشته های این واحد را بریده است قطعه سنگ ها از نوع داسیت با بافت پرفیریتیک با زمینه میکروکریستالین کوارتز-فلدسپاتیک تا میکرولیتیک می باشد. فنوکریست ها در برگیرنده پلاژیوکلاز از نوع الیگوکلاز-آلبیت، کوارتز با خاموشی موجی، بیوتیت شکل دار تا حدودی تجزیه شده به کلریت، و زمینه متشکل از کانی های فلسیک از نوع کوارتز-فلدسپات با تبلور میکروکریستالین همراه با میکرولیت های پلاژیوکلاز سدیک، شیشه، حفره ها پر شده با مواد ثانویه، کانی های رسی، کلریت و اکسید های آهن و کمی بیوتیت است. این گونه سنگ ها در نمودار لومتر و همکاران (۱۹۸۹) در محدوده داسیت، و در نمودار AFM ایروین و باراگا (۱۹۷۱) در محدوده کالکو آلکان جای گرفته اند. توف های این واحد با توجه به آزمایش XRD دارای کانی های Quartz, Feldspar, Clay mineral, Amphibol می باشند. مواد پیروکلاستیک این واحد در محیط قاره ای تشکیل یافته و نشانگر فعالیت انفجاری آتشفشانی می باشند.

واحد PI-Q^v

این واحد در برگیرنده گدازه های برشی و روانه های گدازه با ترکیب تراکی آندزیتی-داسیتی است که بر روی نهشته های پیروکلاستیکی واحد PI-Q^{py} جای گرفته اند. ستبرای آن ها نزدیک به ۲۵۰ متر می رسد و در بخش های شمالی نقشه و در دامنه کوه ها آتشفشانی گسترش یافته اند. اندازه ابعاد قطعات سنگی گدازه های برشی حداکثر نزدیک به ۱۵۰ سانتیمتر می رسد. بافت آن ها پرفیریتیک با زمینه میکرولیتیک تا تراکیتی و یا پرفیرولستیکی می باشد. فنوکریست ها از نوع پلاژیوکلاز، ندرتا کوارتز با آثار خوردگی خلیج مانند (Corroded) کانی های مافیک از نوبی پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت است. کانی های بیوتیت و آمفیبول بیشتر، اپاسیته شده اند. در زمینه پلاژیوکلازهای سدیک، فلدسپات قلیائی، هیپرستن، شیشه، کانی های کدر، کلسیت و در مواردی کلریت وجود دارد. بخش های گدازه ای در حد امکان به صورت واحد PI-Q^v تفکیک شده است. سنگ های این واحد بیشتر، به صورت توده ای بوده و رنگ خاکستری به نسبت روشن و یا مایل به صورتی نشان می دهند.

واحد PI-Q^{da}

این واحد در برگیرنده داسیتی آندزیت، داسیت و کوارتز تراکی آندزیت به رنگ خاکستری است که بصورت گنبد، دایک و یا گدازه های سبتر (Thick lava) نهشته های ائوسن را بریده و یا بر روی آن ها جای گرفته و جوانترین بخش نهشته های آتشفشانی پلیو کواترن را تشکیل می دهند گنبد های آتشفشانی این واحد در برخی موارد در چاله کالدرای ریزشی آتشفشانی یافته و ارتفاعات بلندی را به وجود آورده اند. بافت سنگ ها میکرولیتیک پرفیریک، میکرو کریستالین بوده و فنوکریست ها در برگیرنده پلاژیوکلاز با ساخت منطقه ای و بیشتر، شکل دار در حد آئزین-الیگوکلاز هستند که در زمینه ای متشکل از میکرولیت های پلاژیوکلاز، مجموعه های کوارتز فلدسپاتیک، کانی های ثانوی مانند کلسیت و کلریت، اکسید های آهن و گاه سربیسیت جای گرفته اند. بلورهای بیوتیت کلریتی نیز در سنگ به مقدار کم وجود دارد. نمونه ها در نمودار لومتر و همکاران (۱۹۸۹) در محدوده داسیت، در نمودار ابروین و بارگار (۱۹۷۱) در محدوده کالکوالکانل جای گرفته و فرا اشباع از سیلیس با گرایش سدیک می باشند. با توجه به نوع دگرسانی، نبودن رسوب در لابلائی گدازه ها، شکل و حالت گدازه ها محیط تشکیل آن ها قاره ای بوده است. سن آن ها با در نظر گرفتن محیط تشکیل، ترکیب سنگ شناسی و کانی شناسی پلیو کواترن می باشد. وجود کانی آمفیبول و بیوتیت بیشتر، اپاسیته شده از ویژگی های سنگ های این واحد است. ماگمای تشکیل دهنده این سنگ ها بر اثر تفریق ماگمای سازنده گدازه های واحد PI-Q^v بوجود آمده است. بالا بودن میزان گرانیوی ماگما موجب تشکیل گنبد های آتشفشانی این واحد شده است. در بخش های صورتی رنگ این واحد اکسید آهن فراوان، رنگ مایل به قرمز در سنگ ها بوجود آمده است.

واحد PI-Q^d

این واحد در برگیرنده داسیت-ریوداسیت پرفیری به رنگ خاکستری روشن مایل به صورتی است که بصورت گنبد آتشفشانی نهشته های ائوسن و یا ژوراسیک را بریده است. بافت سنگ ها پرفیریتیک با زمینه میکرو کریستالین است که در برخی موارد نیمه ژرف می باشد. رخنمون این واحد در بخش شمال باختری در شمال روستای ملک آباد و به مقدار کمتر در بخش باختری در حوالی روستای جوزاقه و جنوب نوروزی دیده می شود. این واحد را می توان بخشی از واحد PI-Q^{da} در نظر گرفت. درشت بلورها در برگیرنده (۱) پلاژیوکلاز با ترکیب الیگوکلاز-آندزین است که در مواردی دارای حاشیه ای از فلدسپات آلکانل است. این کانی در برخی نقاط بصورت مگاپرفیر دیده می شود، (۲) بیوتیت بصورت کانی کشیده و اپاسیته شده، کانی مافیک (به احتمال آمفیبول) کاملاً اپاسیته، (۳) کوارتز که به ندرت بصورت کانی درشت دیده می شود. زمینه سنگ های این واحد متشکل از مجموعه کوارتز-فلدسپاتیک، بیوتیت، کانی های رسی حاصل از تجزیه فلدسپات ها، کانی های کدر-اکسید آهن و کمی سربیسیت و کلریت می باشد. سن آن ها با توجه به ویژگی های سنگ شناسی پلیو کواترن است.

کواترنر

نهشته های کواترنری در ورقه مشکان از نقطه نظر زمان سنجی به دو بخش قابل تفکیک می باشد.

- کواترنر پیشین (پلئیسوسن پیشین)، متشکل از نهشته های آتشفشانی-رسوبی
- کواترنر پسین (پلئیسوسن پسین و هولوسن) به صورت مجموعه ای نهشته های آبرفتی وارریزه ای، همراه با رخنمون های محدود از پهنه های تراورتن. مقایسه نهشته های این دو واحد زمانی، مشخص می سازد که نهشته ها کواترنر پسین در ورقه مشکان از تنوع و گسترش بیشتری برخوردار می باشد.

کواترنر پیشین

نهشته های این واحد زمانی در برگیرنده کنگلومرا به همراه گدازه های آتشفشانی، نهشته های آذر آوری و لاهار می باشد که قبلاً توصیف گردید.

کواترنر پسین

بخش اعظم نهشته های کواترنر پسین در ورقه مشکان، دارای منشاء آبرفتی است که با سن متفاوت، ریخت شناسی متنوع و لیتولوژی گوناگون (نوع و ابعاد مصالح) هم در دامنه کوهها (به ویژه در دامنه های جنوبی و شرقی ورقه) و هم در زمین های پست و بستر رودخانه ها گسترش یافته اند. گونه گونی در نهشته های آبرفتی، معلول گذشت زمان و

تغییرات آب و هوایی از یک سو و تاثیر حرکات تکتونیکی (بیشتر به صورت فرایشی) و فرایندهای هوازدگی مکانیکی، از سوی دیگر است، آبرفت های مذکور دارای ۴ ویژگی می باشند.

- افقی بودن لایه ها و فقدان کج شدگی (Tilting)

- تخلخل-پوکی بالا

- غیر هوازده بودن مصالح

- سیمان بسیار ضعیف

علاوه بر نهشته های آبرفتی، نهشته های واریزه ای نیز به صورت محدود، هم بر روی برخی از دامنه ها و هم در داخل حوضه های کوچک نیز شکل گرفته اند. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به تفوق گسترش نهشته های آبرفتی و نیز رعایت حق تقدم و تاخر در راههای نقشه، شرح نقشه های کواترنر پسین فقط بر پایه سن آن ها می باشد. بنابراین نهشته های مذکور از قدیم به جدید عبارتند از.

- آبرفت های بسیار درشت دانه کوهپایه ای

به صورت آمیزه ئی از پاره سنگ (Cobble)، قلوه سنگ (Boulder) و شن، همراه با درصد کمی از ماسه است که در سطح ترازوی واقع در بالا دست کوهپایه ها و به دو فرم بادزن آبرفتی و پادگانه (Ttrace) شکل گرفته اند. در بادزن های آبرفتی Q^{fbg}_2 ، شکل مخروطی نهشته حفظ شده و دچار بریدگی و یا فرسایش نشده است. قطر مصالح نیز بطور معمول از سمت راس بادزن (Apex) به سمت پنجه (Toe) کاهش می یابد. نمونه های بادزن های آبرفتی را می توان در مرزان (جنوب ورقه) تخت عباس، باختر ساقی بیک و شیخ مصطفی مشاهده نمود. واحد مذکور معادل واحد A3 (پدرامی، ۱۳۶۲) بوده و از نقطه نظر تقسیم بندی اشکوب های یخ چالی، چینه شناسی تکتونیکی (Tectonostratigraphy) در محدوده مورد مطالعه، معادل عصر یخ میندل (mindel) می باشد.

در باختر فیروز آباد سکوهائی از آبرفت های بسیار درشت دانه مشاهده می گردد که سطح صاف و هموار آن ها به دیواره هائی پر شیب منتهی می شود. پادگانه های مذکور، بقایای بادزن های آبرفتی Q^{fbg}_2 هستند که تحت تاثیر فرایش زمین و عملکرد توامان فرسایش و آب شستگی (Scouring) به صورت سکوهای امروزی (Terrace) تغییر شکل داده اند. به همین دلیل این واحد آبرفتی را با توجه به شکل پادگانه ای و مصالح قلوه سنگی و پاره سنگی پیکره آن به عنوان واحد Q^{fbg}_2 معرفی شده است. دو واحد Q^{fbg}_2 و Q^{fbg}_1 ، کهن ترین واحد کواترنر پسین در ورقه صفی آباد می باشند. با توجه به سن میندل برای واحد Q^{fbg}_2 و اینکه واحد Q^{fbg}_2 از تغییر شکل بادزن های آبرفتی حاصل می شود، بنابراین سن شکل گیری پادگانه ها می تواند وابسته به دوره بین یخچالی میندل-ریس باشد که این موضوع با توجه به سطح تراز اشغال شده توسط این پادگانه ها، تایید می گردد، با این حال، در انتهای نقشه این دو واحد را معادل و هم ارز یکدیگر جای داده ایم. حداکثر ستبرای قابل مشاهده بادزن ها در جنوب ورقه و باختر ورقه در حدود ۲۵ متر می باشد.

- آبرفت های درشت دانه کوهپایه ای

نهشته های آبرفتی درشت دانه در پائین دست نهشته های آبرفتی بسیار درشت دانه و در سطح ترازوی پائین تر از آن ها تشکیل شده اند. مصالح آن بیشتر شنی است ولی حاوی لایه ها و عدسی های درشت دانه و ریز دانه تر نیز می باشد. ویژگیهای فیزیکی این واحد همچون تخلخل، فقدان سیمان، کج شدگی و درصد هوازدگی آن مشابه واحدهای آبرفتی بسیار درشت دانه می باشد. این واحد آبرفتی نیز با توجه به ریخت شناسی آن به سه دسته تفکیک شده است. بادزن های آبرفتی منفرد و فرسایش نیافته با نشانه Q^{fg}_2 و پادگانه های حاصل از تغییر شکل بادزن های آبرفتی با نشانه Q^{fg}_2 در نقشه نشان داده شده اند. در دامنه هایی که مجموعه ای از بادزن های غیر قابل تفکیک شکل گرفته اند، بدلیل عدم امکان تفکیک هر یک از بادزن ها، مجموعه آن ها را بعنوان دامنه آبرفتی (Alluvial apron) معرفی و با نشانه Q^{ag}_2 ارائه شده اند. واحد آبرفتی درشت دانه معادل واحد B (ریبن، ۱۹۵۵ و پدرامی، ۱۳۶۲) بوده و از نقطه نظر تقسیم بندی اشکوب های یخ چالی، معادل عصر یخ ریس (Riss) می باشد. به همین ترتیب، سن شکل گیری

واحد Q^{lg}_2 می تواند مربوط به دوره بین یخچالی ریس-وورم باشد. حداکثر ستبرای نهشته های مذکور در جنوب ورقه و بین ۱۰ تا ۱۵ متر می باشد.

- نهشته های پر کننده دره ها (Valley fill deposits)

از روستای آب روان به سمت شمال خاور (تا روستای سلطان میدان-نوسرا و خواجه آباد) و به سمت شمال (تا روستای گاهان بالا)، پهنه هایی طویل و کم عرض وجود دارد که در روی عکس هوایی، به صورت شبکه آبره ای خودنمایی می کند. ریخت شناسی و نوع مصالح در پهنه های مذکور تقریباً در تمامی نقاط یکسان است، بطوری که وجود کانال آبراهه اصلی (Q^{al}_2) در مرکز و شیارهای رگبری (Dendritic pattern). زمان تشکیل این پهنه می تواند متعلق به آخرین دوره یخچالی (وورم) باشد. در این دوره، بارش فراوان و وجود مصالح زود فرسایبی همچون سنگ مارن، باعث شده تا مصالح ریز دانه توسط شاخه های متعدد و متقاطع (Braided pattern) در برخی از دره ها انباشته گردند. با شروع هولوسن و آغاز عملکرد فازهای فرسایشی، رواناب ها فقط در یک کانال متمرکز شده که پیامد آن حفر بستر تا عمق زیاد می باشد که در نتیجه باعث شده تا دیواره هائی با شیب قائم (حداکثر تا ۱۵ متر) در معرض دید قرار گیرد. در این دیواره بیشتر، می توان مصالح سیلت رسی، سیلت و ماسه، با انبانه هائی (Pockets) از شن و قلوه سنگ را مشاهده نمود. با توجه با سن تقریبی این نهشته ها (وورم)، جعبه راهنمای آن را در زیر هولوسن در نظر گرفته ایم.

- آبرفت های ریز دانه مناطق پست (Q^{fm}_2 واحد)

در بخش جنوب غربی ورقه پهنه ای مخروطی شکل، متشکل از مصالح ریز دانه همچون گل سیلت و ماسه رخ نموده است. بادزن آبرفتی مذکور جوان ترین بادزن آبرفتی است که در پائین ترین سطح تراز گسترده شده است. وجود پوشش گیاهی در بخش خاوری این گستره و نبودن آن در بخش باختری آن، نشانگر آنست که رواناب های کنونی، باختر این گستره به گونه ای پیوسته زیر خود دارند. سن این واحد آبرفتی هولوسن برآورد شده است.

- آبرفت های رودخانه ای (Q^{al}_2)

آبرفت های رودخانه ای نهشته های آب های روانند که در بستر کنونی رودخانه های بزرگ، همچون دیگر آبراهه های منطقه مشکان پدید آمده و یا در حال پدید آمدند. مصالح آبرفت رودخانه ها بیشتر در برگیرنده قلوه سنگ و شن است که بی هیچ پیوند میاندانه ای در کنار یکدیگر جای دارند. ستبرای آبرفت ها در بیشترین حالت خود بیش از ۵ متر نیست.

بیشتر آبرفت های درشت دانه رودخانه ای بیشتر، توسط دیواره های ریز دانه محدود شده اند. بودن این مصالح ریز دانه، نشانگر آن است که شبکه آبراهه ها، نخست به گونه ای فراوان و متقاطع (Braided pattern) بوده است که با روندی فزاینده با تمرکز در کانال اصلی، توان تخریب و حمل بسیار بالائی بر خوردار شده و در نتیجه توانسته است مصالح درشت دانه تر را حمل نماید.

- واریزه های دامنه ای

در شمال باش محله و بیرق پائین و در جنوب باختری بیدخان و همچنین در جنوب فیروز آباد و بسیاری از نقاط دیگر، پوششی نازک از یخ شکست (Scree) و نهشت واریخته Colluvium بر روی دامنه ها دیده می شود. مصالح واریزه ای بر خلاف نهشته های آبرفتی تیز گوشه بوده و بدور از هر گونه سیمان اند. جنس مصالح واریزه ای بستگی مستقیم به لیتولوژی بلندی هائی دارد که این مصالح را فراهم می آورد. یخ شکست ها، با حجمی بیشتر نسبت به نهشت واریخته ها، از خردشدگی سنگ ها در نتیجه تغییرات دما پدید می آیند. سپس با رواناب ها و نیروی ثقل بر روی دامنه به حرکت در می آیند. بدین سان به تدریج از پائین به سمت بالای دامنه بر روی هم انباشته می شوند. در دامنه های پوشیده از یخ شکست، دانه بندی نیز سامان می گیرد.

واحد Q^{tr}

این واحد در برگیرنده تراورتن به رنگ خاکستری-کرم به ستبرای ۱ تا ۷ متر است که به گونه ای دگر شیب بر روی سطح فرسایشی نهشته های قرمز رنگ میوسن جای گرفته است. لایه های تراورتن شیبی ملایم به سوی دشت دارند. در حال حاضر این منطقه چشمه آهک ساز فعال ندارد و سن آن ها را می توان با واحد Q^{v}_2 برابر دانست.

سنگ های نفوذی نیمه ژرف

سنگ های نفوذی محدوده مورد بررسی از نوع توده های نیمه ژرف است. چون نهشته های ائوسن را بریده اند، از این رو پس از ائوسن انباشته شده اند و به دلیل همسانی سنگ شناختی و ژئوشیمیائی آن با گدازه ها پلیو کواترنر، می توان سن پلیو کواترنر را برای آن ها در نظر گرفت. ترکیب آن ها اسیدی تا میانه بوده و به شرح زیر است.

واحد mmd

این واحد در برگیرنده توده نیمه ژرف نوع میکروپیروکسن مونزودیوریت است که در بخش های جنوب باختری رخنمونی بسیار اندک دارد.

بافت سنگ ها پورفیری با زمینه میکروگرانولار - میکروکریستالین است. درشت بلورها در برگیرنده کلینوپیروکسن (به گمان اوژیت) با ساختمان منطقه ای و غربالی است. زمینه در برگیرنده پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپات، کربنات کلسیم، حفره ها پر شده با زئولیت و یا آنالیم پر شده است. کانی های ثانوی در برگیرنده کلریت، اکسید آهن، کربنات کلسیم، سریسیت است.

واحد mgd

این واحد در برگیرنده میکروگرانودیوریت به رنگ خاکستری روشن است که در پیکر توده ای نیمه ژرف نهشته های ائوسن را بریده است.

بافت سنگ ها پورفیروئید با زمینه میکروگرانولار است و کانی های اصلی این چنین اند: (۱) پلاژیوکلاز و اورتوز (پلاژیوکلاز غالب است) فراوان ترین کانی نمونه است و در پیکره های ریز بلور، و درشت بلور (گاه فزاتر از ۵ میلی متر قطر) نمایان می شود. دگرسانی به کانی های رسی، سریسیت و کلریت در آن ها به چشم می خورد. ساخت منطقه ای در برخی از آن ها دیده می شود. (۲) کوارتز با چهره ای میکروپورفیروئید همچنین در زمینه، در پیکر بلورهای بی شکل حضور دارد (نزدیک به ۲۰٪ فراوانی). (۳) هورنبلند بلورهای منشوری، بیشتر، شکل داری را پدید می آورد که در برخی از آن ها فزون بر آنکه کانی های اپاک ریز متعدد دیده می شود تجزیه به کلریت نیز رخ داده است. شماری آثار بلوری از یک کانی مافیک که همه به کلریت (پنین) تبدیل شده نیز وجود دارد. بر پایه شکل بلوری می توان آن را به آمفیبول یا بیوتیت نسبت داد. کانی های ثانوی در برگیرنده کانی های رسی، سریسیت، کلریت، اپیدوت کم و کربنات، و کانی های فرعی در برگیرنده کانی های کدر-اکسید آهن، و آپاتیت است.

واحد md

این واحد در برگیرنده توده نفوذی نیمه ژرف با ترکیب میکرومونزودیوریت است که نهشته های ائوسن را بریده است. رخنمون این واحد در بخش شمال باختری منطقه، نزدیکی های روستای فوزه زن دیده می شود.

بافت سنگ ها ریز دانه (میکروگرانولار) است و کانی های اصلی در برگیرنده کانی های: (۱) پلاژیوکلاز (آندزین-الیگوکلاز) فراوان، گاه با ساخت منطقه ای و گهگاه همراه فلدسپار آلکالن است. دگرسانی به کانی های رسی، سریسیت و کلریت در فلدسپات ها رخ داده است. در شمار کانی های مافیک می توان از: (۲) پیروکسن، آمفیبول و همچنین آثاری بلورین، از کانی هائی نام برد که به کانی های میکایی (مسکویت و کلریت) دگرسان شده اند. برخی از دانه ها پیروکسن ها و آمفیبول ها تجزیه ای خفیف به کلریت دارند. کانی های ثانوی در برگیرنده کانی های رسی، سریسیت، مسکویت، کلریت در گردهمگهی هائی، بیشتر، بی شکل و با فراوانی قابل توجه است. کانی های فرعی در برگیرنده کانی های کدر-اکسید آهن، کوارتز، آپاتیت است.

یک نمونه از سنگ های این واحد در نمودار لومتر و همکاران (۱۹۸۹) در محدوده تراکی آندزیت، و در نمودار مثلثی ایروین و باراگار در محدوده کالکوالکالن جای گرفته است.

واحد mqd

این واحد در برگیرنده میکرو کوارتز مونزودیوریت-میکرو کوارتز مونزونیت است که نهشته های رسوبی-آذر آواری ائوسن را بریده است.

بافت سنگ ها میکروکریستالین پورفیری، پورفیری با زمینه میکروگرانولار است. کانی های اصلی بدین شرح اند: (۱) پلاژیوکلاز بصورت درشت بلور، گهگاه با ساخت منطقه ای، (۲) فلدسپات آلکان ریز و بی شکل و دارای هم رشدی با کوارتز، بیشتر آن ها همراه با تجزیه به کانی های رسی، سریسیت و جانشین با کربنات، (۳) کوارتز در شکل میکروفونوکریست و گاه انبوهه و همچنین ریز بلور، در زمینه سنگ، (۴) آمفیبول (هورنبلند) منشوری یا ستونی شکل با کناره ای از کانی کدر که شماری از آن ها به کانی های میکایی تجزیه شده اند، (۵) بیوتیت های به طور معمول ریز و تجزیه شده در زمینه سنگ دیده می شود. کانی های ثانوی سنگ در برگیرنده کانی های رسی، سریسیت، کلریت، کربنات است.

سنگ های این واحد در بخش های شمال باختری ورقه در پیکر توده های نیمه ژرف کوچک نهشته های ائوسن را می برد و از دیدگاه ترکیب سنگ شناختی هم سانی زیادی با گنبد های داسیتی - آندزیتی و به ویژه واحد PI-Q^{da} نشان می دهند، در حقیقت انواع نیمه ژرف واحد یاد شده اند و می توان سن آن ها را پلیو کواترنر در نظر گرفت.

دایک ها

واحد ba

دایک های ائوسن با ترکیب بازالتی-آندزیتی، این واحد خوراک دهنده سنگ های آتشفشانی ائوسن به ویژه واحد E^{vb}₁ است. سنگ ها در اندازه های گوناگون و به رنگ خاکستری مایل به سبز تیره اند و در بخش های جنوب باختری منطقه رخنمون دارند.

واحد tr

این واحد در برگیرنده کوارتز تراکی آندزیت به رنگ خاکستری روشن است که در پیکر دایک واحد E^{vb}₃ و یا واحدهای کهن تر را می برد و به گمان خوراک دهنده واحد E^{tr}₃ است.

واحد da

این واحد که در بخش جنوب خاوری با راستای همگانی شمال باختری-جنوب خاوری نهشته های رسوبی و آتشفشانی مجموعه E₂ را بریده است و در برگیرنده دایک های داسیتی تا کوارتز تراکی آندزیتی به رنگ خاکستری روشن است. بافت سنگ ها پورفیریتیک با زمینه میکروکریستالین است. پلاژیوکلازها دگرسانی شدیدی به کانی های رسی، سریسیت و یا جانشین با کربنات را نشان می دهند. در کانی های مافیک، بیشتر از نوع آمفیبول و به میزان کمتر بیوتیت، دگرسانی به کلریت یا بطور کلی کانی میکایی و همچنین جایگزینی با کربنات را نمایان می سازند. میکروفونوکریست فلدسپات آلکان و به ندرت کوارتز هم یافت می شود. زمینه کوارتز-فلدسپاتی است ولی تمرکزهای بی شکل و به ندرت رگچه ای کربنات به گونه ای شایان توجه، کلریت، سریسیت، کانی های رسی، کانی های کدر-اکسید آهن و آپاتیت نیز آن ها را همراهی می کنند.

نواحی دگرسان شده

دگرسانی گرمایی در محدوده این ورقه بسیار محدود است. در نزدیکی های گسله های اصلی رگه های سیلیسی و نهشته های سیلیسی شده دیده می شود. در بخش های شمال باختری روستای گلبن ماسه سنگ های سیلیسی شده به همراه برش های تکتونیک به رنگ خاکستری مایل به صورتی با سطوح ورنی شده در وابستگی با گسله پدید آمده است.

در نزدیکی های روستای عنبر آباد کنگلومرای پلیو کواترنر در راستای گسله راندگی بر روی نهشته های شیلی، مارنی گچ دار، ماسه سنگ و کنگلومرای مایل به قرمز رنگ رانده شده و در نزدیکی گسله رگه های فراوان سیلیسی مالاکیت دار به سترهای ۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر به موازات گسله، نهشته های میوسن را بریده است. در بخش های جنوبی روستای کلاته بام نیز در راستای گسله نواحی سیلیسی همراه با رگه های سیلیسی دیده می شود.

زمین شناسی ساختمانی (Structural geology)

این ناحیه در زون ساختاری بینالود (م.ج. نبوی، ۱۳۵۵) جای دارد. این زون که بخش خاوری البرز به شمار می آید، با روند شمال باختری-جنوب خاوری میان صفحه توران و خرده قاره ایران مرکزی جای دارد. در مرز جنوبی اش گسله میامی و در مرز شمال باختری اش گسله سمنان جای گرفته اند. کهن ترین نهشته های این محدوده در برگیرنده دولومیت مایل به قهوه ای رنگ پالئوزوئیک زیرین؟ (واحد E_2^d) و بر روی آن ها سنگ های آهکی، دولومیتی همراه با ماسه سنگ خاکستری تیره مایل به قرمز دونین پسین (آهک بهرام) است که در بخش های باختری رخنمونی محدود دارد. از این گذشته نهشته های مزوزوئیک در برگیرنده سازند شمشک، لار، تیز کوه و تا اندازه ای، کرتاسه پسین گسترشی درخور توجه در بخش های باختری، شمال باختری و شمال خاوری نشان داده اند و در زیر پوششی از نهشته های ائوسن، میوسن و پلیوکواترنر جای گرفته اند. نهشته های مزوزوئیک بر اثر عملکرد فازهای کوهزائی برابر با لارامید چین خورده اند و از آب بیرون آمده اند. در روند ائوسن، نهشته های رسوبی و آتشفشانی به تناوب تکرار شده اند. سوی جوانتر شدن گدازه ها از جنوب باختری به شمال خاوری است. بیشترین حجم گدازه و مواد آذر آواری در ائوسن پسین پدید آمده است. میان نهشته های مجموعه های E_2 و E_2 ، بر پایه تغییرات ناگهانی شرایط نهشته گذاری می توان نبود چینه ای را میان آندو در نظر گرفت.

روند همگانی ساختاری نهشته های این منطقه، به ویژه ائوسن، شمال باختری-جنوب خاوری است. محور چین خوردگی ها و گسله های اصلی نیز هماهنگ با همین راستا است. در میوسن، حوضه های رسوبی پراکنده در میان بلندی ها پدید آمده اند و سنگ های تخریبی قرمز رنگ در برگیرنده کنگلومرا، مارن، ماسه سنگ و سنگ گچ به گونه ای ناپیوسته، و گهگاه، دگر شیب بر روی نهشته های کهن تر نهشته شده اند. دنباله فازهای کوهزائی آلبی پسین موجب چین خوردگی ملایم نهشته های میوسن شده است. نهشته های پلیوکواترنر با پیدایش کنگلومرای برابر با سازند هزار دره آغاز شده و با دگر شیبی بر روی سطوح فرسایشی واحدهای کهن تر، به ویژه میوسن جای گرفته است. شیبدار شدن آن ها را می توان به فازهای کوهزائی برابر با پاسادین وابسته دانست. محل تکاپوی آتشفشان ها پلیوکواترنر، در مقایسه با سنگ های آتشفشانی ائوسن، از زون افیولیتی سبزوار فاصله ای بیشتر دارد. حتی در هنگام ائوسن نیز روند جوانتر شدن آتشفشان ها از جنوب باختری به شمال خاوری است. نهشته های آتشفشانی پلیوکواترنر با تکاپوهای انفجاری و پیدایش مواد پیروکلاستیک اسیدی آغاز شده و آنگاه گدازه و گدازه های برشی شده در پیرامون مراکز آتشفشانی گسترش یافته است. لاهار و کنگلومرای آتشفشانی با تغذیه از مواد سست و پیروکلاستیک و یا گدازه های برشی شده بر روی سطوح توپوگرافی و به ویژه دره ها روان شده است. پس از فقیر شدن ماگما از گاز و مواد فرار و تفریق (مایل به انواع اسیدی) سنگ های آتشفشانی در پیکر گنبد و یا گدازه های ستبر، بلندیهای منطقه را پدید آورده اند. در نزدیکی های روستای امیر آباد، جای گرفته در بخش شمالی منطقه. پس از تکاپوی وابسته به گدازه و گدازه های برشی شده دو کالدرای چسبیده به هم پدید آمده اند و در چاله کالدرای گنبد آتشفشانی پدید آمده از سنگ های داسیتی-آندزیتی و حتی در مواردی با تمایل به نیمه ژرف نفوذ کرده است. پیدایش کالدرای می توان در وابستگی با پیدایش خلا نسبی در مخازن ماگمایی کم ژرفا و ریزش سقف آن ها تفسیر کرد.

زمین های محدوده این ورقه بر پایه ویژگی های چینه شناختی و ساختمانی به زیر پهنه برزنون و افتادگی مشکان، به شرح زیر بخش شده است.

- در زیر پهنه برزنون که بخش های کوهستانی جای گرفته در شمال خاوری گسله های دهنو و مقصود آباد را می پوشاند، بر روی نهشته های پالئوزوئیک و مزوزوئیک، نهشته های رسوبی-آتشفشانی ائوسن و آتشفشانی پلیوکواترنر از گستردگی چشمگیری برخوردار است. در این بخش، نهشته های ائوسن و میوسن در محیط آبی کم ژرفا و پلیوکواترنر در محیط قاره ای تشکیل یافته و در مراحل بعدی چین خورده اند.

- افتادگی مشکان که دشت ها و کوهپایه های کم ارتفاع جنوب باختری گسله های دهنو و مقصود آباد را در خود دارد، رخنمون هائی پراکنده از نهشته های رسوبی-آتشفشانی ائوسن در آن دیده می شود.

گسله هائی با روند شمال باختری-جنوب خاوری، بیشتر، از نوع راندگی اند و جابجائی افقی راستگرد دارند. این گسله ها می توانند ترکیبی از دو روند N10-20W و N120-140E باشند.

گسله دهنو و در دنباله آن گسله مقصود آباد با روند شمال باختری-جنوب خاوری (N122E) و از نوع راندگی و یا معکوس است. این گسله موجب راندگی واحدهای رسوبی-آتشفشانی ائوسن بر روی یکدیگر شده است. در نزدیکی های روستاهای دهنو، گرماب و مقصود آباد واحدهای ائوسن در راستای این گسله در کنار آبرفت های کواترنر جای گرفته اند. این دو گسله موجب جدایش زیر پهنه برزنول از افتادگی مشکان شده اند. در بخش های جنوب باختری فیروز آباد دولومیت های پالئوزوئیک زیرین؟ در راستای گسله مقصود آباد بر روی کنگلومرای ائوسن رانده شده اند. شاخه دیگر از این گسله موجب راندگی نهشته های مارنی ائوسن بر روی دولومیت های این واحد شده است.

گسله گلین با روند همگانی N138E از نوع راندگی است که بر اثر آن واحدهای ائوسن بر روی هم رانده شده و در راستای سطح گسله نهشته های تخریبی ائوسن سیلیسی شده اند.

گسله زنف با روند همگانی N125E از نوع معکوس است و با درازای نزدیک به ۱۰ کیلومتر موجب جابجائی سنگ های آهکی لار بر روی کنگلومرای مایل به قرمز میوسن و یا شیل ها و ماسه سنگ های تیره رنگ سازند شمشک شده است.

گسله عنبر آباد با روند همگانی شمال باختری-جنوب خاوری و درازای نزدیک به ۱۵ کیلومتر موجب راندن سنگ های آتشفشانی ائوسن و کنگلومرای پلیو کواترنر بر روی نهشته های مایل به قرمز و سبز میوسن (واحد M^{sm}) شده است.

گسله فتح آباد در بخش شمال باختری ورقه با روند همگانی N140E موجب جابجائی واحدهای ائوسن شده است. در نزدیکی های این گسله توده های نیمه ژرف به چشم می خوردند. بر روی هم می توان سه روند گسله N44E, N130E و N10-20W به ترتیب اهمیت، موجب جابجائی و شکل دهی ساختاری شده اند. گسله هائی با روند شمال باختری-جنوب خاوری بیشتر سازو کار راستگرد دارند.

تاقدیس فهنه که محور آن در سوی جنوب خاوری شیبدار است. در هسته اش سنگ های آهک اوربیتولین دار کرتاسه پیشین و بر روی آن ها تناوب مارن و سنگ آهک کرتاسه پیشین جای دارد. چین خوردگی نهشته های آهکی-مارنی کرتاسه پیشین به احتمال در کرتاسه پسین بر اثر فازهای کوهزائی لارامید رخ داده است. محور این تاقدیس روندی پیچ خورده دارد که خود بر اثر فازهای تکتونیک پس از چین خوردگی پدید آمده است. نهشته های آتشفشانی پلیو کواترنر با شیب ملایم به گونه ای ناهمساز و دگر شیب بر روی لایه های کربناته کرتاسه جای گرفته اند. تاقدیسی کوچکتر به همین موازات بنام تاقدیس عاشق آباد یافت می شود که تا روستای چکنه بالا دنباله دارد.

ناودیس عادل آباد با راستای محوری شمال شمال باختری-جنوب جنوب خاوری از دو سو به درون ناودیس شیب دارد. راندگی کنگلومرا و ماسه سنگ واحد E^{cs}_1 بر روی مارن و شیل های واحد E^{m2}_1 در نزدیکی های روستای عادل آباد موجب پوشیده شدن بخشی از ناودیس عادل آباد شده است.

تاقدیس کوه زرد در ابعاد کوچک در بخش جنوب باختری دیده می شود. در هسته آن سیلتستون های واحد E^s_1 جای گرفته اند. محور این تاقدیس به سوی جنوب خاوری شیبدار است.

ناودیس عنبر آباد، در هسته اش نهشته های مایل به قرمز رنگ میوسن (سازند قرمز بالائی) را جای داده است. چین خوردگی نهشته های ائوسن به گمان، در اوائل اولیگوسن و بر اثر فازهای کوهزائی برابر با پیرنه ای رخ داده است.

زمین شناسی اقتصادی (Economic geology)

در محدوده برگه مشکان آثار معدنی فلزی مس و غیر فلزی فیروزه، گچ و سنگ های ساختمانی و زینتی دیده می شود. آثار معدنی شناخته شده محدوده مورد بررسی در برگیرنده موارد زیر است.

آثار معدنی فلزی**کانه های مس**

در نزدیکی های روستای زنفت در ماسه سنگ های خاکستری مایل به سبز از سازند شمشک اثر معدنی مس در پیکر رگه به ستبرای نزدیک به ۲۰ سانتیمتر دیده می شود. مالاکیت، هماتیت را می توان در نمونه دستی مشاهده کرد. نتایج بررسی نمونه معدنی به شرح زیر گزارش شده است.

مس طبیعی

دانه مس طبیعی با بیشترین اندازه ۵۰۰ میکرون، درون شکستگی های موئینه سنگ جای گرفته اند. دانه های مس طبیعی در اثر دگرسانی سوپرژن از کناره ها در حال تبدیل شدن به تنوریت و کوپریت اند. فراوانی مس در این نمونه کمتر از ۱ درصد است.

هماتیت

دانه های ریز هماتیت با ابعاد کمتر از ۱۰ میکرون بطور پراکنده در همه بخش های نمونه مشاهده می شود. در گدازه های بازالتی-آندزیتی حفره دار واحد E^{vb}_3 در بسیاری موارد از آن شمار نزدیکی های روستای فوزه زن انباشتگی مس در پیکر مالاکیت دیده شده است. در بخش بالای نهشته های میوسن رگه های سیلیسی فراوان مالاکیت دار به ستبرای ۲۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر به موازات سطح گسله ای که شیب کمی به سوی شمال دارد، جای گرفته است. سیلیس از نوع اوپال است که برنگ خاکستری نمایان است و در راستای شکستگیهای آن در برخی موارد مالاکیت انباشته شده است.

کانه های آهن

در ۶۰۰ متر شمال خاوری روستای شترسنگ، رگه معدنی در بر دارنده اولیژیست همراه با اپیدوت، سیلیس و ترمولیت اکتینولیت در سنگ های آتشفشانی آندزیتی بازالتی واحد E^v_2 یافت می شود که بررسی های کانی شناختی نمونه ای از آن ها به شرح زیر است.

منیتیت

دانه های به نسبت شکل دار در همه بخش های نمونه، به گونه ای پراکنده، دیده می شود. دانه های منیتیت در اثر دگرسانی سوپرژن فرایند مارتیتیزاسیون در حال تبدیل به هماتیت اند و آن خود نیز در حال تبدیل به اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن نظیر لیمونیت و گوتیت است. در نزدیکی های روستای زهان در کناره گنبد داسیتی-آندزیتی پلیو-کواترنر، رگه سیلیسی اولیژیست به ستبرای نزدیک به ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر دیده می شود که بررسی یک نمونه از آنها به شرح زیر است.

اولیژیست

دانه های اولیژیست در پیکر تیغه هائی کشیده در کنار هم جای گرفته و بافتی توده ای دارند. خمیدگی در اولیژیست ها نشان دهنده فشارهای مکانیکی وارد شده به کان سنگ است. فراوانی اولیژیست در این نمونه نزدیک به ۱۵ درصد است.

اکسید تیتان

دانه های ریز اکسید تیتان با ابعاد کمتر از ۱۰ میکرون در نمونه پراکنده اند. فراوانی اکسید تیتان کمتر از ۰/۵ درصد است.

در بخش جنوب باختری ورقه، در ۲/۵ کیلومتری شمال باختری دهنه شور، رگه هماتیستی به ستبرای ۱۵ سانتیمتر E^s_1 سیلتستون، سیلتستون آهکی همراه با میان لایه های ماسه سنگ آهکی را بریده است که بررسی کانی شناختی آن به شرح زیر است.

این اکسیدها در برگرفته هماتیت و مقدار بیشتری اکسید های آهن آبدار نظیر لیمونیت و گوتیت اند و بافت متخلخل و Box Work در آن دیده می شود. این کان سنگ وابسته به زون اکسیداسیون است.

آثار معدنی غیر فلزی

سنگ گچ

در واحدهای رسوبی ائوسن بویژه واحد E^{mg}_3 و نهشته های مارنی گچ دار سازند قرمز بالایی، واحد M^{sm} ، در برخی موارد سنگ گچ درخور توجه است و می تواند مورد بهره برداری قرار گیرد.

سنگ ساختمانی

در نزدیکی های روستای شیخ مصطفی سنگ های آهکی کرتاسه لایه بندی توده ای دارد. این سنگ ها شایسته کارگیری به عنوان سنگ نما در صنایع ساختمانی است.

فیروزه

در بخش های نهشته های قرمز رنگ واحد E^{sc}_3 کنده کاری بصورت پوشیده دیده می شود که بر اساس گفته اهالی روستای قزل آغال قبلا به عنوان معدن فیروزه مورد بهره برداری قرار گرفته است.