

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۶۶۴ - فاروج

موقعیت جغرافیایی

محدوده چهارگوش نقشه زمین شناسی فاروج، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، در شمال باختری شهر مشهد و باختر شهرستان قوچان قرار گرفته است. این گستره در میان طول های جغرافیایی $58^{\circ}30'$ - $58^{\circ}00'$ و عرض های جغرافیایی $37^{\circ}30'$ - $37^{\circ}00'$ جای دارد. بزرگترین آبادی در آن شهرستان فاروج است که در مرکز نقشه و در مسیر جاده آسفالت قوچان - شیروان واقع است.

از دید اقلیمی، منطقه یاد شده به دلیل کوهستانی و نیمه کوهستانی آن، مرطوب تا نیمه مرطوب است لذا در تابستان هوایی به نسبت مطبوع و ملایم و گاهی گرم و در زمستان، بویژه در نقاط مرتفع، دمای هوا بسیار پایین است. پوشش گیاهی در نواحی کوهستانی شمالی و جنوبی به نسبت مناسب است ولی در نواحی کوهپایه و دشت میانی منطقه به دلیل فراوانی آب و گسترش زمین های مسطح و نیمه مسطح، پوشش گیاهی متنوع و مناسب از جمله زمینهای زراعی و باغ ها سبب شده تا کشاورزی و دامپروری در منطقه رونقی زیاد داشته باشد. بلندترین نقطه در منطقه با ۲۷۲۰ متر ارتفاع در بخشهای شمالی تاقدیس کیشمر در شمال ورقه و در پست ترین نقطه با ۱۱۰۰ متر ارتفاع در جنوب روستای ... آباد واقع در نزدیکی جاده آسفالت بطرف شهرستان شیروان جای دارد.

زمین ریخت شناسی

منطقه از دیدگاه ریخت شناسی، در مراحل جوانی است. زمین ریخت منطقه رابطه مستقیم با زمین ساخت، جنس واحدهای سنگی و ساختمان های زمین شناسی آن دارد. از کهن ترین واحدهای سنگی رخنمون یافته، بویژه در شمال منطقه، سازند سنگ آهکی تیرگان است. این سازند مجموعه ای صخره ساز بوده که بیشتر ارتفاعات را در ناحیه ایجاد نموده است. به تقریب هسته بیشتر تاقدیس ها را در منطقه، این واحد سنگی شکل می دهد. اشکال Canyon، دره های ژرف و دراز، و Flatiron، برجستگی ها یا پشته های کوتاه و مثلثی شکل که بر روی یال کوهها دیده می شوند و ساختمان های کارستی از دیگر اشکال زمین ریخت شناسی است که این سازند در منطقه بوجود آورده است. سازندهای سرچشمه و سنگانه، در مقایسه با واحد سنگی تیرگان، ارتفاعات پست تری را پدید آورده اند. طرح دندریتی آبراهه ها و شکل های تپه ماهوری Badland، از دیگر نماهایی است که در این سازند ها دیده می شوند. هیالو کلاستیک ها، ولکانوکلاستها و روانه های گدازه ای زیر دریایی ائوسن که گسترش کمی در جنوب باختر ورقه دارند، بخشهای به نسبت بلندی را در منطقه بوجود آورده اند. نهشته های اپی کلاستیک و لاهار پلیو کواترنر خاکستری روشن در دامنه کوههای آتشفشانی شیب ملایم دارند.

همانگونه که اشاره شد، فعالیت های زمین ساختی به نسبت جوان منطقه، باعث شده است تا ریختار ناحیه تحت تأثیر قرار بگیرد. ساختمان های چین خورده سبب پیدایش بلندی ها در هسته تاقدیس ها و فرو رفتگی در هسته ناودیس ها شده و حرکت گسلهای راستالغز باعث بریده شدن و جابجایی ارتفاعات و تغییر مسیر رودخانه ها شده است. آبراهه بسیاری از رودخانه های اصلی، در مسیر گسلهای راستالغز جای دارند.

جایگاه محدوده مورد مطالعه در زمین شناسی ایران

گستره نقشه بخشی از پهنه زمین شناختی - ساختمانی کپه داغ به شمار می آید که در شمال کوههای بینالود واقع شده است.

همزمان با حرکت های کوهزایی در کربونیفر بالا، پوسته اقیانوسی پالئوتتیس، Paleotethys، شکسته و فرورانش آن از سوی شمال به زیر پوسته قاره ای توران آغاز می شود. با ادامه فرورانش در تریاس میانی، حرکت های کوهزایی پیش از تریاس پایانی، دو قطعه لیتوسفری به یکدیگر برخورد می کنند. پس از پایان برخورد و توقف نسبی جنبشهای تکتونیکی، فرونشست ناحیه برخوردی آغاز می شود که در پایان آن پیدایش حوضه کم ژرفا و درون قاره ای، Epicontinent، کپه داغ بر روی پوسته قاره ای را بدنبال دارد و انباشته های مولاس حاصل فرسایش منطقه کوهزاد، در حوضه نهشته شده و سازند کشف رود، باسن ژوراسیک میانی، در آن شکل گرفته و در ادامه دیگر سازندهای مجموعه کپه داغ بر روی آن جای می گیرد (علوی-۱۹۹۱).

تحلیل رسوب شناختی این ردیف های رسوبی نشان می دهد که نهشته های کپه داغ در حوضه ای کم ژرفا ته نشست شده اند. این نهشته ها سپس تحت تأثیر حرکت های کوهزایی، مراحل گوناگون کوهزایی آلپین، قرار می گرفته اند و بنا بر این هندسه و منابع تغذیه آن دستخوش تغییر شده است. این رسوبات به تدریج مجموعه سنگ های زمین درز پالئوتتیس را در زیر خود مدفون کرده اند.

پس از برخورد قاره ای - قاره ای پوسته های ایران و توران، فشارش تکتونیکی کاهش یافته ولی از میان نمی رود. لذا تأثیر خود را به صورت پیدایش دیگر شکلیهایی مانند گسل های راستالغز و چین های قائم تا خوابیده آشکار می سازد. نهشته گذاری در کپه داغ تا میانه های الیگوسن ادامه یافته و پس از آن، حوضه رسوبی به طور کامل از آب خارج می شود، از این رو نهشته ها و ولکانیک های قاره ای مزوزوئیک و سنوزوئیک بر روی آنها تشکیل میشوند. فازهای کوهزایی آلبی پسین موجب چین خوردگی ملایم این نهشته ها میشود. شیبدار شدن آنها را میتوان به فازهای کوهزایی برابر با پاسادنین وابسته دانست

چینه نگاری

همانگونه که در نقشه زمین شناسی نمایان است در این ناحیه واحدهای سنگی از ژوراسیک تا عهد حاضر دیده میشوند، که با نگاهی گذرا بدان ها واحد های سنگی زیر را می توان در آن ها گواه بود.

- سازند مزدوران

از سه عضو تشکیل شده است و در جنوب باختری ورقه بگونه یک ساختمان تاقدیس برونزد دارد.

J^1_{mz}

عضو زیرین از سنگ آهک میکریتی تا سنگ آهک دولومیتی خاکستری تیره ستبر لایه پدید آمده است. دارای شکستگی های فراوانی است که در هسته تاقدیسی در جنوب باختری ورقه برونزد دارد. بدلیل جنس این واحد و عملکرد گسلها، حاوی شکستگی های فراوانی است، از این رو دگرسانی اکسیده در بخشهای از آن دیده می شود. دارای رخساره آنکولیتی است ستبرای کاملی از این عضو دیده نمی شود. بخشهایی بالایی این واحد بگونه بین لایه ای با آهک مارنی دیده می شوند. که مرز تدریجی با عضو بالای خود، J^2_{mz} را نشان می دهند. از نمونه های برداشته شده سنگواره ای بدست نیامده به همین روی، بر پایه شواهد چینه نگاری منطقه ای و سنگواره های یافت شده متعدد در ورقه های مجاور، سن این واحد متعلق به بخش زیرین سازند مزدوران پیشنهاد شد.

J^2_{mz}

این عضو از مارن با ریخت فرسایش مدادی با بین لایه های سنگ آهک میکریتی شیلی تشکیل شده است رنگ آن خاکستری تا سبز روشن است که بگونه تدریجی و هم شیب در زیر عضو با لایی سازند مزدوران و بر روی عضو J^1_{mz} جای گرفته است. بیشترین ستبرای آن حدود ۴۰۰ متر است. از بین لایه های آهکی لایه نازک سنگواره های اندکی از جمله *Siphovalrulina*, *Pseudokurnobia* sp., *Ammobaculites* sp. گردآوری شده است، که می توان سن آن را بر پایه جایگاه چینه نگاری و سنگواره های شناخته شده در آن به ژوراسیک پسین وابسته دانست.

این واحد متعلق به نواحی ژرف دریاست که بطور جانبی به رخساره های کم ژرفای کربناته تبدیل می شود. حضور لایه های نازک آهک میکریتی به همراه قطعات فسیل حمل شده ناشی از جریان توربیدیتی است. این جریان قطعات را از بخش های پایین شیب پلاتفرم حوضه به نواحی ژرف دریا آورده است.

J³_{mz}

این عضو از سنگ آهک میکریتی و اسپاریتی خاکستری روشن تا کرم و قهوه ای لایه متوسط تا ضخیم دارای رخساره های الیتی، بیوکلستی، اینتراکلستی و آنکولیتی، محیط کم ژرفا، پدید آمده است. قسمتهایی دولومیتی، سیلتی، ماسه ای و دارای اکسید آهن در آنها دیده می شود. مرز زیرین این عضو با عضو J²_{mz} و مرز زیرین آن با سازند شوربچه بگونه تدریجی است. حضور سازند شوربچه نشان از فراهم شدن شرایط پسروری دریا در سرآغاز کرتاسه و ته نشست نهشته های قاره ای بر روی آن است. این عضو بخش بالایی تاقدیس را با ستبرای متغیر حدود ۳۵۰ متر تشکیل داده و ریخت صخره ای دارد.

با توجه به سنگواره های متعدد یافت شده در این عضو از قبیل:

Trocholina (Neotrocholina) sp., Pseudocyclammina littus, Globochaetae sp., Cayeuxia sp., Lenticulina cf. nodosa, Trocholina sp., (Forme aplatie) Clypina sp.

سن این واحد ژوراسیک بالایی - کرتاسه زیرین پیشنهاد می شود.

(K_{sh}) سازند شوربچه

این واحد از تناوب سنگ آهک میکریتی تا اسپاریتی ماسه ای حاوی رخساره های الیتی، بیوکلستی با میان لایه های سنگ ماسه تا سنگ سیلتی لیتارنایتی متوسط لایه تا ستبرلایه به رنگ قرمز تا خاکستری تشکیل شده است. گسترش این واحد در بخش خاور در هسته تاقدیس زوباران و در جنوب باختر ورقه در محدوده های فرسایش یافته رودخانه ها و دره ها برونزد دارد. مرز زیرین با سازند مزدوران و مرز زیرین با سازند تیرگان بگونه تدریجی است. وجود رخساره های شیل و سنگ ماسه بهمراه رخساره های کربناته، نشانگر رسوبگذاری این مجموعه در محیط دریایی کم ژرفای مردابی است. میانگین ستبرای آن در تاقدیس زوباران حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر است. بر پایه شواهد چینه نگاری و سنگواره های یافت شده زیر در آن، سن این واحد ژوراسیک بالایی - کرتاسه پایینی می تواند باشد:

Pseudo cyclammina littus - Trocholina alpina - Anchispirocyclina, Buneina sp. - Choffatella cf. decipiens - Labyrinthina sp. - Nutiloculina oolitica - Boneina sp. - Actinoporellu sp.

(K_t) سازند تیرگان

این سازند در گستره ورقه از طبقات سنگ آهک الیتی اوربیتولین دار اسپاریتی تا میکریتی و سنگ آهک تخریبی متوسط تا ضخیم لایه، بین ۰/۵ تا ۲ متر، بهمراه میان لایه های سنگ آهک رسی / شیل آهکی ب رنگ خاکستری تشکیل شده است. عمده رخنمون این سازند در بخشهای شمالی و جنوب باختری نقشه دیده می شود. ستبرای آن در یال شمالی تاقدیس زو باران حدود ۷۰۰ متر است.

بیشترین گسترش سطحی در منطقه مربوط به این واحداست. این واحد بگونه هم شیب و پیوسته در زیر سازند سرچشمه و بر روی سازند شوربچه جای گرفته است. با توجه به وجود رخساره الیتی فراوان و سیمان آهک اسپاری در سنگ کربناته این سازند و همچنین وجود سنگواره های فراوان / محیط رسوبگذاری آن، محیط کم ژرفا و پر انرژی دریایی بوده است.

بر پایه سنگواره های ذره بینی یافت شده، سن این واحد نئوکومین، Neocomian، تا بارمین، Barmian، - آپسین، Aptian، متعلق به کرتاسه پیشین است که به شماری از آن ها اشاره می شود:

Balkhanian balkanica, Orbitolina kurdisca, Pseudo cyclammina sp., Tubiphytes sp., Permocalculus sp., Deloffrella sp.

(K_{sr}) سازند سرچشمه

بطور کلی از مارن های یکنواخت خاکستری رنگ با فرسایش مدادی، Pencil marl، تشکیل شده است. در بخش های قاعده میان لایه های سنگ آهک میکریتی نازک لایه تا متوسط لایه، ۲۰-۴۰ سانتیمتر، دیده می شود و در بخش های بالایی تناوبی از شیل آهکی و سنگ آهک وجود دارد. به دلیل نرم و سست بودن واحدهای تشکیل

دهنده این سازند و پایداری ناچیز آنها در برابر فرسایش، توپوگرافی به نسبت پست و فرسایش پلکانی را به همراه آبراهه های دندریتی در سطح منطقه پدید آورده اند.

مرز این واحد با سازند تیرگان بگونه هم شیب و پیوسته و در بعضی نقاط بگونه گسله دیده می شود. سازند سنگانه نیز با مرز پیوسته و هم شیب بر روی این واحد جای گرفته است. ستبرای متفاوت از ۲۰۰ تا ۱۱۰۰ متر دارد. گسترش این واحد در نیمه شمال خاور ورقه است.

سن این واحد بر پایه شواهد سنگواره ای یافت شده آپسین، Aptian، متعلق به کرتاسه پیشین است. از شمار سنگواره های یافت شده می توان به سنگواره های زیر اشاره نمود:

Tritaxis sp., *Lenticulina sp.*, *Lenticulina cf. munsteri*,

سازند سنگانه (K_{sn})

ترکیب سنگ شناختی شامل شیل های اهکی تیره تا خاکستری سبز تیره رنگی است که دارای میان لایه هایی از سنگ آهک خاکستری، سنگ ماسه و سنگ سیلت است. سنگ آهک های آلیتی حاوی سنگواره لایه نازک تا لایه متوسط است که در سطح هوازده نخودی رنگ اند. این سازند دارای ساخت رسوبی به شکل گرهک است.

این مجموعه به گونه هم شیب و پیوسته بر روی سازند سرچشمه قرار دارد که در بخش های زبرین با گذر تدریجی به سازند آیتامیر می رسد. ستبرای آن متغییر و میانگین آن حدود ۷۰۰ متر است که در بخشهای شمال خاور ورقه گسترش دارد.

سن سازند سنگانه بر پایه سنگواره های یافت شده آپسین بالایی، Late aptian، - آلبین، Albian، متعلق به کرتاسه پیشین است. از شمار این سنگواره ها می توان به موارد زیر اشاره نمود

Dictyoncus sp., *Neoiraquia sp.*- *Pseudochrysalidina sp.* - *Pseudochoffatella sp.*- *Orbitolina thorcus* - *Orbitolina discodea* *Orbitolina lenticularis* - *Bouaina sp.*-

سازند آیتامیر (K_a)

از دو عضو تشکیل شده است، عضو زیرین شامل سنگ ماسه گلا کونیتی سبز زیتونی لایه ضخیم تا توده ای ریز دانه و یکدست در بردارنده گرگهکهای آهکی قرمز رنگ اکسیده شده و عضو زبرین آن شامل شیل های گلاکونیتی با میان لایه های سنگ ماسه گلاکونیتی سبز تیره است. همبری زیرین و زبرین این واحد با سازند سنگانه و آبدراز تدریجی و هم شیب، Conformable، است. سنگ ماسه های سبز زیتونی عضو زیرین حاوی سنگواره های بزرگ، شاید، دوکفه ای (؟) در اندازه یک متر و کوچکتر و اشکال لوله ای شکل است که از ویژگی های چشم گیر این مجموعه در این منطقه به شمار می آید. عضو زیرین گسترش بیشتری دارد و بخش اعظم این سازند را تشکیل داده است. کمینه ستبرای این واحد حدود ۳۰۰ متر و بیشینه آن حدود ۱۲۰۰ متر است. این واحد بیشتر در محدوده شمال خاور ورقه در محل ناودیس اسفجیر برونزد دارد.

مطالعات میکروسکوپی وجود سنگواره های ذره بینی زیر را تأیید می کند:

Daxia cenomana, *Choffatella schumbergeri*, *Nezzazata concava*, *Hedbergella washitensis*, *Hedbergella planispira*, *Helvetoglobotruncana helvetica*

و.... از این رو، بر طبق شواهد چینه نگاری منطقه ای و مطالعات میکروسکوپی این مجموعه متعلق به سازند آیتامیر باسن سنومانین، Cenomanian، - تورونین، Turonian، متعلق به کرتاسه پسین است.

سازند آبدراز (K_{ab})

سازند آبدراز در مرکز ناودیس اسفجیر در شمال خاور ورقه گسترش دارد. از سنگ آهک ماسه ای خاکستری روشن تا سبز زیتونی متوسط تا ضخیم لایه متناوب با سنگ آهک مارنی ریز دانه یکنواخت خاکستری روشن حاوی گرگهکهای ارغوانی سیلیسی ضخیم لایه تشکیل شده است و خود دارای میان لایه های شیل خاکستری روشن تا سبز زیتونی است. ستبرای آن حدود ۱۵۰ متر است.

مرز زیرین به گونه پیوسته و هم شیب بر روی سازند آیتا میر جای می گیرد و جوان ترین واحد مزوزوئیک در محدوده ورقه مورد مطالعه به شمار می آید. این مجموعه در بردارنده سنگواره های ذره بینی گوناگون و اینوسراموس فراوان است. مطالعات میکروسکوپی وجود سنگواره های زیر را تأیید می کند:

Globotruncana bulloides, *Globotruncana falsostuarti* Glt. *Helevetica*, Glt. *Elevate*, Glt. *Cf. lapparenti*, *Medbergella* sp., *Heterohelix* sp.,

بر پایه سنگواره های یاد شده، در بالا، *Coniacian*, تاکامپانی، *Campanian*, متعلق به کرتاسه پسین است.

پالئوژن

برونزدهای پالئوژن مختص نهشته های ائوسن است که در جنوب منطقه باختر منطقه گسترش اندکی دارند و در برگیرنده سنگهای رسوبی و آتشفشانی هستند. در منطقه مورد مطالعه بخش های رسوبی، آذر آواری و روانه های گدازه آتشفشانی به تناوب تکرار شده اند. گدازه های ائوسن ترکیبی در حد بازیک تا میانه و به مقدار کمتر اسیدی دارند که به پیکر روانه های گدازه زیر دریایی همراه با سنگهای ولکانوکلیستیک، هیالوکلیستیک و یا توف گسترش یافته اند. دایکهای خوراک دهنده ائوسن و یا پلیوکواترنری نهشته های ائوسن را بریده اند. توده های نیمه ژرف با سن احتمالی پلیوکواترنری نهشته های ائوسن را بریده و شیبدار نموده اند. محلولهای گرمایی به هنگام حرکت از شکستگی های موجود در سنگهای سرراه، برخی عناصر همراه خود را بالا آورده و در پیکر رگه و رگچه ها کانیهای با ترکیبات مس را بر جای نهاده اند. این سنگها در جنوب باختر ورقه گسترش محدودی دارند.

واحد E^{mg}

این واحد در برگیرنده شیل های مارنی، سیلنتی گچ دار همراه با میان لایه سنگ گچ، سنگ ماسه، توفیت، سنگ آهک بر روی هم به رنگ خاکستری روشن مایل به سبز روشن و در برخی موارد مایل به قرمز است. این واحد با سطوح فرسایشی نرم و رنگ روشن مشخص است.

واحد E^{vb}

این واحد در برگیرنده تناوب گدازه های بازالتی - آندزیتی هیالوکلاستیک، اسپیلیتی، در مواردی حفره دار، الیوین بازالت، تراکی آندزیت همراه با گدازه های برشی شده، توفیت هماتیتی، لیتیک توف، ماسه سنگ توفی و به رنگ خاکستری تیره مایل به سبز و یا قرمز است. سنگها بیشتر هماتیتی شده اند و کانی مس در پیکر مالاکیت در این گونه سنگهای بازیک در بسیاری موارد دیده می شود. بخش گدازه ای نسبت به بخش های توفی و توفیتی و یا رسوبی برجسته تر و صخره سازترند. بافت سنگهای بازالتی میکروولیتیک، پورفیریک، بادامکی است. فنوکریستها نیز دگرسان شده اند.

واحد E^b

این واحد شامل بخشهای گدازه ای بازیک E^{vb} و یا دایکهای خوراک دهنده آن است که از نوع الیوین تراکی بازالت، پیروکسن بازالت، آندزی بازالت بیشتر تجزیه شده است. بافت آنها میکروولیتیک، پوفیریک و گاه تراکیتی است. پیروکسن نیز عمده کانی مافیک است که در لابلاهی میکروولیت های پلاژیوکلاز پراکنده است. هیپرستن و اوژیت از انواع پیروکسن های موجودند. در برخی نمونه ها، الیوین به کانی ادینگسیت و اکسید آهن تجزیه شده است. سنگهای این واحد اشباع و بندرت تحت اشباع از سیلیس اند. کانی زایی مس بصورت مالاکیت در بسیاری از موارد در سنگهای این واحد دیده می شود.

نئوژن

واحد M^s

این مجموعه چینه نگاری شامل سنگ سیلت و مارن به همراه میان لایه هایی از سنگ ماسه و کنگلومرا است که به رنگ قرمز روشن برونزد دارند. در این منطقه از نمونه های برداشته شده سنگواره ای به دست نیامده است ولی از همین واحد در ورقه مجاور نانوفسیل های *Amaurolithus* sp. و *Amaurolithus prism* یافت گردیده است. بدین سان، بر طبق شواهد چینه نگاری منطقه ای و سنگواره های به دست آمده از ورقه مجاور، این واحد متعلق به میوسن است.

این واحد به گونه ناپیوسته بر روی واحدهای کهن تر و جوانتر از خود جای گرفته است. تعیین ستبرای دقیق به دلیل فرسایش سطح زیرین و زبرین آن میسر نیست. گسترش بیشتر این واحد در خاور و جنوب خاور ورقه است.

واحد^c PL

این واحد از کنگلومرای خاکستری تا قهوه ای خاکستری رنگ با جورشدگی و گرد شدگی بطور کاملاً ضعیف، سیمانی سست و شیبی ملایم تشکیل شده است. عناصر سازنده آن بیشتر قطعات رسوبی سنگ آهک - ماسه سنگ و شیل است. در بخش های زیرین این واحد میان لایه های مارن کرم رنگ دیده می شود. رخنمون این واحد در شمال باختر منطقه به گونه ناودیس و به طور ناپیوسته در زیر واحد M^s و بر روی واحد K_{sn} قرار گرفته است. شیب طبقات از مرکز ناودیس به طرفین یال ها زیادتر می گردد. در بخش های زیرین کمی بین لایه های مارن کرم رنگ دیده می شود

واحد^c PIQ

از تناوب لایه های کنگلومرای خاکستری و طبقات رس سنگ تشکیل شده است. بخش کنگلومرای این واحد از قطعات ناهمسان با گردشدگی متوسط و جور شدگی ضعیف در زمینه ای آواری تشکیل شده است. فرآیند سخت شدن در آن کامل نشده است. با همبندی ناپیوسته هم شیب و دگرشیب بر روی طبقات زیرین جای می گیرد. در بخش های بالایی این واحد میان لایه های چند متری مواد پیروکلاستیک و یالاهارپلیو کواترنر ظاهر شده و ولکانیکهای پلیو کواترنر بر روی این واحد جای گرفته اند. بدلیل چگونگی ارتباط آن با واحدهای مجاور، ضخامت به نسبت زیاد آن و کج شدگی که در لایه های آن بر اثر حرکات تکتونیکی ایجاد شده، سن آن را پلیوسن - کواترنر در نظر می گیریم.

واحدهای آتشفشانی پلیو کواترنر

نهشته های آتشفشانی پلیو کواترنر با تکاپوهای انفجاری و پیدایش مواد پیروکلاستیک اسیدی (در ورقه جنوبی منطقه تحت مطالعه) آغاز شده و آن گاه گدازه و گدازه های برشی شده در پیرامون مراکز آتشفشانی گسترش یافته است. لاهار و کنگلومرای آتشفشانی با تغذیه از مواد سست 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، بلندیهایی را پدید آورده اند. پس از تکاپوی وابسته به گدازه و گدازه های برشی شده کالدراهایی پدید آمده اند و در چاله کالدرها گنبد آتشفشانی از سنگ های داسیتی - آندزیتی نفوذ کرده است. پیدایش کادرا را می توان در وابستگی با پیدایش خلدء نسبی در مخازن ماگمایی کم ژرفا و ریزش سقف آنها تفسیر کرد.

واحد^{La} PIQ

این واحد متشکل از نهشته های اپی کلاستیک پلیو کواترنر در برگیرنده و روانه های لاهار، کنگلومرا و آبرفت های رودخانه ای است که به رنگ خاکستری به نسبت روشن بدون لایه بندی و یا با لایه بندی ضعیف است. قطعات سنگ های آتشفشانی با ترکیب تا حدواسط به صورت زاویه دار و یا نیمه گرد شده در زمینه ای ریز دانه متشکل از خاکستر، مواد رسی و خرده سنگ جای گرفته اند. مواد سازنده این واحد از مواد پیروکلاستیک و یا گدازه های برشی شده پلیو کواترنر تهیه شده اند. در برخی موارد نهشته های پیروکلاستیک با لاهار تناوب دارند و تفکیک آن ها به خوبی مقدور نیست. رخنمون وسیعی از نهشته های این واحد در بخشهای جنوب خاور نقشه با روند شمال باختر - جنوب خاور دیده می شود. از مهم ترین ویژگی های نهشته های لاهار نبود چین خوردگی و سیمانی شدن در آن است. پادگانه های ایجاد شده توسط این نهشته ها از بلندترین پادگانه های نیمه جنوبی ورقه است. این پادگانه ها بدلیل شباهت چینه نگاری با سازند مراغه می تواند مربوط به حرکات فراشیبی فاز اصلی کوهزایی پاسادنین باشد و از طرفی در بخشهایی از ورقه زیرین، ورقه مشکان، منطقه مورد مطالعه بر روی واحد PIQ^c قرار گرفته است از این روی زمان تشکیل آن بر روی PIQ^c قرار داده شده است.

واحد^a PIQ

این واحد دربرگیرنده روانه های گدازه با ترکیب کواترنر تراکی آندزیتی، داسیتی آندزیتی، داسیتی و یا تراکی آندزیتی است. آغاز فعالیت این واحد با گدازه های هیالوتراکی آندزیتی بوده است.

بافت سنگ ها پورفیریتیک با زمینه میکرولیتیک و کریپتوکریستالین و گاه تراکیتی است. حاوی فنوکریستهای دربرگیرنده پلاژیوکلاز، هورنبلند، بیوتیت است که در زمینه ای ریز بلور تا نهان بلور جای گرفته اند. این واحد بر روی گدازه های برشی واحد PIQ^{1a} و یا کهن تر جای گرفته است. گدازه های خاکستری مایل به قرمز که در آنها قطعه سنگ های تیره در زمینه روشن تر قرار دارد در این واحد دیده می شوند.

واحد PIQ^{1a}

این واحد در برگیرنده گدازه های برشی و روانه های گدازه با ترکیب تراکی آندزیتی - داسیتی در دامنه کوه های آتشفشانی گسترش دارند. اندازه ابعاد قطعات سنگی گدازه های برشی حداکثر نزدیک به ۱۵۰ سانتیمتر می رسد. بافت آنها پورفیریتیک با زمینه میکرولیتیک تا تراکیتی و یا پورفیروکلاستیک است. فنوکریستها از نوع پلاژیوکلاز، به ندرت کوارتز با آثار خوردگی خلیج مانند، کانی های مافیک از نوع پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت است. بخش های گدازه ای در حد امکان به صورت واحد PIQ^a تفکیک شده است. سنگ های این واحد بیشتر به صورت توده ای بوده و رنگ خاکستری روشن و یا مایل به صورتی نشان می دهند.

واحد PIQ¹

شامل داسیتی آندزیت، داسیت و کوارتز تراکی آندزیت به رنگ خاکستری است که به صورت گنبد، دایک و یا گدازه های ستر، thick lava، نهشته های ائوسن را بریده و یا بر روی آنها جای گرفته و جوانترین بخش نهشته های آتشفشانی پلیوکواترنز را تشکیل می دهد. گنبدهای آتشفشانی این واحد در برخی موارد در محل کالدرای ریزشی آتشفشانی تشکیل یافته و ارتفاعات بلندی را به وجود آورده اند. بافت سنگ ها میکرولیتیک پورفیریک، میکروکریستالین است و فنوکریستها در برگیرنده پلاژیوکلاز در حد آندزین - الیگوکلازند. بر طبق نمودار لومتر (۱۹۸۹) نمونه های این واحد فرا اشباع از سیلیس با گرایش سدیک هستند.

با توجه به نوع دگرسانی، نبودن رسوب در لابلای گدازه ها، شکل و حالت گدازه ها محیط تشکیل آنها قاره ای بوده است. سن آنها با در نظر گرفتن محیط تشکیل، ترکیب سنگ شناختی و کانی شناختی پلیوکواترنز است. 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 PIQ^a به وجود آمده است. بالا بودن اندازه گرانروی ماگما موجب تشکیل گنبدهای آتشفشانی این واحد شده است.

واحد PIQ^b

شامل سنگ های تیره تا سبز تیره (هیالو) بازالتی و (هیالو) بازالت آندزیتی است. از نخستین سری سنگهای است که مراحل انتهایی فعالیت آتشفشانی منطقه مورد مطالعه است که گسترش نه چندان زیادی در بخش های جنوب باختری دارد.

بافت آن ها پورفیری، بادامکی، گلومروپورفیری در زمینه انیترسرتال، اینترگرانولار و میکرولیتیک است. کانی های اصلی پلاژیوکلاز، پیروکسن و البوین و محصولات دگرسانی ادنیگزیت و اکسید آهن را شامل می شود. حالت جریانیه و شبه لایه بندی دارند که حاصل نوع فوران و چگونگی تشکیل آنهاست. ریخت این مجموعه آتشفشانی حکایت از تختگاههای به نسبت افقی است که خاص آتشفشان های جوان است. این واحد در محیط قاره ای تشکیل شده است.

واحد های کواترنز

واحد Q¹¹

این واحد بصورت انباشته های مخروطه افکنه و پادگانه های قدیمی در دامنه های پر شیب بر روی واحدهای سنگی گسترده شده است. ذرات متشکله این انباشته ها حاصل فرسایش طبقات سنگی بلندیهای پیرامون است.

واحد Q¹²

با گسترش محدود بصورت انباشته های مخروطه افکنه و پادگانه های جوان در دامنه های کم شیب و حوالی نواحی مرزوعی و مسیلهها وجود دارد. بیشتر زمینهای کشاورزی بر روی همین واحد توسعه یافته اند.

واحد^f Q

در مناطقی که انرژی جریان آب به شدت کاهش می یابد، مانند جای پیوستن رودخانه از یک دره کوهستانی پر شیب به دشت، این واحد رسوبی تشکیل میشود. شیب همگانی این مخروط ها از نوک به سوی قاعده کاهش مییابد. این مخروط هادارای برش طولی مقعر و برش عرضی محدب است. با دور شدن از نوک مخروط از اندازه ذرات تشکیل دهنده آنها کاسته و بر سبزی آنها افزوده میشود. جنس مواد سازنده مخروط ها به تنوع پروندههای سنگی حوضه ابریز و ویژگیهای بافتی واستحکام سنگ مادر بستگی دارد. سطح آب زیرزمینی در این واحد رسوبی بالا است ومناطق مستعد را برای کشاورزی فراهم آورده است.

واحد^c Q

رسوبات دشت رسی باقیمانده رسوبگذاری آبهای جاری در کواترنر است که موجب پیدایش دشتهای مسطح شده اند. اندازه نهشته های این مجموعه دانه ریز در حد ماسه، سیلت و رس است. بدلیل جریانهای زیر قشری در اثر ساز و کار انحلال و اثر نیروی موئینه، شکافها یی در سطح زمین در این نهشته های دانه ریز پدیدار شده است که در بعضی موارد این شکافها به کانالهای زیرزمینی متصل می شود.

تکوین زمین ساخت

محدوده ورقه در حوضه رسوبی کپه داغ واقع می شود. این مجموعه در زیر یک تنش فشارشی قرار دارد که حاصل آن در آغاز کوتاه شدگی و چین خوردگی است و نیروی عامل آن در راستای شمال - شمال خاور، جنوب - جنوب باختر عمل کرده است. در اثر ادامه فرایند فشارش در پاره ای نقاط گسلهای راندگی نیز پدیدار شده اند. روند گسلهای راندگی به موازات سطوح محوری چینها است و گاهی نیز محل قرار گرفتن و جایگاه گسلهای راندگی، در پاره ای چینهای برگشته است، مانند گسل امامقلی، از اینرو چینهای برگشته ای که در ارتباط با گسل های راندگی هستند را می توان چین پیشروی گسل، Fault propagation fold، نامید مانند تاقدیس و ناودیس های موجود در کوه امامقلی.

لایه های سنگی، تحت فشارش، در آغاز رفتاری شکل پذیر از خود نشان داده اند که فرآورده آن چین خوردگی لایه های سنگی، بویژه در سازند تیرگان، است در ادامه فشار این لایه ها در یکی از یال های چین رفتاری شکننده نشان داده اند که فرجام آن گاهی پیدایش گسل راندگی در سطح یکی از یال های چین است. با ادامه فشارش در منطقه، شکست هایی در سنگها شکل گرفته و گسلهای راستالغز در جابجایی هایی در سنگها شکل گرفته اند. همانگونه که در نقشه مزبور مشاهده می شود، حرکت این گسل ها باعث بریدگی محور چین ها و گاهی گسل های راندگی می شود، مانند گسل اسفجیر.

در پاره ای نقاط، حرکت دو گسل راستالغز در کنار یکدیگر باعث پیدایش یک ردیف از گسل های راستالغز فرعی شده که به تقریب به موازات گسلهای پیشین قرار گرفته است، مانند گسل شرکانلو، در پاره ای نقاط نیز حرکت بلوکهای پیرامون یک گسل راستالغز سبب شده تا شکستگیهای با زاویه ای حاده در کنار آن ایجاد شود و در پی ادامه فعالیت و حرکت گسل راستالغز در امتداد شکستگی ها جابه جایی انجام می گیرد که بسته به چپ بر یا راستبر بودن گسله اصلی، گسل های شیب لغز فرعی با مولفه معکوس و راندگی یا نرمال در کناره گسل اصلی ایجاد می شوند. در اثر ادامه فشارش در منطقه و پایداری که رشته کوه البرز و بینالود در برابر آن از خود نشان می دهند. گسلهای راستالغز در پاره ای نقاط حالت خمیده پیدا می کند و خمشی در آنها ایجاد می شود که سبب تغییر دوباره در امتداد گسلهای یاد شده می شود مانند گسل های اوغاز تازه و اسفجیر و باغان گرماب.

شاید بانگاهی دقیق تر بتوان گفت تنش اعمالی بر منطقه مزبور، بر آیندی است از همه فشارهایی که در اثر عوامل گوناگون زمین ساختی بر آن وارد می شود و فرجام آن فشارشی است که سبب تغییرات ساختاری در حوضه رسوبی کپه داغ می شود.

بر طبق مطالعات صحرایی، بیشتر گسل ها از نوع گسل های راستالغز راست بر و چپ بر با مؤلفه های واژگون و گاه نرمال هستند که گاهی بگونه مزدوج بین N15W و N20E متغیر است، از طرفی شماری گسلهای راندگی نیز در ناحیه شناخته شده اند. گسلهای راندگی همزمان با چین خوردگی در منطقه ایجاد شده اند و گسلهای راستالغز سنی جوانتر از آنها دارند.

امتداد گسل های راندگی توسط گسل های راستالغز بریده و جابجا می شود (مانند گسل اوغاز تازه)، همچنین بررسی های صحرایی نشان می دهد که مهمترین ساز و کار چین خوردگی در منطقه، سازو کار خمش لغزش Flexural slip folding است. یکی از گواهان چین سازو کاری پیدایش خطواره های لغزشی، Sliken sides، بر روی سطوح طبقه بندی و عمود بر محور چین خوردگی است که سبب ایجاد سطوح جدا شده در حد فاصل میان طبقات می شود. این ویژگی از خصوصیات چین های خمیده با سطوح جدایش decollement buckle folds (موریس و توایس - ۱۹۹۲) که سازو کار خم لغز در پیدایش آن نقش پایه ای را بازی می کند. در این چین خوردگی طبقات رسوبی بر روی یکدیگر لغزیده و به سوی محور چین نزدیک می شوند. این شواهد در منطقه مورد مطالعه مشاهده می شود. بیشتر چین های موجود در گستره نقشه بطور میانگین محوری خاوری - باختری و شمال باختری - جنوب خاوری دارند که این نشان دهنده کوتاه شدگی در راستای شمال - جنوب و شمال خاوری - جنوب باختری است. بدین سان، محور تنش چیره در منطقه می باید در جهت شمال - جنوب و شمال خاور - جنوب باختر بر واحدهای سنگی اعمال شده باشد، مانند تاقدیس ها و ناودیس های کوه امامقلی و تاقدیس ناودیس های کوه کیشمر.

عناصر ساختاری منطقه راچین ها، گسل ها و درزه ها تشکیل می دهند. سیر تکاملی این ساختمان ها را به طور خلاصه چنین می توان بر شمرد که نخست واحدهای سنگی تحت تأثیر تنش های موجود چین خورده اند سپس گسلهای راندگی بر اثر پیشروی چین، در نقاطی محدود پدیدار شده اند. در دنباله اعمال نیرو بر واحدهای سنگی گسلهای راستالغز با مؤلفه چپگرد و راستگرد در ناحیه پدید آمده اند.

به احتمال نهشته های مزوزئیک بر اثر عملکرد فازهای کوهزایی برابر لارامید چین خورده اند و از آب بیرون آمده اند. نبود چینه ای، چین خوردگی و گسلش در نهشته های ائوسن و میوسن و پلیوسن - کواترنر بر اثر عملکرد رخدادهای زمین ساختی آلپین پسین روی داده است. بطوریکه نهشته های پلیوکواترنر با پیدایش کنگومرای PIQ^c با دگرشیبی بر روی سطوح فرسایشی واحدهای کهن تر جای گرفته است. شیبدار شدن آنها را می توان به جوانترین فازهای کوهزایی آلپ پسین برابر با پاسادنین وابسته دانست.

زمین شناسی اقتصادی

در محدوده برگه فاروج آثار معدنی اندکی دیده می شوند:

سنگ آهک رس دار و مارن در سازندهای تیرگان و سرچشمه در تهیه سیمان کاربرد دارند. می توان طبق مطالعات بیشتر از این قابلیت معدنی در جهت تولید سیمان بهره جست.

سنگ آهک اوربیتولین دار سازند تیرگان در بعضی نقاط بصورت ضخیم لایه است که جهت سنگ تزئینی و سنگ لاشه کاربرد دارد. واحد بازالتی - آندزیتی E^{vb} به دلیل بافت حفره ای گاهی در بعضی مناطق می توان آثار مس را در پیکر ملاکیت مشاهده نمود.