

گزارش نقشه زمین شناسی ۱۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۵۶۵ - کاکلی

موقعیت جغرافیایی

گستره چهارگوش نقشه زمین شناسی کاکلی (مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰)، در شمال باختری استان خراسان و شمال خاوری شهرستان بجنورد و در شمال جاده آسفالتی بجنورد- شیروان جای گرفته است.

این گستره در میان طولهای جغرافیایی $۵۸^{\circ} ۳۰'$ و $۵۸^{\circ} ۰۰'$ و عرضهای جغرافیایی $۳۷^{\circ} ۳۰'$ و $۳۸^{\circ} ۰۰'$ جای دارد. بزرگترین آبادی در آن، روستای لوجلی است که در خاور نقشه واقع است. جاده آسفالتی شیروان- بجنورد، که قسمتی از جاده مشهد- ساری است، از جنوب منطقه می گذرد. در میان گستره نقشه نیز شمار ناچیزی جاده آسفالتی روستایی و شمار فراوانی جاده شوسه و خاکی کشیده شده اند که راه دسترسی را به منطقه، به نسبت آسان می سازد. کشاورزی و دامپروری در ناحیه رونقی فراوان دارد.

منطقه یاد شده از دید اقلیمی، مرطوب تا نیمه مرطوب است و در تابستان هوایی به نسبت گرم و در زمستان، بویژه در نقاط مرتفع، دمای هوا بسیار پایین است. دمای هوا در فصول گرم سال بیشینه $۴۲/۳$ درجه سانتی گراد و در فصول سرد سال کمینه $۲۹/۴$ - درجه سانتی گراد دارد. میانگین اندازه بارندگی سالانه بین کمینه $۳۷/۲$ و بیشینه $۱۳۲/۹$ میلی متر در تغییر است و در فروردین ماه بیشترین بارش در منطقه دیده می شود.

پوشش گیاهی به نسبت مناسب است و در نواحی شمالی، درختهای سوزنی به فراوان یافت می شوند. وجود پوشش گیاهی متنوع و مناسب، سبب شده است تا دامپروری در منطقه رونقی زیاد داشته باشد. در نقاط مختلف چشمه های آب شیرین و کارستی که آب شرب و کشاورزی اهالی را تأمین می کند، به فراوانی دیده می شوند. مجموعه یاد شده بخشی از ارتفاعات هزار مسجد به شمار می آید که دشت شیروان در جنوب آن جای دارد. بلندترین نقطه در منطقه با ۲۵۲۵ متر ارتفاع در کوه کونجخور، در شمال خاورورقه و در مجاورت مرز ایران و ترکمنستان، و پست ترین نقطه با ۹۰۸ متر ارتفاع در دشت شیروان، واقع در جنوب باختر ورقه و در مجاورت روستای قره خان بندی، 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 ساختمانهای زمین شناسی آن دارد. کهن ترین واحد سنگی رخ نموده در منطقه، سازند آهکی تیرگان است. این سازند مجموعه ای صخره ساز بوده که بیشترین ارتفاعات را در ناحیه ایجاد نموده است. به تقریب هسته بیشتر تاقدیس ها را در منطقه، این واحد سنگی شکل میدهد. اشکال کانیون Canyon - دره های ژرف و دراز- و Flatiron - برجستگیها یا پشته های کوتاه و مثلثی شکل که بر روی یال کوهها دیده میشوند - و ساختمانهای کارستی از دیگر اشکال زمین ریخت شناسی است که این سازند در منطقه بوجود آورده است.

سازند کلات نیز واحدی صخره ساز است و اشکال ریختاری Cuesta - تپه ها یا پشته هایی که شیب دامنه آنها در یک پهلو کم و در پهلو مقابل شیب دامنه زیاد است- و سنگ ریزش Rock fall را در ناحیه ساخته اند.

سازندهای سرچشمه و سنگانه، در مقایسه با واحدهای سنگی تیرگان و آبدراز، ارتفاعات پست تری را پدید آورده اند. بیشتر زمینهای کشاورزی بر فراز این واحدهای سنگی جای گرفته اند. طرح دندریتی آبراهه ها و شکلهای تپه ماهوری Badland از دیگر نماهایی است که در این سازندها دیده می شود.

سازند آیتامیر به دلیل لیتولوژی ویژه خویش - سنگ ماسه گلاکونیتی- سطوحی صاف با فرسایش لانه زنبوری را شکل داده است. سازند خانگیران تپه هایی با ارتفاع کم و شیبی به نسبت ملایم را به نمایش گذاشته است.

سازند پسته ليق ارتفاعات پست و يکنواخت را پديد آورده و واحدهای نئوژن نیز اشکال تپه ماهوری Badland را در نواحی مختلف، از خود به نمایش می‌گذارند.

همانگونه که در آغاز گفته شد، فعالیتهای زمین ساختی به نسبت جوان منطقه، باعث شده است تا ریختار ناحیه زیر تأثیر قرار بگیرد. ساختمانهای چین خورده سبب پیدایش بلندیها در هستهٔ تاقدیس‌ها و فرورفتگی در هستهٔ ناودیس‌ها شده و حرکت گسلهای راستا لغز باعث بریده شدن و جابجایی ارتفاعات و تغییر مسیر رودخانه‌ها شده است. کانال بسیاری از رودخانه های اصلی، در مسیر گسلهای راستالغز جای دارند.

جایگاه گستره مورد بررسی در زمین شناسی ایران

گستره نقشه بخشی از پهنة زمین شناختی - ساختمانی کپه داغ به شمار می آید. این گستره در جنوب باخترحوضهٔ کپه داغ و با فاصله‌ای اندک، در شمال بلندیهای البرز جای گرفته است.

همزمان با حرکتهای کوهزایی در کربنیفر بالا، پوستهٔ اقیانوسی پالئوتتیس Paleotethys شکسته و فرورانش آن از سوی شمال به زیر پوستهٔ قاره‌ای توران آغاز می‌شود. با ادامهٔ فرورانش در تریاس میانی - حرکتهای کوهزایی پیش از تریاس پایانی - دو قطعهٔ لیتوسفری به یکدیگر برخورد Collision می‌کنند. پس از پایان برخورد و توقف نسبی جنبش های تکتونیکی، فرو نشست Subsidence ناحیهٔ برخوردی آغاز می‌شود که در فرجام آن پیدایش حوضهٔ کم ژرفا و درون قاره‌ای Epicontinental کپه داغ بر روی پوستهٔ قاره‌ای است و انباشته های مولاس حاصل فرسایش منطقهٔ کوهزاد، در حوضه نهشته شده و سازند کشف رود، با سن ژوراسیک میانی، در آن شکل گرفته و در ادامه دیگر سازندهای مجموعهٔ کپه داغ بر روی آن جای می‌گیرد.

تحلیل رسوب‌شناختی این ردیفهای رسوبی نشان میدهد که نهشته های کپه داغ در حوضه‌ای کم ژرفا ته نشست شده‌اند. این نهشته ها بعدها زیر تأثیر حرکتهای کوهزایی، مراحل گوناگون کوهزایی آلپین، قرار می‌گرفته‌اند و بنابراین هندسه و منابع تغذیهٔ آن دستخوش تغییر شده است. این رسوبات به تدریج کمان آتشفشانی مربوط به فرورانش پوستهٔ اقیانوسی پالئوتتیس به زیرپوسته قاره ای توران و مجموعهٔ سنگهای زمین درز پالئوتتیس را در زیرخود مدفون کرده اند. پس از برخورد قاره ای - قاره ای پوسته های ایران و توران، فشارش تکتونیکی کاهش یافته ولی از میان نمی‌رود و تأثیر خود را به صورت پیدایش دگر شکلیهایی مانند گسلهای راستالغز و چینهای قائم و خوابیده آشکار می‌سازد.

رسوبگذاری در کپه داغ تا میانه های الیگوسن ادامه می‌یابد و پس از آن، حوضهٔ رسوبی به طور کامل از آب بیرون می‌شود و انباشته های رودخانه‌ای و خشکی در نقاط گوناگون، برفراز واحدهای سنگی کهن تر جای می‌گیرند.

چینه نگاری

همانگونه که در نقشهٔ زمین‌شناسی نمایان است، در این ناحیه واحدهای سنگی از کرتاسه تا عهد حاضر دیده می‌شوند. در این بخش به طور مختصر واحدهای سنگی منطقه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سازند تیرگان Kir

سازند فوق در این منطقه از سنگ آهکهای الییتی و سنگ آهکهای تخریبی فسیل دار - دربردارنده فسیل اور بی‌تولینا - ضخیم لایه - بین ۲ تا ۰,۵ متر - به همراه لایه‌هایی از آهکهای رسی، مارن و شیل آهکی تشکیل شده است. رخنمون این سازند در همه گستره نقشه به تناوب دیده میشود و به تقریب هسته بیشتر تاقدیس ها و قله های منطقه را شکل میدهد. در همه این تاقدیسها، قاعده سازند پوشیده است و ضخامت واقعی آن در منطقه مشخص نمی‌شود.

بیشترین گسترش سطحی در منطقه مربوط به این مجموعه است. در بیرون از محدودهٔ ورقه زمین شناسی کاکلی و در جنوب باختر شهر شیروان، در مجاورت روستای گلپان، این سازند به گونه هم شیب (Conformable) بر روی سازند شوربیجه جای گرفته است که ح.بزرگ نیا ضخامت آن را ۲۸۸ متر گزارش نموده است. در باختر کپه داغ، کوه کر خود، نیز این ضخامت به ۴۰۰ متر می‌رسد. سازند سرچشمه به شکل هم شیب و پیوسته برفراز سازند تیرگان

جای میگیرد. این تداوم و پیوستگی به تقریب در بیشتر نقاط دیده میشود، هر چند در پاره ای مناطق این دو سازند توسط گسل در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند. برپایه میکروفسیلهای یافت شده در این مجموعه که توسط خانم مریم بهره مند بررسی شده، سن آن نئوکومین Neocomian تا آپسین Aptian (کرتاسه زیرین) در نظر گرفته شده است. شماری از این فسیلها به شرح زیرند

Orbitolina discoidea – *Orbitolina kurdica* – *Valserina broennimanni* SCHROEDER and CONRAD – *Lithocodum aggeratum* – *Cylindroporella* sp. – *Orbitolina* sp. – *Chofftella* sp. - *Dictyoconous arabicus*
Textularia sp.

سازند سرچشمه K_{sr}

این سازند به طور کلی از دو عضو تشکیل میشود. عضو زیرین شامل مارن خاکستری و تناوب لایه‌های نازک تا متوسط (۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر) سنگ آهک اوربی‌تولین دارو سنگ آهک رسی است. عضو زیرین که در مقایسه با عضو زیرین ضخامت بسیار کمتری را دارا است، شامل شیل تیره و زیتونی است که در قسمتهای زیرین ضخامت کمی از سنگ آهک فسیل دار بر فراز آن جای میگیرد. ضخامت عضو زیرین در شمال نقشه افزایش می یابد. به دلیل نرم و سست بودن واحدهای تشکیل دهنده این سازند و مقاومت ناچیز آنها در برابر فرسایش، توپوگرافی به نسبت پستی را به همراه آبراهه های دندریتی در سطح منطقه پدید آورده اند. ضخامت این سازند در روستای سرچشمه نزدیک به ۵۲۴ متر است (بزرگ نیا ۱۹۷۳).

رخنمون سازند سرچشمه در همه گستره نقشه به گونه ای یکنواخت است و چین خوردگیهای کوچک به فراوانی در آنها ایجاد شده است. سازند یاد شده به گونه هم شیب و پیوسته بر روی سنگ آهک تیرگان جای گرفته و سازند سنگانه به شکل پیوسته و هم شیب بر روی آن می نشیند.

سن این واحد چینه نگاری بر پایه گواهی میکرو فسیلهای یافت شده در آن، آپسین Aptian تا آلبین Albian تعیین شده است. شماری از فسیلهای مشخص این واحد به شرح زیرند

Orbitolina lenticularis – *Orbitolina discoidea* – *Orbitolina kurdica* - *Orbitolina throchus*

سازند سنگانه K_{sn}

این سازند از دیدگاه ترکیب سنگ شناختی شامل شیل‌های سیاه تا خاکستری تیره رنگی است که دارای میان لایه‌هایی از سنگ ماسه و سیلت سنگ است. ساختمانهای رسوبی گرهک و ساختهای مخروط در مخروط (Cone-in-cone) و گرهک سپتاریا (Septarian nodules) را به فراوانی در آن می‌توان گواه برد. ضخامت این سازند در یال جنوبی ناودیس شیخ به ۷۳۰ متر می‌رسد (بزرگ نیا ۱۹۷۳). این ضخامت به سوی شمال باختری بتدریج افزایش می یابد.

سازند سنگانه به گونه‌ای هم شیب و پیوسته بر روی سازند سرچشمه جای گرفته است و در بخش زیرین با گذری تدریجی به سازند آیتامیر تبدیل میگردد.

سن این مجموعه برپایه میکرو فسیلهای یافت شده در آن، آپسین Aptian تعیین شده است. شماری از فسیلهای مشخص این واحد به شرح زیرند

Orbitolina lenticularis – *Orbitolina throchus* - *Orbitolinadiscoidea* – *Pseudo chrysalidina* sp. – *Pseudo cyclammina* sp. - *Textolaria* sp.

سن سازند سنگانه برپایه گواهی آمونیت‌های مطالعه شده در آن، آپسین بالایی تا پایینی (سید امامی ۱۳۵۰) تعیین شده است.

سازند آیتامیر K_{at}

سازند یاد شده از دو عضو تشکیل شده است. عضو زیرین که در زیر جای دارد، شامل سنگ ماسه گلاکونیتی به رنگ سبز زیتونی است. عضو زیرین شامل شیل گلاکونیتی و میان لایه هایی از ماسه سنگ گلاکونیتی به رنگ سبز تیره است. ضخامت این واحد در یال جنوبی ناودیس شیخ به حدود ۱۶۰ متر می‌رسد (بزرگ نیا ۱۹۷۳). در این مکان عضو زیرین سازند گسترش بیشتری دارد و عضو زیرین ضخامت بسیار کمی در حدود ۲۰ متر را نشان میدهد.

ضخامت سازند آیتامیر به سوی شمال ناحیه بتدریج افزایش یافته و به تقریب به حدود ۲۸۰ متر میرسد. در این ناحیه ضخامت عضو زبرین مجموعه افزایش بیشتری نشان داده و بخش عمده سازند را تشکیل میدهد. با وجود نمونه برداریهای انجام شده، هیچگونه فسیل شاخصی از این سازند یافت نشد و تنها شماری اندک آمونیت از خانواده Turillites یافت شد. بر این پایه دیرینه سازند را می توان سنومانین Cenomanian در نظر گرفت. ک. سید امامی نیز بر اساس گونه های فراوان آمونیت یافت شده از این سازند، سن آن را سنومانین پیشین معرفی نموده است.

سازند آبدراز K_{ab}

سازند آب دراز در گستره نقشه به دو عضو جدا، تقسیم می شود. عضو زیرین، عضو K_{ab1}، از ۸۵ متر سنگ آهک ضخیم لایه، ۱ تا ۲ متر، با رنگ خاکستری تا سفید که در بر گیرنده گرهکها و قلوه های چرتی است تشکیل شده است.

عضو زبرین، عضو K_{ab2}، شامل سنگ آهک رسی به رنگ خاکستری تا سفید، دارای فسیل اینوسراموس، است که در قسمت زبرین به شیل خاکستری کم ضخامتی تبدیل می شود. ضخامت عضو زبرین در حدود ۱۶۰ متر است. ضخامت سازند آب دراز در روستای شیخ، واقع در جنوب باختر ورقه در حدود ۲۴۵ متر گزارش شده است (بزرگنیا ۱۹۷۳).

رخنمون سازند آب دراز در دامنه های ناودیس شیخ، واقع در جنوب باختر ورقه، و در هسته ناودیس لوجلی واقع در قسمت میانی نقشه، در مجاورت روستای لوجلی، وجود دارد. در باقیمانده گستره ورقه، هیچگونه رخنمونی از این سازند دیده نمی شود. ضخامت این مجموعه از جنوب به سوی شمال نقشه کاهش می یابد. بیشترین ضخامت آن در ناودیس شیخ و کمترین آن در ناودیس لوجلی است.

سازند آب دراز به گونه پیوسته و همشیب بر روی سازند آیتامیر جای می گیرد. در ناودیس شیخ، این واحد با ناپیوستگی هم شیب (Disconformable) به سازند کلات تبدیل میشود که این پدیده با نبود نهشته گذاری سازندهای آب تلخ و نیز اردر منطقه مشخص میشود. مطالعه فسیلهای موجود، سن این سازند را به تورونین Turonian - سانتونین Santonian نسبت میدهد. پاره ای از این سنگواره ها به شرح زیرند

Globotruncana helvetica - Globotruncana lapparenti - Pithonella ovalis - fornicata. Calcisphaerula sp. - Calcisphaerula innominata - Calcisphaerula sphaerica - Stomiosphaera conoidea - Girvulamina sp. - Gavelinella sp. - Globotruncana

سازند کلات K_{kt}

سنگهای تشکیل دهنده آن شامل سنگ آهک تخریبی دانه درشت به همراه میان لایه هایی از سنگ ماسه آهکی به رنگ کرم تا قهوه ای است. تنها رخنمون این واحد در محدوده نقشه، در یالهای ناودیس شیخ است. ضخامت سازند در ناودیس شیخ به ۱۹ متر می رسد. جنس آن شامل سنگ آهک تخریبی فسیل دار واجد آهن و ساخت آن توده ای است. به دلیل استوار بودن آن در برابر فرسایش، این سازند با چهره ای صخره ساز بر روی واحد مارنی آبدراز جای گرفته است.

در محدوده نقشه، میان سازند کلات و سازند آبدراز، یک نبود رسوبگذاری دیده می شود. این نبود نهشته گذاری با حذف سازندهای آب تلخ با سن کامپانین و نیزار با سن ماستریشتین مشخص می شود که در نتیجه آن سازند کلات به گونه هم شیب ولی با ناپیوستگی، بر روی سازند آبدراز نهشته شده است. این سازند باز پسین واحد چینه نگاری با سن کرتاسه است و به دنبال آن، سازندهای دوران سوم در منطقه دیده می شوند.

دیرینه این مجموعه بر پایه گواهی میکرو فسیلهای یافت شده در آن، ماستریشتین Maastrichtian پیسنهاد شده است. تعدادی از فسیلهای این واحد به شرح زیرند

Fissoelphidina operculiferum - Sidrolites calcitrapoides - Textularia sp. - Rotalia skourensis.

سازند پسته لیق Ep

سازند یاد شده شامل کنگلومرای قاعده‌ای و تناوبی از شیل، رس سنگ و سنگ ماسه با رنگ قهوه‌ای تا قرمز تیره است. ضخامت آن در محل ناودیس شیخ نزدیک به ۳۲۵ متر است.

تنها رخنمون این واحد در هسته ناودیس شیخ است. در محل ناودیس یاد شده، سازند پسته لیق به گونه ای هم شیب و ناپیوسته (Disconformable)، با واسطه کنگلو برای قاعده ای بگونه ای پیشرونده بر فراز سازند کلات جای میگیرد. همه فسیلهای یافت شده در این سازند حمل شده اند (Rework) و محدوده سنی جوانتری از ماستریشتین Maastrichtian را مشخص میسازند.

سن این مجموعه برپایه چگونگی جای گرفتن آن در میان سازندهای کلات و چهل کمان، در محل مقطع تیپ، پالئوسن زیرین در نظر گرفته شده است.

سازند خانگیران Ek

این سازند شامل تناوبی از شیل آهکی و سنگ ماسه با سیمانی سست و به رنگ خاکستری زیتونی تا خاکستری است. فسیلهای دوکفه ای و گاستروپود به فراوانی در آن یافت می شوند.

در محل برش الگو، ضخامت آن به ۱۸۸۰ متر می رسد. تنها رخنمون این سازند در محدوده نقشه، در هسته ناودیس شیخ است. تعیین ضخامت واقعی سازند خانگیران در محدوده نقشه به دلیل اینکه سطح زبرین سازند توسط فرسایش از بین رفته ونهشته های نئوژن با دگرشیبی بر روی آن جای گرفته اند، ناشدنی می نماید، ولی ضخامت باقیمانده آن اندازه گیری شد. این ضخامت نزدیک به ۹۰ متر است. به دلیل نا استواری آن در برابر فرسایش، شکلهای فرسایشی تپه ماهوری در منطقه ایجاد شده است.

سن این سازند بر پایه گواهی نانوفسیلهای Discoaster lodoensis یافت شده در آن، که توسط آ. مافی مطالعه شد، ائوسن تعیین شده است. وجود یک نبود رسوبگذاری در میان سازندهای خانگیران و پسته لیق، با نبود سازند چهل کمان با سن پالئوسن - ائوسن پیشین، حتمی است. در نتیجه این نبود در رسوبگذاری، سازند خانگیران به گونه ای هم شیب و با ناپیوستگی (Disconformable) بر روی واحد پسته لیق نهشته شده است.

نهشته‌های نئوژن Ng

این مجموعه چینه نگاری شامل سنگ سیلت و مارن گچ‌دار به همراه میان لایه‌هایی از کنگلومرا است که رنگ کلی آن قرمز روشن تا قهوه‌ای روشن است. ضخامت آن از ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر تخمین زده می‌شود. هر چند باید گفته شود که تعیین ضخامت دقیق آن به دلیل فرسایش سطح زبرین آن، انجام ناشدنی است.

نمونه‌هایی فراوان برای بررسی های نانو فسیل و واشینگ از منطقه برداشت شد ولی هیچگونه فسیلی برای تعیین سن از این مجموعه بدست نیامد. به دلیل نحوه ارتباط مجموعه یاد شده با واحدهای مجاور و رخساره سنگی آن، دیرینه این واحد را می‌توان نئوژن در نظر گرفت.

رخنمون اصلی این واحد در ناودیس شیخ است. این مجموعه در پاره‌ای نقاط به گونه هم شیب و ناپیوسته (Disconformable) در مناطقی نیز با دگر شیبی (Angular unconformable) خفیفی بر روی واحدهای کهن تر جای می‌گیرد. انباشته کواترن به گونه دگرشیب بر روی آنها جای می‌گیرند.

انباشته‌های کواترن

نهشته‌های کواترن به طور گسترده در تمام منطقه رخنمون دارند و به طور دگر شیب بر روی تمامی واحدها نهشته شده‌اند.

این نهشته‌ها را می‌توان به چند دسته تقسیم نمود که عبارتند از

PLQC: این واحد شامل کنگلومرای درشت دانه با اجزایی به نسبت گرد شده با جورشدگی نامناسب است که واجد لایه‌بندی و سیمانی به نسبت سست هستند. رنگ کلی این واحد کرم تا کرم روشن است. قطعات تشکیل دهنده آن از سنگهای کهن تر پدید آمده است که اندازه آنها از پلمه سنگ (Pebble) تا تخمه سنگ (Boulder) متفاوت است. بیشترین رخنمون این واحد در جنوب خاور ورکه و همچنین دربخش میانی نقشه، در مجاورت ناودیس لوجلی و

تاقدیس زاب است. به دلیل نحوه ارتباط آن با واحدهای مجاور، ضخامت به نسبت زیاد آن و کج شدگی که در لایه‌های آن بر اثر حرکات تکتونیکی ایجاد شده، سن آن را پلیوسن - کواترن در نظر می‌گیریم.

Q¹¹: این انباشته‌ها شامل آبرفته‌های سخت نشده و پادگانه‌های رودخانه‌ای کهن و بلند است. انباشته‌های یاد شده شامل کنگلومرا و سنگ ماسه سخت نشده اند که بر فراز واحدهای سنگی و یا در پای ارتفاعات بر اثر فرسایش سنگهای با سن کهن تر برجای گذاشته شده اند. قطعات تشکیل دهنده آنها شامل همه سنگهای کهن موجود در منطقه است.

Q^{1f}: شامل انباشته‌های سست و نیمه سختی است که در پای ارتفاعات و در دهانه رودخانه‌ها به عنوان انباشتگی‌های مخروط افکنه کهن بر جای گذاشته شده‌اند. این انباشته فراورده فرسایش نواحی مرتفع توسط آب وسیلاب است که پس از حمل توسط جریان‌های سیلابی، در دهانه رودخانه‌ها و پای بلندی‌ها بر جای نهاده شده‌اند.

Q¹²: این واحد شامل نهشته‌های آبرفتی جوان سخت نشده و پادگانه‌های رودخانه‌ای جوان است که بطور عمده در سطح دشته‌ها و نقاط کم‌بلندای گسترش دارند. انباشته‌های یاد شده شامل دانه‌هایی در حد سیلت و ماسه میباشند.

Q^{al}: انباشته‌های جوان و بطور کامل سست برجای گذاشته شده در بستر رودخانه‌ها، کانالها و دشتهای سیلابی را شامل می‌شود. این انباشته‌ها توسط رودخانه‌های کهن و فصلی حمل شده و در درازای آبراهه‌ها و گذرگاه‌های آب، برجای گذاشته شده‌اند. اندازه دانه‌ها در آنها بستگی کامل به فاصله از خاستگاه، شدت جریان آب و جنس قطعات دارد.

زمین شناسی ساختمانی

عناصر ساختاری منطقه را چین‌ها، گسلها و درزه‌ها تشکیل می‌دهند. سیر تکاملی این ساختمانها را به طور خلاصه چنین می‌توان بر شمرده که نخست واحدهای سنگی زیر تأثیر تنش‌های موجود چین خورده‌اند، سپس گسلهای راندگی بر اثر پیشروی چین، در نقاطی محدود پدیدار شده‌اند. در دنباله اعمال نیرو بر واحدهای سنگی، گسلهای راستا لغز با مؤلفه‌های چپگرد و راستگرد در ناحیه پدید آمده‌اند.

در این بخش برپایه برتری زمانی در پیدایش این ساختمانها، به شرح و توصیف ویژگیهای ساختمانی این عناصر پرداخته می‌شود.

چین خوردگی

چین خوردگیهای مهم و اصلی در محدوده نقشه، شامل تاقدیس‌های کولکی، زاب، سرچشمه، کونجخور، ماسینو و ناودیسهای شیخ، لوجلی، برزلان و ماسینو است.

تاقدیس ماسینو

هسته مرکزی تاقدیس را سنگ آهک تیرگان می‌سازد. محور تاقدیس ماسینو توسط دو سری گسلهای راستالغز با روندهای ناهمسان بریده شده و در امتداد آنها جابجا می‌شود. تاقدیس ماسینو از نظر هندسی، یک چین نامتقارن است و برپایه موقعیت محور، دارای میل یک طرفه به سوی باختر است.

ناودیس ماسینو

بخش میانی و مرکز ناودیس را سازند آیتامیر می‌سازد، که در حرکت به سوی خاورسازندهای سرچشمه و سنگانه در محور و ناودیس جای می‌گیرند. یال جنوبی ناودیس در بخش‌هایی از درازای محور چین، برگشتگی لایه نشان می‌دهد. ناودیس یاد شده ارتفاع پست‌تری را در مقایسه با تاقدیسهای کونجخور و ماسینو که هسته آنها سنگ آهک تیرگان است، ایجاد می‌کند.

از دیدگاه هندسی این چین را می‌توان یک ناودیس نامتقارن باز با میل یک سویه در نظر گرفت. میل این ناودیس به سوی باختر است.

تاقدیس کونجخور

بخش میانی تاقدیس را سنگ آهک تیرگان تشکیل می دهد و در اثر حرکت به سوی دو یال چین، سازند سرچشمه برونزد می یابد. محور تاقدیس کونجخور توسط گسلهای راستا لغز پر شماری با روند شمال باختری- جنوب خاوری بریده می شود. گسلهای یاد شده محور تاقدیس مزبور را می برند و در امتداد خود، آن را جابجا می کنند. این تاقدیس از نظر هندسی چینی است متقارن Symmetrical fold که میل محور آن یک سویه و متمایل به سوی شمال باختری است.

ناودیس برزلان

مرکز ناودیس برزلان را در باختر نقشه، سازند آیتامیر تشکیل می دهد که در حرکت به سوی خاور، سازند سنگانه در محور و مرکز ناودیس جای می گیرد. محور این ناودیس در نقاط گوناگون، توسط گسلهای راستا لغزی که به طور عمده روندی شمال باختری- جنوب خاوری از خود نشان می دهند، بریده شده است. این چین را می توان یک ناودیس نامتقارن باز با میل یک سویه و متمایل به سوی باختر در نظر گرفت.

تاقدیس کوکلی

بخش میانی تاقدیس را آهک تیرگان تشکیل می دهد که در حرکت به سوی دو یال چین، واحدهای سنگی جوانتر برونزد دارد. یال جنوبی تاقدیس کوکلی در پاره‌ای نقاط به سوی شمال برگشتگی پیدا می کند و بر اثر پیشروی چین خوردگی در یال جنوبی آن گسل راندگی کوکلی ایجاد شده است که آن را می توان Fault - propagation fold در نظر گرفت.

محور تاقدیس کوکلی توسط دو سری گسلهای راستا لغز با روندهای متفاوت بریده شده و در امتداد آنها جابجا شده است. تاقدیس کوکلی از نظر هندسی، یک چین نامتقارن است و براساس موقعیت محور، دارای میل یک طرفه به سمت جنوب باختری است.

ناودیس لوجلی

بخش میانی و مرکز ناودیس لوجلی را در خاور منطقه، سازند آبدراز تشکیل می دهد که در حرکت به سوی باختر سازندهای آیتامیر و سرچشمه در محور و مرکز ناودیس جای می گیرند. یال شمالی ناودیس یاد شده در بخش بزرگی از درازای محور چین، برگشتگی لایه نشان می دهد که دلیل آن را می توان جای گرفتن آن در کنار تاقدیس برگشته کوکلی در نظر گرفت. چون بخش بزرگی از ناودیس لوجلی را واحدهای مارنی تشکیل می دهد، ارتفاع پست تری را در مقایسه با تاقدیس کوکلی، که هسته آن سنگ آهک تیرگان است، ایجاد می کند.

محور این ناودیس در نقاط گوناگون توسط گسلهای راستالغزی که بطور عمده روندی شمال باختری- جنوب خاوری از خود نشان می دهند، بریده شده است. از دیدگاه هندسی این ناودیس چینی برگشته Over turned fold بوده که دارای میل یک سویه به سوی خاور است.

تاقدیس زاب

مرکز و محور تاقدیس را سنگ آهک تیرگان تشکیل می دهد که نسبت به نقاط همجوار خود، ارتفاع برجسته‌ای را پدید آورده است. محور تاقدیس زاب توسط گسلهای راستالغز پر شماری قطع و جابجا می شود. این گسلها بطور عمده روندی شمال باختری- جنوب خاوری دارند.

تاقدیس زاب از نظر هندسی چینی است متقارن Symmetrical fold که میل محور آن یک سویه و متمایل به سوی شمال باختر است.

ناودیس شیخ

هسته چین شامل انباشته های نئوژن و سازند خانگیران است که در حرکت به سوی یالهای ناودیس، سازندهای کهن تر برو نزد دارند. گسلهای راستا لغز شورک و توکور به تقریب عمود بر محور چین واقع شده و گسلهای راستا لغز بابا امان و قارلق با زاویه‌ای در حدود 45° درجه محور چین را زیر تأثیر قرار می دهند. به طور کلی این چین را می توان یک ناودیس نامتقارن باز با میل یک سویه و متمایل به سوی جنوب خاور در نظر گرفت.

تاقدیس سرچشمه

هسته این تاقدیس را سنگ آهک تیرگان تشکیل می‌دهد که ارتفاع بلندی را در منطقه پدید آورده است. در جنوب این تاقدیس، به سبب تداوم چین خوردگی، یک گسل راندگی با شیبی به سوی شمال پدیدار شده است. بدین سان این چین را میتوان Fault - propagation fold در نظر گرفت. یال شمالی آن شیبی ملایم به سوی شمال دارد و یال جنوبی تاقدیس به عمده برگشتگی نشان می‌دهد. محور تاقدیس سرچشمه توسط گسلهای راستا لغز توپکانلو و شماری گسل فرعی با روند شمالی- جنوبی و گسلهای راستالغز بابا امان و قارلق با روند شمال خاوری- جنوب باختری بریده شده است.

این چین را می‌توان یک تاقدیس برگشته باز با میل یک سو به سمت باختر و شمال باختر معرفی نمود.

چین‌های کوچک

همانگونه که در نقشه زمین‌شناسی دیده می‌شود شماری بالا از تاقدیس و ناودیس به نسبت کوچک در گستره نقشه دیده می‌شود که به تقریب تمامی آنها، همانند چینهای بزرگ معرفی شده در ناحیه، دارای میل محوری یک سو به و بیشترشان چینهایی باز (Open) هستند و سطح محوری آنها در راستای سطح محوری چینهای بزرگ قرار دارد.

هندسه چین خوردگی

بررسی های صحرائی نیز نشان می‌دهد که مهمترین ساز و کار چین خوردگی در منطقه، ساز و کار خمش لغزش Flexural slip folding است. یکی از گواهان چنین ساز کاری پیدایش خطواره‌های لغزشی Slicken sides بر روی سطوح طبقه‌بندی و عمود بر محور چین خوردگی است که سبب ایجاد سطوح جدا شده در حد فاصل میان طبقات می‌شود. این ویژگی از خصوصیات چین‌های خمیده با سطوح جدایش decollement buckle folds است (مورس و توایس ۱۹۹۲) که سازوکار خم لغز در پیدایش آن نقش پایه ای را بازی می‌کند. در این چین‌ها طبقات رسوبی بر روی یکدیگر لغزیده و به سوی محور چین نزدیک می‌شوند. این گواهان در منطقه مورد مطالعه به مقدار فراوان و در بیشتر طبقات رسوبی مشاهده می‌شود. بیشتر چین‌های موجود در گستره نقشه به طور میانگین محوری خاوری - باختری دارند که این نشان دهنده کوتاه شدگی در راستای شمال- جنوب است. بدین سان، محور تنش چیره در منطقه نیز می‌باید در جهت شمال- جنوب بر واحدهای سنگی اعمال شود.

گسلش (گسل خوردگی)

گسلها از مهمترین ساختمانهای موجود در ناحیه به شمار می‌آیند. بیشتر گسلها از نوع گسلهای راستالغز با مؤلفه‌های چپگرد و راستگردند و شماری گسلهای راندگی و معکوس نیز در ناحیه شناخته شده‌اند. در این بخش گسلها را باید بر پایه ساز و کارشان تقسیم‌بندی کرد.

گسلهای راندگی

همانگونه که پیش از این نیز گفته شد، گسلهای راندگی همزمان با چین خوردگی در منطقه ایجاد شده‌اند و گسلهای راستالغز سنی جوانتر از آنها دارند و امتداد گسلهای راندگی توسط گسلهای راستا لغز بریده و جابجا می‌شود. بطور معمول، هر گسل راندگی از دو سو به گسلهای راستالغز پایان می‌یابد. گسلهای راندگی بزرگ در منطقه عبارتند از:

گسل راندگی کولگی

امتداد این گسل به تقریب خاوری - باختری است و شیب آن در سطح زمین در حدود 30° درجه با تمایلی به سوی شمال است. گسل راندگی یاد شده در یال جنوبی تاقدیس کولگی جای داشته و سازند تیرگان را بر روی سازند سرچشمه می‌راند. در پاره‌ای نقاط نیز، وابستگی این دو واحد سنگی عادی و بی هر گونه بریدگی است. در امتداد سطح راندگی برگشتگی لایه در واحدهای سنگی مجاور سطح گسل ایجاد شده و شواهد موجود جهت راندگی را از سمت شمال به سوی جنوب معین می‌سازد.

گسل راندگی سرچشمه

امتداد گسل یاد شده باختر، شمال باختر - خاور، جنوب خاور است و در سطح زمین شیبی برابر 40° درجه به سمت شمال را نشان می‌دهد. این راندگی در یال جنوبی تاقدیس سرچشمه ایجاد شده و بر اثر پیشروی آن چین خوردگی در سطح گسل پدیدار شده است.

در بخش خاور گسل، راندگی یاد شده درون واحد تیرگان دنباله می‌یابد و در حقیقت فرا دیواره و فرو دیواره را آهک تیرگان تشکیل می‌دهد ولی در بخش باختری، راندگی در میان واحدهای سازند تیرگان و سرچشمه و در دنباله آن در میان واحدهای تیرگان و نئوزن جای می‌گیرد. در راستای این راندگی لایه‌های سنگی در مجاورت سطح گسل برگشتگی پیدا کرده‌اند. بر پایه بررسی‌های صحرایی جهت راندگی از سوی شمال خاور به سوی جنوب باختر است.

گسل‌های راستا لغز

عمده ترین گسلها در گستره نقشه، گسل‌های راستالغز هستند که عبارتند از:

گسل زیدر

طول کلی این گسل ۷۷ کیلومتر است. پایانه جنوبی آن در رسوبات کوتاه‌تر دشت قوچان - شیروان جای گرفته و بازوی شمالی آن نیز در درون خاک ترکمنستان دنباله می‌یابد. روند کلی گسل مزبور شمال باختر - جنوب خاور است و مختصات صحرایی آن در یک نقطه برداشت شده که $75^\circ NE$ و $N35^\circ W$ است. نوع حرکت گسل زیدر مورب لغز بوده است. مؤلفه حرکت امتدادی در آن چیره بوده و از نوع چپ لغز است. مؤلفه شیبی در آن نرمال است. شاید بتوان گسل یاد شده را مجموعه‌ای از چند گسل موازی معرفی نمود که سبب برش و جابجایی در واحدهای سنگی شده‌اند.

حرکت گسل سبب ایجاد پهنه خرد شده‌ای به پهنای تقریبی ۲۰ متر شده که در محدوده آن سنگها بشدت خرد شده و فضای میان آنها نیز توسط کلسیت پر شده است. امتداد گسل یاد شده، انباشته‌های کوتاه‌تر را نیز بریده و اثر حرکت در آنها بطور کامل مشهود است از این رو فعالیت آن را می‌توان پیش از کوتاه‌تر و تا عهد حاضر در نظر گرفت.

گسل کونجخور

این گسل راستالغز است و مؤلفه حرکت در آن راست گرد است. طول آن نزدیک ۴۰ کیلومتر است. شماری گسل فرعی به موازات آن در منطقه دیده میشود که همان سازوکار را نشان میدهند. شکستگی این گسل از روستای مزار علی، خاور ورقه، آغاز می‌شود و از مجاورت روستای رباط گذر می‌کند و وارد خاک ترکمنستان میشود.

گسل قل جق

درازای آن نزدیک ۴۳ کیلومتر است و امتداد کلی آن شمال باختر - جنوب خاور است. پایانه جنوبی گسل در رسوبات عهد حاضر دشت شیروان - بجنورد است. طول گسلش در حدود ۳۸ کیلومتر بوده و نوع حرکت در آن راستالغز است که مؤلفه امتدادی در آن از نوع چپ لغز می‌باشد. در اثر حرکت این گسل، پهنه خرد شده‌ای به پهنای تقریبی ۱۵ متر پدیدار شده است که در امتداد آن سنگها بطور کامل خرد و فضای میان آنها با کلسیت پر شده است. آثار حرکت و جابجایی در این گسل در انباشته‌های عهد حاضر، واقع در جنوب گسل، به صورت حرکت‌های لغزشی و بریده شدن خاک، بطور کامل مشخص و واضح است. همانگونه که در نقشه زمین شناسی دیده می‌شود در سمت خاور گسلش اصلی، گسل‌های فرعی جدا شده‌اند که مؤلفه شیب لغز را از خود به نمایش می‌گذارند. این گسلها با راستای گسله اصلی زاویه‌ای در حدود 30° درجه را ایجاد می‌نمایند و نوع حرکت در این گسلها، نشان از معکوس بودن آنها دارد. حرکت گسل‌های فرعی یاد شده، در وابستگی با حرکت گسل اصلی قل جق در نظر گرفته می‌شود.

گسل لوجلی

امتداد گسل به تقریب شمال باختر - جنوب خاور بوده و سازوکار آن، راستالغز با مؤلفه راستبر است. حرکت در امتداد گسل پهنه‌ای خرد شده با پهنای ۳۰ متر را پدید آورده است. درازای نهایی آن ۷۵ کیلومتر است. بازوی شمالی گسل در مرز ایران - ترکمنستان به چند گسل دیگر می‌پیوندد و بازوی جنوبی آن در انباشته‌های عهد حاضر دشت قوچان پایان می‌یابد. در امتداد این گسل و به موازات آن، گسل‌های فرعی نیز دیده می‌شوند که مؤلفه

حرکت در آنها نیز راستگرد است. در کناره‌های گسل یاد شده، گسل‌های فرعی معکوس نیز دیده می‌شوند که با زاویه حاده در کنار آن قرار می‌گیرند و می‌توان عامل پیدایش آنها را حرکت گسل اصلی لوجلی پنداشت. در بررسی‌های صحرایی اثر حرکت گسل به صورت لغزش زمین و بریدگی در نهشته‌های عهد حاضر دیده می‌شود که نشان از فعالیت تازه گسل دارد. به احتمال زیاد، حرکت‌های یاد شده در رابطه با زمین لرزه سال ۱۳۷۵ در منطقه شمال شرق بجنورد است که گسل مزبور را نیز تا اندازه ای پویا کرده است. از این رو، گسل لوجلی، گسلی است فعال و پویا که به عنوان یک گسل خطرزا باید به آن نگاه شود.

گسل توکور

درازای کلی گسل نزدیک ۳۵/۵ کیلومتر است و در بخش میانی گسل، خمیدگی و پیچشی پدیدار پیدایش دو روند ناهمسان در آن شده است. بخش جنوبی گسل که درازایی نزدیک به ۱۰/۵ کیلومتر دارد، دارای امتداد $N25^{\circ}E$ است و بخش شمالی گسل، امتداد $N35^{\circ}W$ را از خود به نمایش می‌گذارد. سازوکار گسل راستالغز با مؤلفه راستبر است و اندازه جابجایی بدست آمده از حرکت گسل در نقاط گوناگون درازای آن، متفاوت است. در پاره‌ای نقاط در انباشته‌های عهد حاضر و زمینهای کشاورزی که بر روی گسل یاد شده جای دارند، آثار بریدگی و حرکت توده‌های خاک دیده می‌شود که نشان دهنده حرکت تازه گسل است. از این رو گسل توکور را می‌توان گسلی پویا و جوان در نظر گرفت. در بخش شمالی گسل، شماری گسل فرعی راستالغز با مؤلفه راستبر دیده می‌شوند که به صورت افشان، دم اسبی، یا شاخه‌ای از انتهای آن منشعب شده‌اند.

گسل شورک

درازای این گسل ۲۰/۵ کیلومتر است و دارای دو روند ناهمسان است. بخش شمالی گسل با درازایی نزدیک به ۱۰ کیلومتر، دارای امتداد $N35^{\circ}W$ است و بخش جنوبی آن با روندی $N25^{\circ}E$ ، درازایی نزدیک به ۱۰/۵ کیلومتر را نشان می‌دهد.

ساز و کار گسل یاد شده راستالغز با مؤلفه راستبر است. پهنای پهنه خرد شده بدست آمده از حرکت گسل بین ۲۰ تا ۵ متر متغیر است. بازوی شمالی گسل در مجاورت روستای توکور، به گسل توکور می‌پیوندد و بخش جنوبی آن در رسوبات عهد حاضر پایان می‌یابد. اثر حرکتی گسل در انباشته‌های کواترنر به صورت کج‌شدگی در رسوبات پلیوکواترنر و انحراف در مسیر پاره‌ای آبراهه‌ها، قابل مشاهده است. این تغییرات نشان از حرکت و فعالیت به نسبت جوان این گسل دارد.

گسل توپکانلو

درازای کلی گسل حدود ۱۸/۵ کیلومتر است. روند آن به تقریب شمال، شمال باختر- جنوب، جنوب خاور است. گسل از نوع مورب لغز است که مؤلفه امتدادی در آن چیره است. مؤلفه امتدادی در آن از نوع راستبر و مؤلفه شیبی از نوع نرمال است. که قطعه باختری گسل را بر روی قطعه خاوری به سوی پایین حرکت داده است. حرکت گسل ناحیه خرد شده‌ای با پهنای ۱۵ متر را پدید آورده است. پرشدگی کلسیت در میان برش گسلی نشان دهنده فعالیت گذشته گسل است. حرکتها و فعالیت جوان گسل نیز سبب شده تا در پاره‌ای نقاط لغزش توده‌های خاکی و سنگی و بریدگی در رسوبات عهد حاضر پدیدار شود. بازوی شمالی گسل در مجاورت روستای کلاته به گسل باباامان می‌پیوندد و در رسوبات عهد حاضر خاتمه می‌یابد.

گسل بابا امان

درازای آن در حدود ۳۱/۵ کیلومتر است و امتداد کلی آن شمال خاور- جنوب باختر است. باید گفته شود که بخش شمالی گسل با درازایی نزدیک به ۲۱/۵ کیلومتر، در گستره نقشه جای می‌گیرد. آثار حرکت و فعالیت نوین در سراسر درازای گسل بابا امان به چشم می‌خورد.

خطواره‌های لغزشی بر روی آئینه گسل نشان از حرکت راستا لغز با مؤلفه چپ بر - در پاره‌ای نقاط دارای مؤلفه کوچک شیبی - است. پهنه گسلی از ۱۰ تا ۵۰ متر متغییر است و فعالیت این گسل در پهنه گسلی و در انباشته های کواترنری سبب جابجایی پلکانی در آنها شده است. پایانه جنوبی گسل در انباشته های عهد حاضر دشت جنوبی شهر بجنورد قرار می‌گیرد و پایانه شمالی آن به گسل توپکانلو می‌پیوندد و در نهشته کواترنر پایان می‌یابد. در فضای میان گسل توپکانلو و بابامان شمار زیادی گسل فرعی با ساز و کار راستا لغز و مؤلفه چپ بر دیده می‌شود که به صورت شاخه‌ای به آنها پیوند خورده اند و فرآورده حرکت این دو گسل در کنار هم هستند.

گسل قارلق

امتداد آن شمال خاور - جنوب باختر است و درازای آن نزدیک به ۶۲ کیلومتر است که معادل ۱۴/۵ کیلومتر این درازا در گستره نقشه جای دارد. نوع حرکت بر روی آن با توجه به شواهد زمین شناسی از نوع مورب لغز بوده که مؤلفه امتدادی آن چپ بر و مؤلفه شیبی آن به گونه ای است که باعث بالا راندن قطعه خاوری گسل نسبت به قطعه باختری آن شده است. حرکت گسل باعث پیدایش پهنه خرد شده‌ای به پهنای ۸ تا ۲۰ متر شده که فضای میان قطعات خرد شده توسط کلسیت پر شده است. پایانه جنوبی گسل در انباشته های کواترنر جنوب باختر شهر بجنورد جای دارد و انتهای شمالی آن در رسوبات سازند سنگانه در شمال روستای سرخه‌زو پایان می‌یابد. آثار حرکت و جابجایی بر روی این گسل در زمین لرزه سال ۱۳۷۵ بجنورد، بویژه در پیرامون روستای شیخ نیز به خوبی دیده می‌شود که در این نقطه باعث پیدایش زمین لغزشهای بزرگی شده است. از این رو، گسل یاد شده، گسلی پویا و از رده گسلهای کواترنری است.

گسل سلطان ابراهیم

درازای آن نزدیک به ۲۳ کیلومتر است که از دو بخش تشکیل می‌شود. بخش شمالی دارای امتداد شمال خاور - جنوب باختر است و بخش جنوبی دارای امتداد جنوب خاور - شمال باختر است. ساز و کار گسل، راستالغز با مؤلفه راستبر است. بازوی شمالی گسل در باختر روستای جنگاه و در سازند سرچشمه پایان می‌یابد و بازوی جنوبی آن در انباشته های نوژن، واقع در مرکز ناودیس شیخ، به پایان می‌رسد. در مسیر حرکت گسل اثرات زمین لغزش در رسوبات کواترنر دیده می‌شود.

گسل علی محمد

مجموعه گسلی علی محمد دارای امتداد شمال خاوری - جنوب باختری است و درازای آن ۱۲ کیلومتر است. این مجموعه از دو گسل موازی با سازوکار راستالغز و مؤلفه چپ بر تشکیل شده که در حرکت به سوی جنوب به هم می‌پیوندند و تشکیل یک گسل واحد را می‌دهند. بازوی جنوبی آن در انباشته های کواترنر، واقع در یال شمالی ناودیس لوجلی، پایان می‌یابد و بازوی شمالی آن در رسوبات رودخانه‌ای و در مجاورت روستای علی محمد به انتها می‌رسد. در برداشتهای صحرایی هیچگونه گواهی برای اثبات فعالیت‌های نوین آن بدست نیامد.

گسل حصار

امتداد گسل، شمال خاور - جنوب باختر است و درازای آن ۱۷ کیلومتر است. ساز و کار آن راستالغز با مؤلفه چپ بر بوده که پهنه گسله حاصل از حرکت آن نزدیک به ۱۲ متر است. بازوی شمالی گسل در روستای حصار به گسل توکور می‌پیوندد و پایانه جنوبی آن در انباشته های کواترنر خاور روستای سردار آباد پایان می‌پذیرد. در سراسر راستای آن واحدهای سنگی بشدت خرد شده اند. بر اثر حرکت آن بریدگیهای محدودی در انباشته های کواترنر که بر فراز گسل قرار گرفته‌اند، دیده می‌شود. از این رو، می‌توان آن را گسلی به نسبت پویا در نظر گرفت.

گسل چوچوری

این گسل دارای روند شمال باختر - جنوب خاور است و درازایی نزدیک به ۳۰ کیلومتر را نشان می‌دهد. مولفه حرکت در آن از نوع راست بر است. دربخش میانی گسل، خمیدگی پدیدار شده که روند آن را تغییر داده است. پایانه جنوبی گسل در مجاورت روستای علی محمد به مجموعه گسلی علی محمد می‌پیوندد و بازوی شمالی آن وارد خاک ترکمنستان میشود.

دینامیک گسله‌ها

همانگونه که پیش از این گفته شد، محدوده ورقه در حوضه رسوبی کپه‌داغ که مجموعه‌ای از سازندهای رسوبی گوناگون است، واقع می‌شود. این مجموعه زیر یک تنش فشارشی قرار دارد که حاصل آن در آغاز کوتاه‌شدگی و چین‌خوردگی است و نیروی عامل آن در راستای شمال، شمال خاور - جنوب، جنوب باختر عمل کرده است. در اثر ادامه فرآیند فشارش، در پاره‌ای نقاط گسله‌های راندگی نیز پدیدار شده‌اند، مانند گسل توکور. روند گسله‌های راندگی به موازات سطوح محوری چین‌ها است و محل قرار گرفتن و جایگاه گسله‌های راندگی همواره در یال چین‌های برگشته است. از این رو، چین‌های برگشته‌ای که در ارتباط با گسله‌های راندگی هستند را می‌توان چین پیشروی گسل Fault propagation fold نامید.

لایه‌های سنگی، در زیر فشارش، در آغاز رفتاری شکل‌پذیر Ductile از خود نشان می‌دهند که فرآورده آن چین‌خوردگی لایه‌های سنگی است. زمانی که فشار به اندازه‌ای برسد که از آستانه مقاومت سنگ بگذرد، لایه‌های سنگی در یکی از یال‌های چین رفتاری شکننده Brittle نشان می‌دهند که فرجام آن پیدایش گسل راندگی در سطح یکی از یال‌های چین است. با ادامه فشارش در منطقه، شکستگی‌هایی در سنگها شکل می‌گیرد که در حقیقت خاستگاه ایجاد گسله‌های راستالغزند. با ادامه اعمال نیرو، در امتداد شکستگی‌های مزبور جابجایی انجام می‌گیرد. همانگونه که در نقشه زمین‌شناسی نیز دیده می‌شود، حرکت این گسلها باعث بریدگی محور چین‌ها و گسله‌های راندگی می‌شود. چگونگی حرکت و کنار هم قرار گرفتن گسله‌های راستالغز، اشکال تکتونیکی متفاوتی را در منطقه ایجاد نموده است.

در پاره‌ای نقاط حرکت دو گسل را ستا لفز در کنار یکدیگر باعث پیدایش یک ردیف از گسله‌های راستالغز فرعی شده که به تقریب به موازات گسله‌های پیشین قرار گرفته و اشکال بادبزنی Imbricate یا افشان - دم اسبی - را در منطقه پدید آورده‌اند. حرکت راستبر یا چپ بر در گسله‌های راستالغز می‌تواند چنین شکلی را در منطقه ایجاد نماید. در پاره‌ای نقاط نیز حرکت بلوکهای پیرامون یک گسل راستالغز سبب شده تا شکستگی‌هایی با زاویه‌ای حاده در کنار آن ایجاد شود و در پی ادامه فعالیت و حرکت گسل راستالغز، در امتداد شکستگی‌ها جابجایی انجام می‌گیرد که بسته به چپ بر یا راستبر بودن گسله اصلی، گسله‌های شیب لغز فرعی با مؤلفه معکوس و راندگی یا نرمال در کناره گسل اصل ایجاد می‌شوند.

از این رو گسله‌های معکوس موجود در گستره نقشه، فرجام حرکت گسله‌های راستالغز در نظر گرفته می‌شوند. در اثر ادامه فشارش در منطقه و پایداری که رشته کوه البرز و بینالود در مقابل آن از خود نشان می‌دهند، گسله‌های راستالغز در پاره‌ای نقاط حالت خمیده پیدا می‌کنند و خمشی در آنها ایجاد می‌شود که سبب تغییر دوباره در امتداد گسله‌های یادشده می‌شود، مانند گسل سلطان ابراهیم و گسل علی محمد.

تاریخچه زمین شناسی منطقه

همانگونه که پیش تر یادآوری شد، گستره نقشه در حوضه رسوبگذاری کپه داغ جای دارد. کهن ترین سنگهایی که در این حوضه بر جای نهاده شده‌اند، مربوط به شیل و سنگ ماسه‌های سازند کشف رود است که دیرینه آن باژوسین - ژوراسیک میانی - است. حوضه کپه داغ در کنار کمر بند چین خورده البرز و بینالود جای گرفته است. در پالتوزوئیک میان قاره‌های اوراسیا و گندوانا، اقیانوسی به نام تتیس وجود داشته است که آن را پالتوتتیس یا تتیس کهن می‌نامند.

صفحه ایران که جزئی از ابر قاره گندوانا بوده، در کناره جنوبی این اقیانوس جای داشته است. صفحه توران نیز در حاشیه جنوبی ابر قاره اوراسیا و در ساحل شمالی اقیانوس تتیس جای داشته است. به احتمال، در کربونیفر پوسته اقیانوسی یاد شده شکسته و فرورانش Subduction آن به زیر صفحه قاره ای توران آغاز می‌شود (Boulin, 1981).

فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس کهن به زیر پوسته قاره ای توران سبب خارج شدن فلات قاره از آب و توقف نهشته گذاری در آن می‌شود. به دلیل فرورانش پوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره‌ای، راندگی‌هایی با شیبی به سوی شمال

در محل فرورانش پدیدار می‌شود. همزمان با این فرآیند در محل کنونی کمر بند چین خورده - گسلیده زاگرس ریفت درون قاره ای بر روی پوسته تشکیل می‌گردد. این ریفت خاستگاه اقیانوس تازه ای است که آن را تیتیس جوان مینامند.

این فرآیند سبب پیدایش یک منشور فزاینده در شمال پوسته اقیانوسی و جنوب پوسته قاره‌ای توران می‌شود. ورقه‌های راندگی شکل گرفته در منشور فزاینده، قطعاتی از پوسته اقیانوسی را به همراه نهشته های توربیدیتی و رسوبات نواحی عمیق دریا حمل کرده و به صورت تکرار واحدها بر روی پوسته قاره ای قطعه ایران می‌رانند (علوی ۱۹۹۱). تمامی فرآیندهای مزبور را می‌توان آغاز کوهزایی هرسی‌نین دانست.

همانگونه که از آن سخن به میان آمد، اثر این کوهزایی بر حاشیه اقیانوسی تیتیس به صورت خارج شدن آن از آب و نبود رسوبگذاری در این زمان بوده است. همزمان با فرورانش پوسته اقیانوسی تیتیس کهن به زیر پوسته قاره ای توران، قوس ولکانیک در حاشیه ورق توران و بر روی فلات قاره تشکیل می‌شود. با ادامه باز شدگی اقیانوس نئوتیتیس، تیتیس جدید، در تریاس و در محل کنونی ارتفاعات زاگرس، صفحه ایران مرکزی و افغانستان مرکزی که یک خشکی واحد بوده‌اند، به سوی شمال حرکت می‌کنند. به سبب این حرکت، فرورانش پوسته اقیانوسی پالئوتیتیس به زیر ورق توران تشدید می‌شود. در تریاس میانی دو صفحه ایران و توران و یا دو بزرگ قاره اورازیا و گندوانا با یکدیگر برخورد می‌کنند که فرجام آن بسته شدن اقیانوس پالئوتیتیس و هضم کامل پوسته اقیانوسی آن است.

در نتیجه برخورد دو پوسته قاره‌ای یاد شده کوهزایی سیمیرین به رخ می‌دهد و مجموعه افیولیتی به همراه نهشته های مناطق ژرف دریا بر روی صفحه ایران رورانده (Ubdaction) می‌شود. در همین زمان، چین خوردگی و بالا آمدگی، منطقه بینالود را که در جنوب خط برخورد جای داشته زیر تأثیر قرار داده و باعث بالا آمدگی آن شده است. همزمان با کوهزایی، گرانیت‌زائی (Syn and post collision granits) نیز انجام گرفته که فرجام آن نفوذ گرانیت مشهد در بقایای سنگی پالئوتیتیس است.

بدنبال بالا آمدگی منطقه بینالود، فرسایش بر روی آن عمل کرده که حاصل آن در آغاز پیدایش کنگلومرایی است که به گونه دگر شیب بر روی بقایای پالئوتیتیس در جنوب مشهد بر جای نهاده شده است. سپس این کنگلومرا تبدیل به توالی ماسه سنگ و شیل و سر انجام شیل می‌شود که هم ارز سازند شمشک است. دیرینه آن تریاس بالایی - ژوراسیک پایینی است. این مجموعه در آغاز قرمز رنگ است و ویژگی رسوبات قاره‌ای را نشان می‌دهد ولی به تدریج تبدیل به رسوبات با تلاقی خاکستری تیره رنگ می‌شود. حرکت‌های کوهزایی سیمیرین تا سرانجام ژوراسیک پایینی در منطقه دنباله داشته ولی بتدریج از شدت آنها کاسته شده است. با آرام شدن محیط و فرو نشست بیشتر منطقه، یک حوضه دریایی کم ژرفا Epicontinental بر روی لبه‌های دو قاره ایران و توران شکل می‌گیرد. فرآورده این پدیده پیدایش حوضه رسوبی کپه داغ بر روی صفحه توران و آغاز نهشته گذاری در آن است. در ژوراسیک بالایی دریای یاد شده بتدریج ژرف‌تر و گسترده‌تر شده، آن چنان که دریای ژوراسیک بالایی البرز، کپه داغ، بینالود و ایران مرکزی را می‌پوشاند و در بیشتر مناطق نهشته‌های کربناته بر جای می‌گذارد به گونه ای که در کپه داغ سازند آهکی و دولومیتی مزدوران تشکیل شده است.

در پایان ژوراسیک حرکت‌های کوهزایی سیمیرین پسین سبب بالا آمدن و بیرون آمدن بخش بزرگ ایران از آب شده است. این کوهزایی بر دریای کم ژرفای شمال به شدت تأثیر گذاشته است، آن چنان که به تقریب دریا از سرتاسر این منطقه پس رفته است و بدنبال آن انباشته های کنگلومرایی و سنگ ماسه‌ای قرمز رنگ سازند شوربیجه در محیط قاره‌ای و رودخانه‌ای بر جای گذاشته شده اند. بدنبال آن با ژرف تر شدن تدریجی حوضه کپه داغ، نهشته های مارنی و آهکی سازند تیرگان و سرچشمه بر جای گذاشته شده اند.

همزمان با کوهزایی سر انجام کرتاسه و سر آغاز پالئوسن، کوهزایی آلپی، حوضه دریایی کپه داغ کم ژرفا می‌شود، که وجود نهشته‌های سنگ ماسه‌ای، آهک‌های تخریبی و شیل و آهک ماسه ای نشان دهنده این فرآیند است. پس از آن با آغاز دوران سنوزوئیک، نهشته های خشکی پالئوسن، سازند پسته لبق، روی رسوبات دریایی کم ژرفای کرتاسه

پایانی را می‌پوشاند. پس از آن با فرونشست تدریجی حوضه در کپه داغ، سنگ آهک نخودی به اضافه مقادیری مارن و گچ وابسته به سازند چهل کمان در منطقه پدیدار می‌شود.

در پایان ائوسن و بدنبال نهشته گذاری سازند خانگیران، حوضه کپه داغ بر اثر فعالیتهای کوهزائی از آب بیرون شده و بدنبال آن انباشته های قاره‌ای نتوژن با دگرشیبی بر روی نهشته های کهن‌تر جای می‌گیرند. این پدیده را می‌توان در رابطه با آغاز حرکت‌های کوهزایی ائوسن پایانی - اولیگوسن، معادل فاز پیرینه، دانست که با بالا آمدگی Uplifting و عقب نشینی دریا، در حوضه کپه داغ همراه بوده است. افشار حرب (۱۹۶۹-۷۹) بر این باور است که این عقب نشینی در سرانجام ائوسن از باختر کپه داغ آغاز شده و در پایان ائوسن و شاید در الیگوسن آغازین به خاور کپه داغ رسیده است.

از دیدگاه بربریان و کینگ (۱۹۸۱) همزمان با آغاز دومین مرحله بازشدگی دریای سرخ در میوسن پایانی، همه گستره ایران زیر تأثیر یک فشارش قرار می‌گیرد که در نتیجه آن بر بلندیهای ایران زمین افزوده می‌شود و فرسایش شدیدی نیز حاکم می‌شود که فرآورده آن پر شدن شتاب زده فرونشست‌ها از رسوبات آبرفتی است. فرجام این تنش فشارشی، چین‌خوردگی و پیدایش گسل‌های راندگی در مجموعه کپه داغ است. همانگونه که پیش از این نیز گفته شد، راستای این تنش فشارشی برپایه گواهی بررسی ساختمانهای چین‌خورده و گسلیده در منطقه، شمال، شمال خاور - جنوب، جنوب باختر است که خود تأییدی بر خاستگاه این نیرو است.

پس از رخداد یاد شده، که سبب چین خوردگی در منطقه شده، انباشته های پلیوکواترنر به گونه ای دگرشیب بر روی آنها می‌نشیند. در ادامه اعمال فشارش که فرآورده بازشدگی در دریای سرخ، چرخش خرد قاره ایران مرکزی، حرکت هند به سوی شمال و عوامل زمین ساختی دیگر است، گسل‌های راستا لغز در منطقه پدیدار می‌شوند که ساختمانهای چین خورده و گسل‌های راندگی را در منطقه زیر تأثیر حرکت خود می‌برند.

شاید با نگاهی دقیق‌تر بتوان گفت که تنش اعمالی بر منطقه مزبور، برآیندی است از همه فشارهایی که در اثر عوامل گوناگون زمین‌ساختی، بر آن وارد می‌شود و فرجام آن فشارشی است که سبب تغییرات ساختاری در حوضه رسوبی کپه داغ می‌شود. وجود گسل‌های فعال نشان از وجود و ادامه فرآیند فشارش در منطقه است که لزوم بررسیهای تکتونیکی و لرزه زمین ساخت را در ناحیه گوشزد می‌نماید.

زمین شناسی اقتصادی

یکی از زمینه‌های مستعد و مناسب در منطقه جهت سرمایه‌گذاری اقتصادی، احداث کارخانه سیمان است زیرا مواد اولیه آن که بطور عمده شامل سنگ آهک و مارن است، در منطقه به فراوانی یافت می‌شود. در همین راستا نیز کارخانه سیمان بجنورد در جاده بجنورد - شیروان در فاصله ۳۵ کیلومتری بجنورد احداث شده و به بهره‌برداری رسیده است.

وجود گچ در مارن‌های نتوژن زمینه دیگری برای مطالعه و بررسی است. هر چند باید گفته شود که گچ موجود در این واحد برای تولید گچ سفید مناسب نیست ولی برای تولید گچ خاکی بطور کامل مستعد است.

سنگ آهک اوربی‌تولین‌دار سازند تیرگان، در بعضی نقاط که ضخامت لایه‌ها در حد متوسط تا ضخیم لایه است، برای کاربرد در سنگ نمای ساختمانی، به نسبت شایسته می‌نماید. هر چند از این واحد سنگی به عنوان سنگ لاشه به مقیاس زیاد، بهره‌برداری می‌شود.

در پاره‌ای نقاط که ضخامت رگه‌های کلسیتی افزایش می‌یابد زمینه مناسبی برای برداشت و بهره‌برداری از کلسیت ایجاد شده است.

در چند نقطه در سازند سرچشمه، کانی سازی مس به صورت ظهور کانی مالاکیت و پیریت دیده می‌شود که به نظر قابل بررسی و نگرش بیشتری است.