

## گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

## برگه شماره ۷۷۶۵ - نوخندان

## موقعیت جغرافیایی

نقشه زمین شناسی نوخندان (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)، بخشی از شمال استان خراسان را در بر دارد. این نقشه در میان طولهای جغرافیایی  $۵۸^{\circ} ۳۰'$  و  $۵۹^{\circ} ۰۰'$  و عرضهای جغرافیایی  $۳۷^{\circ} ۳۰'$  و  $۳۸^{\circ} ۰۰'$  واقع است. بزرگترین آبادی در این محدوده شهر نوخندان است. این شهر با جاده آسفالتی از خاور به شهر درگز و از باختر به شهر قوچان متصل می شود. شماری محدود جاده آسفالتی روستایی و تعدادی زیاد جاده شوسه و خاکی، راه دسترسی را به منطقه آسان می نمایند. در شمال نقشه، مرز ایران و ترکمنستان، در ستیغ بلندیها جای می گیرد. بخش عمده منطقه را کوههای هزار مسجد شکل می دهد. دشت حاصلخیز درگز در جنوب خاوری منطقه گسترش دارد.

آب و هوای منطقه گرم و نیمه مرطوب است. بیشینه دمای هوا در فصول گرم سال ۴۴ درجه سانتیگراد و کمینه آن ۱۴- درجه سانتیگراد است. اندازه میانگین بارندگی سالیانه بین ۵۰ تا ۲۷۴ میلیمتر در تغییر است.

بارش مناسب و وجود چشمه های آب شیرین و کارستی در ارتفاعات هزار مسجد سبب شده تا رودخانه های همیشگی در منطقه گسترش یابند. یکی از مهمترین آنها رودخانه درونگر است که در دشت درگز روان است و سرانجام وارد خاک ترکمنستان می شود. این رودخانه بخشی بزرگ از آب کشاورزی را در منطقه تامین می کند. در درازنای مسیر این رودخانه شالیزارهای برنج به فراوانی دیده می شوند. در شمال و شمال خاور منطقه، جنگل تندوره جای گرفته است که با دارا بودن درختانی کمیاب همچون اورس، یکی از زیباترین پارکهای وحش را در ایران ایجاد کرده است. پوشش گیاهی به نسبت مناسب و متنوع در نواحی جنوبی و بلندیهای هزار مسجد، سبب شده تا دامپروری رونق زیادی داشته باشد. قله کوه موری آب با ارتفاع ۲۵۵۰ متر (از سطح دریا) بلندترین و بخشهای جنوب دشت درگز با ۶۴۵ متر، پست ترین نقاط منطقه به شمار می آیند.

## زمین ریخت شناسی

محدوده نقشه نوخندان، بخشی از حوضه رسوبی کپه داغ است. زمین ریخت منطقه با جنس واحدهای سنگی، بطور عمده رسوبی، زمین ساخت و ساختمانهای زمین شناسی ناحیه، رابطه مستقیم دارد.

سازند آهکی تیرگان که هسته بیشتر تاقدیس ها را تشکیل میدهد، مجموعه ای صخره ساز است که بیشتر کوههای ناحیه را پدید آورده است. فرمهای زمین ریختی این سازند عبارتند از: فلات آبرون (Flatiron) برجستگیها با پشته های کوتاه و مثلثی شکل که بر روی یال کوهها دیده می شوند، کانیون (Canyon) دره های ژرف و دراز و ساختمانهای کارستی است.

سازند های سرچشمه، سنگانه، آبدراز و آب تلخ، بیشتر در هسته ناودیسها رخنمون دارند که محلهای به نسبت پستی را ایجاد نموده اند. بلندیهای تپه ماهوری (Badland) با آبراهه های طرح دندریتی از فرمهایی است که توسط این واحدهای سنگی ایجاد شده است. واحد آواری میوسن تپه های کم ارتفاع با شیب تند را در نواحی گوناگون از خود به نمایش می گذارند.

سطوحی صاف با فرسایش لانه زنبوری در سنگهای سازند آیتامیر نمایان است. سازند نیزار و کلات در منطقه صخره سازند و اشکال کواستا (Cuesta) نیز در آنها پدید آمده است. در سازند چهل کمان اشکال ریختاری کواستا (Cuesta) و فلات آبرون (Flatiron) دیده می شود. سازند خانگیران تپه هایی با ارتفاع کم و شیب به نسبت ملایم را پدید آورده است.

واحد آواری پلیوسن - کواترنر بلندیهایی به نسبت پست و یکنواخت با شییبی ملایم را پدید می آورند. عملکرد عوارض ساختمانی، ریختار ناحیه را تحت تاثیر قرار داده است، به گونه ای که بیشتر کوهها و دره ها به ترتیب منطبق بر تاقدیس ها و ناودیس هاینند. گسلهای راستالغز نیز با عث جابجایی کوهها و کج شدگی مسیر آبراهه ها شده است. بیشتر آبراهه ها در مسیر گسلهای راستالغز و یا هسته ناودیس ها جای گرفته اند. در راستای گسلهای راندگی و معکوس نیز پرتگاههایی عظیم با شییبی تند (Escarment) نمایان هستند.

### جایگاه گستره مورد بررسی در زمین شناسی ایران

محدوده مورد بررسی که در شمال کوههای هزار مسجد واقع شده است، بخشی از پهنه زمین شناسی - ساختمانی کپه داغ را در بر دارد.

همزمان با حرکات کوهزایی در کرینیفرا بالایی، 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، حرکات کوهزایی پیش از تریاس پایانی، دو قطعه لیتوسفری به یکدیگر برخورد (Collision) می کنند. پس از اتمام برخورد و توقف نسبی حرکتیهای تکتونیکی، فرو نشست (Subsidence) ناحیه برخوردی آغاز می شود که در نتیجه آن حوضه کم عمق و درون قاره ای (Epicontinental) کپه داغ بر روی پوسته قاره ای ایجاد می شود و نهشته های مولاس حاصل فرسایش منطقه کوهزاد، در حوضه نهشته می شود و سازند کشف رود، با سن ژوراسیک میانی، در آن شکل می گیرد و در ادامه دیگر سازندهای مجموعه کپه داغ بر روی آن قرار می نشینند (علوی ۱۳۹۱).

نهشته های کپه داغ بعد ها زیر تاثیر حرکات کوهزایی آلیپی قرار می گیرند که هندسه و منابع تغذیه آنها را دستخوش تغییر کرده است. این رسوبات به تدریج کمان آتش فشانی مربوط به فرورانش پوسته اقیانوسی پالئوتتیس به زیر پوسته قاره ای توران و مجموعه سنگهای زمین درز پالئوتتیس را در زیر خود مدفون کرده اند. فشار تکتونیکی بعد از برخورد قاره ای پوسته های ایران و توران، موجب ایجاد دگر شکلی سنگها و ایجاد گسلهای راستالغز و چینهای قائم و خوابیده در واحدهای سنگی منطقه شده است.

رسوبگذاری در کپه داغ تا میانه های الیگوسن ادامه می یابد و پس از آن، حوضه رسوبی به طور کامل از آب بیرون می شود و رسوبات رودخانه ای و خشکی در نقاط مختلف، بر روی واحدهای سنگی کهن تر جای می گیرند.

### چینه نگاری

همانگونه که گفته شد، گستره نقشه نوخندان بخش میانی پهنه کپه داغ است و واحدهای سنگی موجود در آن به طور عمده مربوط به این مجموعه اند. این واحدهای سنگی با دیرینه ای از کرتاسه تا عهد حاضر، در منطقه رخنمون دارند که ویژگیهای آنها به شرح زیر است:

#### سازند تیرگان k<sub>۴</sub>

این سازند، از سنگ آهک الییتی بیوکلستی و اینتراکلستی ضخیم لایه به همراه میان لایه هایی از آهک مارنی، شیل آهکی و مارن نازک لایه تشکیل شده است. سازند، رخنمونی گسترده در منطقه دارد و هسته بیشتر تاقدیس ها و نوک کوههای منطقه توسط آهک تیرگان شکل می گیرد.

در محدوده این نقشه، همبری زیرین این واحد با سازند شوربیجه نمایان نیست ولی در نقشه قوچان به خوبی نمایان است. این مجموعه به گونه تدریجی و با تناوبی از سنگ آهک فسیل دار و مارن به سازند سرچشمه تبدیل می شود. بر همین پایه، تعیین ضخامت سازند تیرگان در این منطقه امکان پذیر نیست. هر چند در جنوب و جنوب خاور آن، بیرون از محدوده نقشه، ستبرای آن در حدود ۶۰۰ متر است.

محیط رسوبگذاری سازند تیرگان، با توجه به فسیلهای موجود و رخساره الییتی آن، محیط کم ژرفا و پر انرژی دریایی بوده است. برپایه دیده شدن میکروفسیلهای زیر در این سازند، سن نئوکومین (Neocomian) تا آپسین (Aptian) برای آن تعیین شده است:

Orbitolina sp. \_ Orbitolina discoidea \_ Pseudocyclamina sp. \_ Natilocolina oolitica \_ Iranella sp. \_ Salpingoporella sp. \_ Lenticolina sp. \_ Permocalculus sp. \_ Beouaina sp. \_ Iraqia simplex \_ Pseudochoffatella cuvillieri DELOFFRE\_ Orbitolina Lenticularis\_ Pseudochry salidina sp \_ Dictyoconus sp \_ Arbicodum sp. \_ Charentia sp.

#### سازند سرچشمه $K_{sr}$

سازند سرچشمه از دو عضو تشکیل می شود:

عضو زیرین شامل مارن خاکستری تا سبز روشن با میان لایه هایی از سنگ آهک اوربیتولین دار و سنگ آهک رسی نازک تا متوسط لایه است. عضو زبرین شیل و شیل آهکی خاکستری مایل به آبی را در بر دارد. در بخش های بالایی عضو زبرین، ضخامت نازکی از سنگ آهک فسیل دار وجود دارد که به شکل پیوسته و هم شیب به سازند شیلی سنگانه تبدیل می شود. ستبرای این سازند در حدود ۴۰۰ متر است. سن سازند سرچشمه برپایه میکروفسیلهای یافت شده در آن، به آپسین (Aptian) تا آلبین (Albian) نسبت داده شده است. شماری از فسیلهای شاخص این واحد به شرح زیرند:

Orbitolina discoidea - Orbitolina kurdica - Iraqia sp. - Orbitolina lenticularis - Dictyoconus sp.- Pseudochrysalina sp. - Orbitolina throchus.

#### سازند سنگانه $K_{sn}$

این سازند از شیل های خاکستری تا سیاه رنگ با میان لایه هایی از سنگ سیلت و سنگ ماسه گلوکونیتی تشکیل شده است. ضخامت سنگ سیلت و سنگ ماسه در بخش های زیرین واحد بیشتر از بخشهای زبرین آن است. ساختمانهای رسوبی گرهکهای سپتاریا (Septarian nodules)، مخروط در مخروط (Cone - in - Cone) و گرهک (Concretion) به فراوانی در این مجموعه دیده می شود. سازند سنگانه به گونه هم شیب بر روی سازند سرچشمه جای گرفته است. مرز بالایی آن با سازند آیتامیر نیز هم شیب است. ستبرای واحد سنگانه حدود ۷۰۰ متر تعیین شده است.

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

Orbitolina discoidea - Orbitolina throchus - Lenticolina sp. - Orbitolina lenticularis - Textolaria sp. شماری محدود آمونیت Turrilites sp. و Parahoplites sp. یافت شده از این واحد سنگی، سن آلبین (Albian) را برای آن مشخص نموده اند.

از این رو سن این سازند را می توان آپسین - آلبین در نظر گرفت.

#### سازند آیتامیر $K_a$

این سازند، شامل سنگ ماسه گلاکونیتی به رنگ سبز زیتونی به همراه شیل گلاکونیتی به رنگ سبز تیره است که بخش شیلی با ضخامت بسیار ناچیز بر فراز بخش ماسه سنگی جای می گیرد. ستبرای این واحد در حدود ۴۰۰ متر است. سازند آیتامیر به گونه هم شیب بر روی سازند سنگانه و در زیر سازند آبدراز جای دارد. گسترش این سازند در جنوب کوه قزل داغ و شمال کوه آلاداغ دیده می شود. با وجود نمونه برداریهای انجام شده، هیچگونه فسیل شاخصی از این سازند یافت نشد ولی براساس گزارش ک. سید امامی (۱۳۷۲) که آمونیتهای شاخصی همچون Acanthohplites sp. و Mantelliceras را از این واحد گزارش نموده است، سن آن سنومانین (Cenomanian) در نظر گرفته می شود.

#### سازند آبدراز $K_{ab}$

سازند آبدراز در این ناحیه شامل سنگ آهک رسی و شیل به رنگ خاکستری است. ستبرای آن حدود ۲۰۰ متر است. این سازند به گونه هم شیب در زیر سازند آب تلخ جای می گیرد. به دلیل سست بودن و ناپایداری آن در برابر فرسایش، گسترش آن، بیشتر، در زیر رسوبات کواترنر و زمینهای کشاورزی است.

سن آن بر پایه فسیلهای زیر به تورونین (Turonian) - سانتونین (Santonian) نسبت داده شده است:  
*Stomiosphaera sphacrica* - *Calcisphaerula innominata* - *Globotruncana primitive* - *Globotruncana helvetica* - *Rotalipora appenninica* - *Globotruncana lapparenti* - *Globotruncana fornicate*.

نمونه های برداشت شده برای نانوفسیل سن کامپانین (Campanian) را برای آن مشخص ساخته است. برخی نانو فسیلهای این واحد به شرح زیرند:

*Stauroolithes integer* - *Microrhabdulus undosus* - *Calculites obscurus* - *Micula decussate* - *Arkhangelskiella cymbiformis*.

#### سازند آب تلخ $K_{at}$

این سازند شامل شیل آهکی و مارن به رنگ خاکستری است. ستبرای آن در حدود ۱۸۰ متر است و رخنمونهایی محدود در جنوب کوه قزل داغ و در مجاورت روستای فیروزه دارد. در بیشتر گستره نقشه، نهشته های کواترن بر روی آن جای گرفته اند. سازند آب تلخ در قسمت زیرین با تناوبی از شیل آهکی و سنگ آهک ماسه ای و به شکل هم شیب به سازند نیزار تبدیل می شود. سن این مجموعه بر پایه نانوفسیلهای یافت شده در آن کامپانین (Campanian) - ماستریشتین (Maastrichtian) است. شماری از این فسیلها به شرح زیرند:

*Ceratolithoides aculens* - *Quadrum trifidus* - *Micula cubiformis* - *Micula decussate* - *Microrhabdulus undosus* - *Microrhabdulus attenuatus*.

#### سازند نیزار $K_{nz}$

شامل سنگ ماسه های گلاکونیتی و سنگ آهک ماسه ای ضخیم لایه به رنگ سبز روشن تا کرم رنگ است. رخنمون این واحد در کوه قزل داغ و در مجاورت روستای سنگ سوراخ دیده می شود که به دلیل پایداری آن در برابر فرسایش، دیواره ای به نسبت پرسیب را در دامنه این کوه پدید آورده است. ضخامت این سازند در حدود ۱۵۰ متر است. فسیلهای یافت شده در این سازند، سن کامپانین (Campanian) - ماستریشتین (Maastrichtian) را برای آن مشخص می سازند. شماری از این فسیلها به شرح زیرند:

*Rhapydionina liburnica* - *Montchormontia cf. appenninica* - *Lituola nautiloidea* - *Nummofallotia sp.* - *Oprculina. sp.*

#### سازند کلات $k_k$

سازند کلات شامل سنگ ماسه آهکی به رنگ گرم تا قهوه ای روشن و ضخیم لایه است. ضخامت آن در این منطقه بسیار کم و در حدود ۳۰ متر است. سازند مزبور در کوه قزل داغ رخنمون دارد و دیواره ای صخره ای را در ستیغ کوهها ایجاد کرده است. با وجود بازدیدهای صحرایی بسیار و بررسیها آزمایشگاهی هیچگونه فسیل مشخصی در آن یافت نشد. ولی چون برفراز سازند نیزاز و در زیر سازند پسته لیق می نشیند، زمان تشکیل آن به ماستریشتین (Maastrichtian) نسبت داده شده است.

#### سازند پسته لیق $Pe_p$

سازند فوق شامل کنگلومرای قاعده ای به رنگ قرمز است. قطعات این کنگلومرا بیشتر شامل سنگ آهک، سنگ ماسه و مارن است که گردشگی به نسبت خوب و جورشدگی ضعیفی دارند. این دانه ها توسط سیمانی رسی به رنگ قرمز در کنار هم جای گرفته اند. ضخامت آن کم است و بیش از هشت متر نیست. تنها رخنمون آن در باختر روستای سنگ سوراخ است و ادامه آن در کشور ترکمنستان برونزد دارد. سازند پسته لیق به گونه هم شیب و ناپیوسته (Disconformable) بر روی سازند کلات جای گرفته است. سن این مجموعه برپایه چگونگی جایگیری آن در بین سازندهای کلات و چهل کمان، پالئوسن زیرین در نظر گرفته شده است.

#### سازند چهل کمان $Pe_c$

شامل سنگ آهک، سنگ آهک ماسه ای ضخیم لایه به همراه میان لایه هایی از مارن است. رنگ این واحد سفید مایل به کرم است. ضخامت آن در حدود ۱۸۰ متر تخمین زده می شود. رخنمونهای آن در زرین کوه و در پیرامون روستای سنگ سوراخ واقع است. این واحد به گونه هم شیب بر روی سازند پسته لیق جای می گیرد و سازند خانگیران نیز به شکل پیوسته بر فراز آن قرار می نشیند.

بر پایه فسیلهای زیر، زمان تشکیل سازند چهل کمان به پالئوسن (Paleocene) تا ائوسن (Eocene) نسبت داده شده است:

*Globigerina triloculinoides* - *Globigerina* sp. - *Globorotalia pseudomenardi*.

#### سازند خانگیران E<sub>kh</sub>

این سازند شامل تناوبی از شیل آهکی و مارن به رنگ خاکستری و لایه هایی بسیار محدود از سنگ آهک با رنگ قهوه ای روشن تا کرم است. رخنمون اصلی آن در جنوب زرین کوه قرار دارد که به گونه هم شیب و پیوسته بر روی سازند چهل کمان نمایان است. در این محل، واحد رسوبی میوسن با ناپیوستگی زاویه دار بر فراز آن قرار می نشیند. به همین دلیل، تعیین ضخامت واقعی آن ممکن نیست ولی ضخامت ظاهری این سازند در حدود ۱۸۰۰ متر است. براساس نانوفسیلهای یافت شده در سازند خانگیران زمان تشکیل آن ائوسن میانی پیشنهاد می شود. شماری از این فسیلها به شرح زیرند:

*Discoaster bifax* - *Reticulofenestra dictyoda* - *Discoaster tanii* - *Tribrachiatus orthostglus*

#### واحد OM<sup>s</sup>

این واحد شامل تناوب سنگ سیلت و سنگ ماسه ریزدانه به رنگ قرمز تیره است که میان لایه هایی از کنگلومرای ریز دانه و عدسی های گچ در آن وجود دارد. ستبرای این واحد سنگی در حدود ۱۵۰ متر تعیین شده است. این مجموعه، با ناپیوستگی زاویه داری بر روی سازند خانگیران جای می گیرد و واحد PLQ<sup>c</sup> نیز به همان شکل بر روی آن می نشیند.

واحد OM<sup>s</sup> در جنوب زرین کوه و شمال نوخندان رخنمون دارد. مجموعه فوق در یک حوضه کولابی راسب شده است.

#### واحد PLQ<sup>c</sup>

این واحد شامل طبقات کنگلومرای درشت دانه، سنگ ماسه، سنگ سیلت و مارن به رنگ کرم تا قهوه ای روشن است. قطعات تشکیل دهنده کنگلومرا از سنگهای کهن تر تشکیل شده که اندازه آنها از پلمه سنگ (Pebble) تا تخمه سنگ (Boulder) متفاوت است. اجزای تشکیل دهنده کنگلومرا به نسبت گرد شده و جور شدگی ضعیف را نشان می دهند. این قطعات با سیمانی کربناته و به نسبت سست در کنار یکدیگر جای گرفته اند. این مجموعه، چرخه های متعددی را در خود دارد که هر چرخه با یک طبقه کنگلومرای آغاز و به سوی بالا به سنگ ماسه، سنگ سیلت و در بعضی جاها به مارن تبدیل می شود. اندازه دانه ها در هر چرخه به سمت بالا کاهش می یابد. بخش زیرین این مجموعه به طور عمده از طبقات کنگلومرای ضخیم لایه تشکیل شده است. واحد مزبور در محیط کولابی و مخروطهای آبرفتی راسب شده است.

این مجموعه به تقریب در همه منطقه دارای گسترش سطحی است که درپاره ای نقاط به صورت هم شیب و ناپیوسته و در مناطقی نیز با ناپیوستگی زاویه ای بر روی واحدهای سنگی کهن تر جای می گیرد. رسوبات کواترنر نیز به صورت دگرشیب بر روی این واحد نهشته شده اند.

#### نهشته های کواترنری

نهشته های کواترنر به گونه ای گسترده در همه ناحیه رخنمون دارند و به صورت دگرشیب بر روی تمامی واحدها نهشته شده اند. این رسوبات را می توان به چند دسته تقسیم نمود که به شرح زیرند:

#### Q<sup>1</sup>

این رسوبات شامل رسوبات آبرفتی سخت نشده و پادگانه های آبرفتی کهن و بلند است. نهشته های یاد شده شامل کنگلومرا و سنگ ماسه سخت نشده است که بر فراز واحدهای سنگی و یا در پای ارتفاعات بر اثر فرسایش سنگهای با سن کهن تر بر جای گذاشته شده اند. قطعات تشکیل دهنده آنها شامل تمامی سنگهای موجود قدیمی در منطقه است.

Q<sup>tf</sup>

شامل رسوبات سست سخت نشده است که در پای ارتفاعات و در دهانه رودخانه ها به عنوان رسوبات مخروط افکنه قدیمی بر جای گذاشته شده اند. این رسوبات حاصل فرسایش نواحی مرتفع توسط آب و سیلاب است که پس از حمل توسط جریانات سیلابی، در دهانه رودخانه ها و پای ارتفاعات نهشته شده اند.

Q<sup>l2</sup>

این واحد شامل رسوبات و پادگانه های آبرفتی جوان سخت نشده است که بیشتر در سطح دشتهای و نقاط کم ارتفاعتر گسترش دارند. رسوبات مزبور شامل ذراتی در حد سیلت، ماسه و به طور محلی گراول می باشند.

Q<sup>al</sup>

رسوبات جدید و بطور کامل سست بر جای گذاشته شده در بستر، رودخانه ها، کانالها و دشتهای سیلابی را شامل می شود. این رسوبات توسط رودخانه های دائمی و فصلی حمل شده و در طول مسیر کانالهای عبور آب، بر جای گذاشته شده اند. اندازه دانه ها در آنها بستگی کامل به فاصله از منشاء، شدت جریان آب و جنس قطعات دارد.

### زمین شناسی ساختمانی

عناصر ساختاری موجود در منطقه شامل چین ها، گسلها و درزه ها پند. واحدهای سنگی نخست زیر تاثیر تنش های موجود چین خورده اند سپس گسلهای راندگی بر اثر پیشروی چین در نقاط محدودی ایجاد شده اند. در پی ادامه اعمال تنش، گسلهای راستالغز با مؤلفه های چپگرد و راستگرد در ناحیه بوجود آمده اند.

در بیشتر چین ها سطح محوری راستای خاوری- باختری و شمال باختری - جنوب خاوری دارند. به طور کلی چین های موجود در منطقه به دو دسته قابل تقسیم اند: یک دسته از آنها (مانند تاقدیس اسلامه) چینهای باز هستند که در برخی نقاط یال شمالی آنها برگشتگی پیدا کرده و تبدیل به چینهای برگشته (Over turned fold) می شوند. دسته دیگر چینهای نوع ملایم (Gental) هستند که در رسوبات میوسن و پلیوکواترنر واقع در شمال نوخندان به فراوانی دیده میشوند که ساز و کار همه آنها از نوع خم لغز (Flexural slip folding) به نظر می رسد. فرجام این چین خوردگی لغزیدن لایه های رسوبی بر روی یکدیگر است که بر اثر آن در سطوح لایه بندی خطواره های لغزش ایجاد شده که شواهد آن در سطح لایه های چین خورده دیده می شود.

در نقاطی که یال چین برگشتگی پیدا کرده است، گسلهای راندگی در سطح آنها ایجاد شده است که در جنوب روستای چنار می توان نمونه ای از آنها را دید. شماری گسل معکوس نیز در باختر منطقه دیده می شود که جابجایی کمی در حد چند متر در سطوح سنگی ایجاد نموده اند. امتداد این گسلها خاور شمال خاوری - باختر جنوب باختری است. گسلهای راستالغز عمده ترین گسلهای موجود در منطقه اند. گسلهای یاد شده دو روند متفاوت به صورت شکستگیهای مزدوج (Conjugate) دارند. یک سری امتداد شمالی - جنوبی دارند و سری دیگر امتداد شمال خاوری - جنوب باختری را نشان می دهند. میزان جابجایی در طول آنها متغیر بوده و از چند متر تا چند صد متر در گسلهای مختلف می باشد. براساس اطلاعات بدست آمده از ساختمانهای گوناگون زمین شناسی موجود در منطقه، این مجموعه زیر یک تنش فشارشی در راستای شمال، شمال خاور- جنوب، جنوب باختر بوده است که فرجام آن در آغاز کوتاه شدگی و چین خوردگی است. پس از آن در پاره ای نقاط گسلهای راندگی پدیدار شده است که امتداد گسلهای راندگی به موازات سطوح محوری چینها است. دلیل این عملکرد را چنین می توان عنوان کرد که لایه های سنگی تحت فشارش، نخست رفتاری شکل پذیر (Ductile) از خود نشان می دهند که حاصل آن چین خوردگی لایه های سنگی است.

زمانی که سنگ به آستانه مقاومت برسد و از آن عبور کند، لایه های سنگی رفتاری شکننده (Brittle) به نمایش خواهند گذاشت که حاصل آن ایجاد گسلهای راندگی است. با ادامه فشارش، شکستگیهایی مزدوج در سنگها تشکیل می شوند که در حقیقت منشاء ایجاد گسلهای راستالغز هستند. با ادامه اعمال نیرو، در امتداد شکستگیهای یاد شده جابجایی انجام می گیرد که حرکت آنها باعث بریدگی محور چین های و گسلهای راندگی می شود.

## تاریخچه زمین شناسی منطقه

همانگونه که پیش تر نیز عنوان شد، گستره نقشه نوخندان در پهنه کپه داغ قرار دارد. کهن ترین سنگهایی که در این پهنه نهشته شده اند، مربوط به شیل و سنگ ماسه های سازند کشف رودند که سن آنها باژوسین، ژوراسیک میانی، است. حوضه کپه داغ در کنار کمربند چین خورده البرز و بینالود قرار گرفته است. در پالئوزوئیک میان قاره های اورازیا و گندوانا، اقیانوسی به نام تتیس کهن وجود داشته است.

صفحه ایران جزئی از ابر قاره گندوانا بوده و در حاشیه جنوبی این اقیانوس جای داشته است. صفحه توران نیز در حاشیه جنوبی ابر قاره اورازیا و در ساحل شمالی اقیانوس تتیس جای داشته است. به احتمال، در کربونفر پوسته اقیانوسی مزبور شکسته می شود و فرورانش (Subduction) آن به زیر صفحه قاره ای توران آغاز می شود (Boulin, 1981).

فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس کهن به زیر پوسته قاره ای سبب خارج شدن فلات قاره از آب و توقف رسوبگذاری در آن می شود. به دلیل فرورانش پوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره ای، راندگیهایی با شیبی به سوی شمال در محل فرورانش ایجاد می شود. همزمان با این فرآیند، در محل کنونی کمر بند چین خورده - گسلیده زاگرس ریفت درون قاره ای بر روی پوسته پدیدار می شود. این ریفت منشاء اقیانوس جدیدی بنام تتیس جوان است. این فرآیند سبب پیدایش یک منشور فزاینده در شمال پوسته اقیانوسی و جنوب پوسته قاره ای توران می شود. ورقه های راندگی که در منشور فزاینده شکل گرفته اند، قطعاتی از پوسته اقیانوسی را به همراه رسوبات توریدایتی و رسوبات نواحی عمیق دریا حمل می کنند و به صورت تکرار، واحدها را بر روی پوسته قاره ای قطعه ایران می رانند (علوی - ۱۹۹۱). همه فرآیندهای یاد شده را می توان آغاز کوهزایی هرسی نین دانست.

همانگونه که گفته شد، اثر این کوهزایی بر حاشیه اقیانوسی تتیس به صورت خارج شدن آن از آب و نبود نهشته گذاری در این زمان بوده است. همزمان با فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس کهن به زیر پوسته قاره ای توران، قوس ولکانیک در حاشیه ورق توران و بر روی فلات قاره پدیدار می شود. با ادامه باز شدگی اقیانوس تتیس جدید در تریاس، در جای کنونی ارتفاعات زاگرس، صفحه ایران مرکزی و افغانستان مرکزی که یک خشکی واحد بوده اند، به سوی شمال حرکت می کند. به سبب این حرکت، فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس کهن به زیر ورق توران تشدید می شود. در تریاس میانی دو صفحه ایران و توران و یا دو بزرگ قاره لورازیا و گندوانا با یکدیگر برخورد می کنند که حاصل آن بسته شدن اقیانوس تتیس کهن و هضم کامل پوسته اقیانوسی آن است.

در نتیجه برخورد دو پوسته قاره ای یاد شده در تریاس میانی، کوهزایی سیمیرین رخ می دهد و مجموعه افیولیتی به همراه رسوبات مناطق عمیق دریا بر روی صفحه ایران رانده می شوند. در همین زمان چین خوردگی و بالا آمدگی، منطقه بینالود را که در جنوب خط برخورد قرار داشته تحت تاثیر قرار داده و باعث بالا آمدگی آن شده است.

بدنبال بالا آمدگی منطقه بینالود، فرسایش بر روی آن عمل کرده که حاصل آن در ابتدا تشکیل کنگلومرای است که به صورت دگرشیب بر روی بقایای تتیس کهن در جنوب مشهد ته نشست کرده است. سپس این کنگلومرا تبدیل به توالی ماسه سنگ و شیل و سرانجام شیل می شود که هم ارز سازند شمشک است. سن آن تریاس بالایی - ژوراسیک پایینی است. این مجموعه در آغاز قرمز رنگ بوده و ویژگی های رسوبات قاره ای را نشان می دهد ولی بتدریج تبدیل به رسوبات با تلاقی خاکستری تیره رنگ می شود. حرکات کوهزایی سیمیرین تا اواخر ژوراسیک زیرین در منطقه ادامه داشته ولی بتدریج از شدت آنها کاسته شده است. با آرام شدن محیط و فرونشست بیشتر منطقه، یک حوضه دریایی کم ژرفا (Epicontinental) بر روی لبه های دو قاره ایران و توران شکل می گیرد. فرجام این پدیده پیدایش حوضه رسوبی کپه داغ بر روی صفحه توران و شروع نهشته گذاری در آن است. در ژوراسیک بالایی دریای یاد شده بتدریج ژرف تر و گسترده تر شده است، آن چنان که دریای ژوراسیک بالایی البرز، کپه داغ، بینالود و ایران مرکزی را می پوشاند و در بیشتر مناطق نهشته های کربناته بر جای گذاشته شده به گونه ای که در کپه داغ سازند آهکی و دولومیتی مزدوران تشکیل شده است.



حرکتهای کوهزایی پایان ژوراسیک سبب بالا آمدن و خروج بخش گسترده ای از ایران از آب شده است. این کوهزایی بر دریای کم ژرفای شمال بشدت تاثیر گذاشته است آن چنان که به تقریب دریا از سرتاسر این منطقه پس روی کرده و بدنبال آن انباشته های کنگلومرایی و سنگ ماسه ای قرمز رنگ سازند شوربجه در محیط قاره ای و رودخانه ای بر جای گذاشته می شود. بدنبال آن با ژرف تر شدن تدریجی حوضه کپه داغ، نهشته های مارنی و آهکی سازند تیرگان و سرچشمه بر جای گذاشته شده است.

همزمان با کوهزایی اواخر کرتاسه و اوایل پالئوسن، کوهزایی آلپی، حوضه دریایی کپه داغ کم ژرفا می شود که وجود رسوبات سنگ ماسه ای، آهکهای تخریبی و شیل و آهک ماسه ای نشان دهنده این فرآیند است. پس از آن با آغاز دوران سنوزوئیک، رسوبات خشکی پالئوسن، سازند پسته لیک، روی رسوبات دریایی کم عمق کرتاسه پایانی را می پوشاند. پس از آن با فرونشست تدریجی حوضه در کپه داغ، سنگ آهک نخودی به اضافه مقادیری مارن و گچ مربوط به سازند چهل کمان در منطقه پدیدار می شود.

در پایان ائوسن و بدنبال نهشته گذاری سازند خانگیران، حوضه کپه داغ تحت تاثیر حرکتهای کوهزایی ائوسن پایانی - اولیگوسن (معادل فاز پیرینه) از آب خارج شده و بدنبال آن رسوبات قاره ای نئوژن با دگرشیبی بر روی انباشته های کهن تر جای می گیرد. این پدیده را می توان در رابطه با آغاز حرکتهای دانست که با بالا آمدگی (Uplifting) و عقب نشینی دریا، در حوضه کپه داغ همراه بوده است. افشار حرب (۷۹ - ۱۹۶۹) بر این باور است که این پسروری در اواخر 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 باز شدگی دریای سرخ در میوسن پایانی، همه گستره ایران تحت تاثیر فشارش قرار می گیرد که در نتیجه آن بر بلندیهای ایران زمین افزوده می شود و فرسایش شدیدی نیز حاکم می گردد که حاصل آن پر شدن سریع فرونشست ها از رسوبات آبرفتی است. هم چنین این تنش فشارشی، چین خوردگی و گسلهای راندگی را در مجموعه کپه داغ ایجاد می کند. همانگونه که پیش از این نیز عنوان شد، راستای این تنش فشارشی برپایه بررسی ساختمانهای چین خورده و گسلیده در منطقه، شمال شمال خاوری - جنوب جنوب باختری است که خود تاییدی بر خاستگاه این نیرو است.

پس از رخداد یاد شده، که سبب چین خوردگی در منطقه شده، رسوبات پلیوسن - کواترنر به صورت دگرشیب بر روی آنها نهشته می شود. در ادامه اعمال فشارش که حاصل بازشدگی در دریای سرخ، چرخش خرد قاره ایران مرکزی، حرکت هند به سوی شمال و عوامل زمین ساختی دیگر است، گسلهایی راستالغز ایجاد می شوند که ساختمانهای چین خورده و گسلهای راندگی را در منطقه تحت تاثیر خود قرار می دهند. وجود گسلهای فعال و کواترنر همچون گسل باختر روستای گدکانلو و گسل جنوب محمد تقی بیگ، نشان از وجود و ادامه فرآیند فشارش در منطقه دارد که لزوم بررسیهای تکتونیکی و لرزه زمین ساخت را در ناحیه گوشزد می نماید.

### زمین شناسی اقتصادی

از زمینه های مناسب در منطقه، احداث کارخانه سیمان است. مواد اولیه این بخش که بیشتر شامل سنگ آهک و مارن است، در ناحیه به فراوانی یافت می شود که نیازمند برداشتهای ژئوشیمیایی دقیق تر است. سنگ آهک تیرگان در پاره ای نقاط که لایه ها ضخیم لایه هستند، زمینه به نسبت مناسبی را برای سنگ نما ساختمان ایجاد می کند. در جنوب و جنوب باختر ناحیه، در امتداد گسلها و شکستگیهای ایجاد شده در واحد سنگی آهک تیرگان، رگه های ضخیم کلسیت دیده می شود که در پاره ای نقاط تا ۱۰ متر هم گسترش دارند و زمینه مناسبی برای مطالعه دقیق تر جهت برداشت و بهره برداری را ایجاد نموده است.