

## (۱) مقدمه

نقشه زمین‌شناسی خوسف در شرق ایران، استان خراسان جنوبی و غرب شهرستان بیرجند بین طولهای جغرافیایی  $59^{\circ}$  تا  $58^{\circ}30'$  و عرضهای جغرافیایی  $32^{\circ}30'$  تا  $33^{\circ}$  واقع شده است.

در این منطقه، رخنمونهای گسترده‌ای از سنگهای رسوبی از کرتاسه پسین تا اوایل تریاسی و نیز سنگهای آتشفشانی سنوزوئیک وجود دارد که برای جزئیات آنها به گزارش زمین‌شناسی منتشر نشده خوسف-۱۳۶۳ در کتابخانه سازمان زمین‌شناسی مراجعه گردد. دهکده خوسف (مرکز بخش و دارای بیشترین جمعیت) در حدود ۳۵ کیلومتری غرب شهرستان بیرجند واقع شده و راه وصول به آن از طریق بزرگراههای تهران - مشهد بیرجند است. بقیه نقاط منطقه دارای جمعیتی پراکنده در معدودی روستا و دهکده کوچک است. پرورش شتر، بز و کشاورزی کوچک مقیاس عمده اشتغال منطقه به شمار می‌آیند. خشکی زیاد و تغییرات شدید درجه حرارت در شبانه روز و فصول مختلف سال از مشخصات آب و هوایی منطقه است. ارتفاع منطقه مابین ۲۲۳۵ متر در بلندترین قله کوه کروک تا ۱۰۴۲ متر در دشتهای جنوب غربی متغیر است. رودهایی نظیر رودخانه بیرجند، شاهرود، رودشور و رودخانه گاریجگان که غالباً شور هستند تنها در مسافتهای کوتاهی از طول مسیرشان دارای مختصری آب دائمی در سرتاسر سال هستند.

## (۲) زمین‌شناسی

قدیمی‌ترین سنگهای رخنموده در این منطقه به سن پالئوزوئیک بالایی می‌باشد و منحصر به تکه‌های خرد شده و گسله‌ای از پلاتفرم موجود در نواحی مرکزی ایران است که بشکل یک تاق‌دیس در مرز شمال غربی نقشه ظاهر شده است. سازندهای پالوزوئیک منطقه عبارتند از: سردر (کربونیفر) و جمال (پرمین).

سازند سرخ شیل با سن تریاس پیشین در شرق توالی سنگهای پالئوزوئیک شیل‌های خیلی نازک آهکی و مختصری سنگ آهک رسی نازک لایه بضامت ۱۰۰ تا ۱۲۰ متر یافت شده است که شبیه به سازند سرخ شیل در رشته کوههای شتری بوده و در اینجا نیز به طور هم شیب توسط دولومیت شتری پوشیده شده‌اند.

سازند شتری (تریاس میانی) در شمال غرب ناحیه ضخامتی در حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر از دولومیت‌های قهوه‌ای- قرمز ضخیم لایه تا توده‌ای شکل منتسب به این سازند بشکل يك ساختمان مرتفع و مشخص ظاهر شده است که بر روی سازند سرخ شیل قرار گرفته و به سمت شمال تا نواحی جنوبی نقشه قائل گسترش دارند.

تاکنون در سرتاسر منطقه رسوبات جوانتر از تریاس میانی تا کرتاسه پسین و نهشته‌های شبیه فیلیش آن که در ذیل شرح داده می‌شوند، مشاهده نشده است.

توالیهایی از رخساره شبیه فیلیش مشتمل بر تناوب مارنهای سفید و سبز- خاکستری با ماسه سنگهای آهکی دارای ساختهای رسوبی اولیه ناشی از جریان آب (سوله مارک) و شیلها و ماسه سنگهای ورقه ای مربوطه در بخش شمال غربی نقشه ظاهر می‌گردد و گرچه به کمر بند باریکی از آنها در شمال شرق نقشه نیز برخورد شده است و لیکن رخنمونهای گسترده این سنگها به سمت شمال و در قسمت‌های جنوبی نقشه قائل واقع شده است.

ماسه سنگ با ضخامتی در حدود چند ده متر تا حداکثر ۸۰-۱۰۰ متر از طبقات ماسه سنگهای آهکی غالباً قرمز و گاهی مواقع سبز- خاکستری ممکنست در نقاط متعددی در قسمت بالایی واحد  $K_2^{fl}$  دیده شود.

سنگ آهک ممکنست نتیجه تغییرات جانبی قسمت‌های بالایی  $K_2^{fl}$  بوده و از سنگ آهک نازک لایه تشکیل شده است. کنگلومرا در هسته تاقدیس کوه کمر چارچینگ در حدود ۱۸ متر دیده می‌شود. مارنها و سنگ آهکهای سن پالئوسن ( $P_1^m$ ) این کنگلومرا را می‌پوشانند.

استثنائاً در هسته تاقدیس کوه کمر چارچینگ ضخامتی در حدود ۱۲۰ متر مارن بندرت همراه با درون لایه‌های آهکی در زیر سنگ آهکهای پالئوسن ( $P^1$ ) تشخیص داده شده است که به روش دیرینه شناسی تعیین سن گردیده‌اند.

سنگ آهکهای تا حدودی ریفی به رنگ روشن ضخیم لایه یا توده‌ای شکل به سن پالئوسن در نواحی شرق دهکده‌های قیصار تا مرکوک مضاعف بر چند ساختمان گنبدی شکل ریفی مشخص، ظاهر گردیده‌اند.

ضخامتی در حدود ۳۰ متر از مارنهای سبز بر روی سنگ آهکهای به سن پالئوسن  $P^1$  در دو کلیومتری شرق تا جنوب شرق دهکده کرونگ مشاهده شده است.

واحد کنگلومرا به ضخامت تا ۳۰ متر دیده شده و مشتمل بر کنگلومرای قرمز هتروژن و پلی ژن است که استثنائاً به چند صد متر در غرب بر ایمان (به ضخامت تا ۱۵۰ متر) نیز می-رسد. این واحد با دگرشیبی فرسایشی، واحدهای سنگی گوناگونی از قبیل  $E^s, PE^{fl}, p^1, p_2^m$  را می پوشاند.

ضخامتی در حدود چند ده متر از طبقات ماسه سنگهای آهکی سبز - خاکستری نیز مشاهده شده است. این واحد در بعضی نقاط ممکنست با واحد حدوداً مشابه  $K_2P^s$  اشتباه گردد. در یال شمالی تاقدیس کوه کمر چارچینگ رخنمونی از مارن ظاهر گردیده است. ضخامت آن در حدود ۱۱۰ متر می باشد.

رخساره عمومی رسوبات شبیه فیلیش مشتمل بر تناوبی از مارنهای سیلتی سبز - خاکستری با لایه های ماسه سنگ آهکی قرمز است. ضخامتی در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر برای آنها تخمین زده شده است که ممکنست بیشتر هم باشد.

سنگ آهک آلئولینا - دولومیت دار بصورت یک واحد پابرجا، گسترش وسیعی در میانه شمالی نقشه داشته و معمولاً در آن نواحی کوهها و ارتفاعات را تشکیل می دهند.

#### • نهشته های غیر آتشفشانی ائوسن میانی = لوتسین

سنگهایی باسن محرز لوتسین در شمال غرب و گوشه جنوب غربی نقشه شناخته شده اند. این سنگها شامل یک بخش کنگلومرای در قاعده  $(E_2^C)$ ، ماسه سنگهای قرمز در قسمت میانی  $(E^{rs})$  و مارن با درون لایه های آهکی در بالا  $(E_2^{m,l})$  است.

#### • رخساره رسوبی - آتشفشانی ائوسن

هم رخنمونی از سنگهای آتشفشانی قدیمی تر از ائوسن میانی (باستثنای رخساره فلایش - ولکانیک fl.v) در ناحیه مورد مطالعه دیده نشده است. گرچه وجود قلوه های فراوان از سنگهای آتشفشانی در کنگلومراهای پائوسن تحتانی و یا افقهای جوانتر از آن، شواهدی از فعالیت های آتشفشانی قدیمی تر هستند که امروزه تظاهرهای سنگهای مربوط به آنها در سطح منطقه قابل مشاهده نیستند.

$E^{m,t}$  مارن، توف: در ابتدای زمان لوتسین، اکثر حوضه های رسوبی ائوسن پیشین بسته شده و بالاتر از سطح دریا قرار گرفته اند در حالیکه در حوضه های حاشیه ای و مجاور آنها

نظیر شمال مرقوك، مارن و سنگ آهكهای نومولیت دار (ائوسن میانی) هنوز در حال ته نشست بوده‌اند. ضمن آنکه در برخی حوضه‌ها و فرونشستگیهای دیگر بر حسب شرایط محلی، بطور همزمان فعالیت‌های اولیه آتشفشانهای ائوسن میانی در قالب نهشته‌های آذرآواری و انواع مختلف سنگهای وابسته با آنها همراه با تغییرات جانبی افقی و عمودی فراوان نسبت به مارنها و غیره صورت گرفته که به همراه یکدیگر ته نشست می‌شده‌اند و امروزه به شکل توالیهای مختصری چین خورده در زیر سری سنگهای آتشفشانی فوقانی قابل مشاهده هستند. دشتهای گسترده غربی و جنوب غربی نقشه غالباً از این سنگها تشکیل شده است که بعد ها تحت تاثیر فرسایش بوده و نهشته‌های آبرفتی تقریباً افقی کواترنری مستقیماً بر روی آنها قرار گرفته‌اند.

$E^t$  توف، ایگنبریت: توالیهای مشتمل بر توف، توف ایگنبریتی و گاهی کمی مارن، ماسه سنگ توفی و غیره در جنوب شرق ناحیه مشاهده شده است که در واقع معادلهای زمانی و یا بین انگشتیهای جانبی واحد  $E^{m,t}$  هستند که در روی نقشه هر جا که امکان پذیر بوده جداگانه نشان داده شده اند و بقیه سنگهای ائوسن که قابل تفکیک نبوده‌اند با علامت Eun مشخص گردیده‌اند.

$P_g^c$  کنگلومرا: کنگلومراهایی پلی ژن و هتروژن به رنگ قرمز تیره هستند که در چند محل ظاهر شده و گاهی مواقع ممکنست دارای درون لایه‌هایی از طبقات ماسه‌ای، توف، توف - برش و یا سیلتستون و شیلها سیلتی باشند.

$P_g^{i,t}$  ایگنبریت، توف: به این رخساره در جنوب شرق نقشه در حوالی کوه گاریجگان برخورد شده است و مشتمل بر ایگنبریتها و توفهای جوش خورده‌ای هستند که با ضخامتی از چند تا ۱۰۰ متر در حد فاصل آذرآوایهای زیرین و روانهای گدازه‌ای فوقانی واقع شده‌اند.

$P_g^{a,i}$  آگلومرا، ایگنبریت؛ و  $P_g^L$  سنگ آهك: این دو رخساره منحصرأ در کوه فدشك قابل مشاهده هستند که بر روی آذر آواریهای زیرین که در يك طبقه مارنی آنها الك آستراکود و قطعات صدف غیر قابل تشخیص وجود داشته قرار گرفته‌اند.

#### • سنگهای آتشفشانی ائوسن - الیگوسن

سنگهای آتشفشانی گسترده و متنوعی را می‌توان به این دوره‌ها نسبت داد که در بعضی نقاط ارتباطات چینه‌شناسی آنها به مقدار زیاد در هم ریخته است. تقسیم‌بندی کلی و رخنمونهای این سنگها به شرح زیر خلاصه شده است:

$a, t$  آندزیت، توف: این واحد مشتمل است بر مخلوطی از تناوبهای توف با ترکیب متوسط ایگنبریت و روانهای گدازه‌ای که به سمت شمال شرق گسترش دارند. ترکیب شیمیایی سنگهای تشکیل‌دهنده این کمپلکس در بیشتر از ۹۰ درصد رخنمونها متوسط (اکثراً آندزیتی - بندرت بازالتی) است. بعلاوه بطور فرعی روانهای گدازه‌ای آندزیت داسیتی نیز در محدودی نقاط ممکنست دیده شود ( $a, t$ ) و ۱۰ درصد بقیه رخنمونها از رخساره‌ای مشابه ولیکن با ترکیب اسیدی و یا کمی متوسط تشکیل شده است ( $da, t$ ) و تصور بر اینست که دومیها قدیمی‌تر از واحدهای بازیک بوده و یا حداکثر معادل‌های جانبی و بین‌انگشتی بهم ریخته آنها باشند. این زیر واحدها هر جا که امکان داشته بصورت جداگانه نشان داده شده‌اند و ارقامی مابین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر برای کل ضخامت آنها متصور است که ممکنست بیشتر هم باشد.

$da, a$  آندزیت داسیتی: در بعضی نقاط دو واحد مذکور در فوق مستقیماً توسط کلاهکها و اشکالی کیک مانند از توده‌های آندزیت داسیتی پوشیده شده‌اند که نشانگر یک فعالیت جدید هستند که ممکنست در ارتباط و منتسب به ماگمایی مشابه قبلیها بوده باشد که در شرایطی متفاوت و با یک وقفه زمانی بالا آمده‌اند. لذا این واحد بطور جداگانه در روی نقشه نمایش داده شده است.

$an$  آندزیت: این آندزیتها قابل مقایسه با واحدهای مشابه قبلی هستند ولیکن ممکنست مشتمل بر سنگهایی با سن قدیمی‌تر نیز بشوند و بخصوص تناوبهای سه‌گانه آندزیتی که هر کجا که امکان داشته بطور مجزا نشان داده شده‌اند. انواع گوناگون آندزیت‌های گاهی چین‌خورده و بندرت دارای ساخت ستونی ضعیف و درون لایه‌های بازالتی تشخیص داده شده است. گرچه در بعضی نقاط نیز شباهتهایی با پیروکسن آندزیت‌های نواحی مرکزی جنوبی نقشه نشان می‌دهند.

$Pan$  آندزیت‌های پورفیری: این سنگها با رخساره‌های متنوع از شمال غرب تا نواحی مرکزی منطقه گسترش دارند. در نمونه‌های دستی، چوبکهای (میکروالیت) پلاژیوکلاز با اندازه‌های متغیر و تا چندین میلیمتر ممکنست دیده شوند و در برخی نقاط توسط پهنه‌های پراکنده گدازه‌ای پیروکسن آندزیتی تقریباً افقی جوانتر پوشیده شده‌اند. در بعضی مناطق به لحاظ بافت ریز دانه و خردشدگی و گسل‌شدگیهای فراوان و تجزیه پیشرفته، سنگهای این واحد ممکنست در ظاهر با ماسه سنگها و فلیشهای فرسایش یافته اشتباه گردد.

$EO^{da}$  داسیت ائوسن - اولیگوسن: این سنگها در کوه گاریجگان و چند رخنمون پراکنده دیگر شناخته شده‌اند و معمولاً بر روی کنگلومراها و آذرآواریهای زیرین و غیره قرار گرفته‌اند. رخنمونهای گنبدی شکل و همزمان آنها بطور جداگانه نشان داده شده‌اند که حاشیه آنها غالباً آندزیتی داسیتی تشخیص داده شده‌اند که بر عکس مورد آندزیت‌های پورفیری (pan) می‌تواند بعلت اشکال در برآورد حقیقی نسبت کوارتز در بخش ریز تبلور این سنگهای داسیتی باشد. در بعضی نقاط تعدادی از دایکهای تغذیه کننده که به دفعات فلیشهای پالئوسن- ائوسن را قطع می‌نمایند، به این گنبدها ختم می‌گردند و همچنین گاهی مختصری اثرات حرارتی نیز در حاشیه آنها دیده می‌شود.

$O^{ap}$  پیروکسن آندزیت‌های الیگوسن: رخنمونهای خیلی زیاد و پراکنده‌ای از گدازه‌های تیره رنگ اکثراً متوسط (بندرت باریک) بشکل پهنه‌ها و کلاکهای بر جای مانده‌ای بضامت چند سانتیمتر تا ۱۰-۱۵ متر بر روی رسوبات و سنگهای گوناگون زیرین، از شمال غرب تاجنوب شرق ناحیه قرار گرفته است و سیستمهای متقاطع بی شماری از گسلها و شکستگیها، جهت هدایت و خروج گدازه‌ها وجود داشته است. در هر صورت شاید تعداد خیلی معدودی از گسلهای اصلی را بتوان منحصراً عامل چنین فعالیت‌هایی دانست. توف لاپیلی، اسکوری، توف - برش و غیره ممکن است در قاعده و یا در لابه لای افقهای بالاتر روانهای گدازه‌ای دیده شوند و در بعضی نقاط سطح رخنمونها ممکنست در قاعده و یا در لابه لای افقهای بالاتر روانهای گدازه‌ای دیده شوند و در بعضی نقاط سطح رخنمونها ممکنست فقط از چنین موادی پوشیده شده و اساساً هیچ گونه گدازه‌ای هم خارج نشده باشد.

$O^{sv}$  سنگهای آتشفشانی سیلیسی: رخنمونهای کوچکی از سنگهای آتشفشانی به رنگ قرمز تیره در شمال غرب کوه گاریجگان و همچنین به سمت شمال بصورت چند دایک مشاهده شده است که سرشار از سیلیس بوده و احتمالاً ممکنست تفاله‌ها و شیره‌های باقیمانده و نهایی مرتبط و مشتق شده از همان ماگماهای متوسط بوده باشند.

$OM^{r,d}$  ریولیتها و داسیت‌های اولیگومیوسن: در برخی نقاط، توده‌های گنبدی شکل ریولیتی و داسیتی به شکل ساختمانهایی برجسته و نیمه ولکانیکی ظاهر می‌گردند بنحوی که سنگهای آتشفشانی پالئوژن منطقه را قطع نموده و بالا آمده‌اند. در منتهی‌الیه‌گوشه شمال شرقی نقشه، چین سنگهایی توسط کنگلومراهای تیره رنگ پلی ژن و هتروژنی پوشیده شده‌اند و لذا احتمالاً سن

اولیگوسن تا میوسن تحتانی ممکنست برای آنها قابل قبول باشد بنظر می‌رسد که گسلها و شکستگیهای با امتداد شمال شرق - جنوب غرب در جایگزینی چنین سنگهایی موثر بوده‌اند و اضافه بر آنها دایکهای اسیدی با امتدادهای مشابه و موجود در شمال نواحی مرکزی نقشه وتوده كوچك نفوذی گرانیت آلكالن شناخته شده در چند صدمتر دورتر از مرز شمال شرقی نقشه نیز ممکنست معادلهای عمیق تر آنها باشند.

$M^c$  کنگلومرا: در بعضی مناطق شمال شرقی منطقه، رخنمونهای پراکنده‌ای از کنگلومراهای قرمز رنگ قابل مشاهده است که در قاعده منورنتیک و به سمت بالا پلی ژن و هتروژن هستند و از عناصر فراوان آتشفشانی - اوفیولیتی در زمینه‌ای توفی ماسه‌ای تشکیل شده‌اند.

$Ng_1^m$  مارنهای نئوژن: نیمه راه تقاب به گلگون و در شمال رخنمون گرانیت‌های پلاژیوکلازدار، مارنهای رنگارنگ منتسب به نئوژن مشاهده شده‌اند که به صورت ناهم شیب بر روی واحدهای قدیمی‌تر قرار گرفته‌اند.

$Ng^{m,c}$  طبقات تدریجی: در برخی نقاط کنگلومراهای جوانتر و به سن نئوژن پسین ( $Ng_2^c$ ) بصورتی ناپیوسته بر روی مارنهای قدیمی تر نئوژن ته نشست گردیده است.

$Ng_2^c$  کنگلومراهای نئوژن: ضخامتی در حدود ۵۰ تا ۶۰ متر از کنگلومراهای پلی ژن و هتروژن به رنگ قهوه‌ای روشن، واحدهای قبلی ( $Ng_1^m$  یا  $Ng^{m,c}$ ) را بدون اختلاف شیب محسوس در طبقات می‌پوشاند.

#### • کواترنری

نهشته‌های گسترده و چین نخورده مربوط به اوائل دوران چهارم تا عهد حاضر اکثراً در قالب رسوبات آبرفتی و به شکل پادگانه‌ها، مخروط افکنه‌ها و آبرفتهای سست و سیمان نشده بستر رودخانه‌ها با دگرشیبی بر روی چینه‌های گوناگون قدیمی تر قرار گرفته‌اند و به چهار گروه عمده  $Q_1, Q_2, Q_3, Q^{al}$  تقسیم شده‌اند.

#### • سنگهای آذرین

ab بازالت، بازالت آندزیتی: توده‌های بازیک كوچك و منفردی از بازالت‌های اولیوین دار در حومه سیاه کوه مضاعف بر دو رخنمون كوچك واقع در ۱۶ کیلومتری جنوب دهکده خوسف

شناخته شده‌اند که ممکنست تفریق بخشی همان گدازه‌های آندزیتی پیروکسن دار باشند. معهدا آنها می‌توانند دارای سن جوانتری نیز بوده و یا از نواحی عمیق تری منشاء گرفته باشند. بخصوص که چنین توده‌هایی در ارتباط با گسلها و شکستگیهای با امتداد شمال غرب - جنوب شرق و علی‌الخصوص امتدادهای شمال شمال غرب - جنوب، جنوب شرق (به موازات گسل نای بند) هستند. لذا سن احتمالی اواخر نئوژن - اوایل کواترنری ممکنست برای فوران چنین گدازه‌هایی به ذهن خطور نماید.

da داسیت نئوژن (?): رخساره خاصی از سنگهای داسیتی به شکل رخنمونهای طویل خطی و یا گنبدهای آتشفشانی برجسته از قبیل کوه برنده و کنگرها و غیره، زمینهای نواحی شرقی و غربی ناحیه را قطع نموده‌اند. حاشیه ساختمانهای گنبدی شکل اغلب بازی هستند (آندزیت داسیتی و یا آندزیتی) در حالیکه نواحی مرکزی آنها از سنگهای ریوداسیتی و داسیتی تشکیل شده است و رخنمونهای خطی واقع در حومه این گنبدها آندزیت داسیتی تشخیص داده شده‌اند.

در بعضی نقاط در زیر این سنگها و یا در اطراف گنبدهای مربوطه، مجموعه‌ای از توفهای اسید ایگنمبریت و گدازه‌های داسیتی متخلخل قابل مشاهده است که می‌توانند قدیمی‌تر از گنبدهای داسیتی باشند و بعلت فرسایش شدیدتر معمولاً شبیه به تپه ماهورهایی پست و فرسوده قابل اشتباه با مارنها و توفهای ائوسن بنظر می‌آیند. ضمن آنکه در بعضی نقاط دیگر، به سمت بالا بطور تدریجی، مترکم‌تر شده و تبدیل به سنگهای داسیتی می‌گردند و این رخساره‌ها نیز در روی نقشه، هر جا که امکان داشته جداگانه نمایش داده شده‌اند.

#### • سنگهای نفوذی

gb گابروها و میکروگابروی آلکالن (نئوژن?): سیاه کوه که از توده‌های گابروئی آلکالن تشکیل گردیده در غرب ناحیه واقع شده است. بلورهای تا چند سانتیمتر طول در قسمتهای مرکزی آنها قابل مشاهده است در حالیکه به سمت حاشیه میکروگابرویی آن، اندازه آنها به مقدار زیاد کاهش می‌یابد و به لحاظ وجود آلکالیها احتمالاً این سنگها ممکنست قسمتهای عمیق‌تر و مرتبط با همان گدازه‌های بازالتی مذکور در فوق باشند.

gd گرانودیوریت (اولیگومیوسن): دو توده خیلی کوچک از گرانودیوریت‌های تورمالین دار در حدود ۶ کیلومتر جنوب کلات شیخ یافت شده است که احتمالاً ممکنست رخساره عمیق‌تر

همان ریولیتها و داسیتهای اولیگو میوسن باشند و نکته جالب توجه آنکه بعضی از دایکهای اسیدی در آن ناحیه به این توده‌ها ختم می‌گردند.

md مونزودیوریت (نئوژن؟): توده‌های خیلی کوچکی از این سنگها در غرب نقشه، مورد توجه قرار گرفته است که به مقدار زیاد شبیه به داسیتهای نئوژن (da) هستند ولیکن به لحاظ داشتن بافت میکروسکپی متفاوت، از آنها متمایز گشته‌اند و ظهور آنها در آن فاصله دور می‌تواند مبین آن باشد که مقادیر عظیمی از ماگماهای مرتبط با آنها در اعماق منطقه وجود داشته است.

dq کوارتز دیوریت (اوسن): چنین سنگهایی در شمال و شرق نقشه شناخته شده‌اند و ممکنست تغذیه کننده‌های اصلی و عمیق تر همان سنگهای آتشفشانی پالئوژن و بخصوص اوسن بوده باشند که متعاقباً در شرائط عمیق تر، متبلور شده و بعدها در اثر فرسایش قسمتهای فوقانی ظاهر شده‌اند.

همچنین دایکهای متقاطع اسیدی و متوسط فراوانی، بخشهایی از منطقه را قطع می‌نمایند که فعالیتهای آتشفشانی دوران سوم را مدلل می‌سازند.

#### • سنگهای دگرگونی

$K_2P^{ph}$  فیلیت و اسلیت: رخنمونهای گسترده فیلیتها و اسلیتهای سرسیت و آلبیت دار شرق خوسف بیانگر آن هستند که منطقه تحت تاثیر دگرگونی با شدت کم قرار گرفته است و نیز به سمت غرب از شدت آن کاسته می‌گردد. گرچه مجموعه شواهد ناحیه‌ای به نتیجه سنی کرتاسه پسین برای سنگهای دگرگونی رسیده است ولیکن در غرب آنها مقداری از سنگها ممکنست جوانتر و به سن پالئوسن هم باشند. غالباً سطح رخنمونها از دانه‌ها و قطعات کوارتز سفید شیری رنگ پوشیده شده است که از فرسایش رگه‌های بی شمار کوارتزی ریمبلیزه شده منشاء گرفته‌اند.

احتمالاً تحت تاثیر گسلهای فشاری (کمپرسیونی)، معدودی برشهای زمین ساختی (تکتونیکی) از سنگهای دگرگونی (met) ممکنست مشاهده گردند که با بررسیهای میکروسکپی انواع زیر در آنها تشخیص داده شده است: آمفیبول شیست (آمفیبولیت)، کوارتز - بیوتیت شیست، کوارتز، بیوتیت، گارنت فلس، کوارتز میکاشیست و باندهای نازکی از سنگهای مرمری شده.

#### • سنگهای افیولیتی و وابستگان

دنباله‌های باریک شمال غربی کمر بند اوفیولیتی میانی شرق ایران، بشکل باقیمانده و برشهای زمین ساختی از بیرجند تا نواحی شمال شرق نقشه خوسف امتداد یافته و از این ناحیه به سمت غرب به کلی ناپدید می‌گردند. در میان سنگهای افیولیتی، پلاژیوکلاز گرانیتهای (grp) بزرگترین رخنمونها را نشان می‌دهند که حد شمال غربی آنها گنیسی نیز شده است که می‌تواند در نتیجه نزدیک شدن نسبتاً سریع بلوکهای گسلی بوده باشند که بعلت نزدیکی با زون فلیش طبیعی و معقول به نظر می‌رسد. لیستونیت‌های قرمز و قهوه‌ای رنگ و توده‌های پراکنده‌ای از سنگهای فوق بازیک (غالباً پریدوتیت و گابروی سرپانتینی شده = Ub) در نواحی شمال شرقی مشاهده شده است که غالباً بعلت گسل شدگیها بهم ریخته و جابجا شده هستند.

یک رخنمون منفرد از فیلیشهای مختصری دگرگون شده (m.fl) در کوه شکسته پدیدار شده است که در اطراف آن چند رخنمون کوچک از فیلیش و لکانیکهای حاوی باندهای نازک مرمری شده (fl.v) وجود دارد. این دو گروه از سنگها دارای ارتباطات چینه شناسی مشخصی با دیگر سنگهای منطقه نیستند ولیکن عموماً با نواحی مجاور مقایسه گردیده و تصور بر اینست که از وابستگی اوفیولیتها باشند.

### ۳) تکتونیک

به لحاظ قرارگیری در شمال غرب صحرات لوت مرکزی، این منطقه اشکال ساختمانی خاص آن ناحیه را نشان می‌دهند. مروری خلاصه و کلی از تاریخچه ساختمانی منطقه مورد مطالعه در ذیل ارائه شده است:

#### • چین خوردگی

چین خوردگیهای ملایم تا متوسط، صفت مشخصه این ناحیه است. شبیهای طبقات معمولاً کم هستند. باستانهای طبقات نزدیک به خط گسلها که شیب بیشتری نشان می‌دهند و تنها در یک مورد از سنگهای چین خورده برگشته در رسوبات به سن کرتاسه پسین تا ائوسن میانی در شمال غرب نقشه مشاهده شده است.

چند رخنمون کوچک و جالب از توالیهای طبقات قدیمی تر از سیمیرین پیشین در شمال غرب منطقه قابل مشاهده است و در آنجا نیز به مانند بسیاری از نقاط دیگر منطقه، گسل شدگیها و شکستگیها بیشتر از ساختمانهای مختصری چین خورده و کج شده به چشم می‌آیند. امتداد محوری مشخص ناودیس دولومیت شتری در حال حاضر دلالت بر جهت شرق، جنوب

شرق - غرب، شمال غرب برای کوهزائی سیمرین پیشین (و یا پسین؟) و استرسهای فشاری آن (بدن در نظر گرفتن چرخشهای بعدی) دارد که مشابه دیگر نقاط ایران است.

در مناطق شمال شرق ناحیه مورد مطالعه، به لحاظ تحرك و ناهمواری کف حوضه‌های رسوبگذار، ته نشستهای از نوع فیلیش در طی زمانهای کرتاسه پسین، پالئوسن و ائوسن پیشین برجای گذاشته می‌شده‌اند.

مشخص ترین چین خوردگیهای ناحیه در سنگ آهکهای نومولیتی به سن ائوسن پیشین قابل مشاهده است که غالباً صخره‌ها و ارتفاعات را تشکیل می‌دهد و اغلب در شمال و شمال شرق ظاهر شده‌اند. معمولاً امتداد فعلی محورهای آنها دلالت بر جهت شرق، شمال شرق - غرب و جنوب غرب برای استرسهای بوجود آورنده آنها دارد.

به سمت انتهای ائوسن پیشین و زمانهای جوانتر از آن بتدریج شدت فعالیت‌های زمین ساختی افزایش یافته بنحوی که باعث بالآمدگی رسوبات به سن کرتاسه پسین تا ائوسن پیشین گردیده و به مقدار زیاد در بوجود آمدن و کنترل شکل شناسی (مورفولوژی) ناحیه تاثیر گذاشته است. از طرف دیگر در مناطق مجاور آنها فرورفتگیهای جدید تشکیل شده که اکثر آنها با رسوبات غالباً آتشفشانی رسوبی پر شده‌اند. به جز چند حوضه کوچک در آنها نهشته‌های نولومیت دار لوتسین بصورت پیشرونده بر روی واحدهای سنگی قدیمی تر در حال رسوبگذاری بوده است و در انواع قبلی درون لایه‌ها و گدازه‌های فوقانی نیز قابل مشاهده هستند که در طی فاصله زمانی ائوسن پسین اولیگوسن خارج شده‌اند. تمامی این طبقات تحت تاثیر استرسهای بعضی از آشکوبهای زمین ساختی آلیپ میانی، درجاتی از چین خوردگی را تحمل نموده‌اند.

جنوب غرب دهکده بوکی، يك ناودیس در مارنهای نئوژن دیده می‌شود که پلانچ محور آن به سمت شرق بوده و جهت شمال - جنوب و گاهی مواقع مختصری چرخیده به سمت شمال غرب برای محور اصلی استرسهای فشاری بوجود آورنده آنها پیشنهاد می‌نماید. چند امتداد محوری غیر طبیعی و موارد نادری از چین خوردگیهای تکراری، دلالتی بر تغییر محل استرسهای فشاری از نئوژن پسین تا اوایل کواترنری در سرتاسر منطقه به مانند دیگر نقاط ایران هستند.

#### • گسلها و شکستگیها

در این ناحیه گسل شدگیها و شکستگیهای پیچیده، بیشتر از چین خوردگیها مشاهده می‌گردند، تاثیرات و نقشهای چندگانه آنها در جابجایی و جایگزینی ماگماها، فوران مواد خروجی

و بعنوان فاکتورهای کنترل کننده شرایط رسوبی و صور ساختمانی قابل انکار نیست. تداخل و چندگانگی فعالیتهای زمین ساختی، در قالب پدیده‌هایی نظیر حرکات چرخشی و برشی، مقداری حرکات قائم بلوکی و یا باز شدن شکافها و سیستمهای متقاطع درزه‌ها و شکستگیها قابل مشاهده است که فرصتهایی جهت فوران گدازه‌های آتشفشانی بوجود آورده‌اند و مضاعف بر آنها مختصری دگرگونی در سنگهای نزدیک بعضی از گسلها به هنگام نزدیک شدن سریع بلوکهای گسلی به یکدیگر صورت گرفته است.

برخلاف نظر مطالعه کنندگان قبلی در این نواحی، گسلها و شکستگیهای منطقه چندان هم نامنظم نیست و اکثر آنها قابل مقایسه و تطبیق با امتدادها و صور خطی ظاهر شده در دیگر نقاط ایران هستند. به علاوه این ناحیه به علت نزدیکی به مرکز حرکات چرخشی، ویژگیهای خاصی را نشان می‌دهد. از قرار معلوم، مضاعف بر استرسهای اصالتاً کششی معکوس شدن جهت چرخش به همراه عوامل متعدد دیگر از عمده دلایل بهم ریختگی و باز شدن شکستگیهای منطقه بشمار می‌آیند که موقعیتهایی برای صعود، جایگزینی و یا به تله افتادن ماگماهای قبلاً تشکیل شده به شکل سنگهای آذرین اعم از نفوذیهای و یا خروجیها بوجود آورده‌اند.

بطور آزمایشی، گسلها و شکستگیها این ناحیه پس از معدل گیری در هشت گروه اصلی تقسیم بندی شده‌اند و تعداد گروههای مزبور بستگی به طبیعت منطقه دارد که تقریباً بطور کامل از نهشته‌های جوانتر از کوهزایی سیمرین پیشین پوشیده شده است و مختصری جهت‌های ناهماهنگ هم می‌تواند به علت حضور لاینامنها و گسلهای پی سنگ قدیمی منطقه باشند که گاهی مواقع بر روی طرحها و امتدادهای جوانتر تاثیر می‌گذارد است. در میان گروههای فوق الذکر، گسلهای بحث انگیز دارای امتداد شمال شرق - جنوب غرب نیز دیده می‌شوند که در این ناحیه به موازات آن دسته از گسلهایی هستند که دنباله‌های غربی زون فیلیش را کنترل می‌نمایند. همچنین بندرت امتدادهای خطی کمیاب شمال، شمال شرق - جنوب غرب که موازات گسلهای نه و کهورک جنوب شرق ایران هستند نیز گاهی در این منطقه دیده می‌شود.

#### ۴) زمین‌شناسی اقتصادی

توده‌های کم اهمیتی از گچ ممکنست در بالاترین قسمت توالیهای مارنی - توفی ائوسن دیده شود. رخنمونهای دولومیت منحصر به شمال غرب منطقه هستند که در آنجا سازند شتری دیده می‌شود. برخلاف گسترش فراوان سنگ آهکهای ماسه‌ای نولومیت دار و ناخالص، رخنمونهای

کوچک سنگهای آهکی ریفی پالئوسن کیفیت بهتری را نشان می‌دهند. اثراتی از مالاکیت در دیواره و مرتبط با دایکهای آندزیتی سیلیسی در غرب جاده خوسف - ماژان دیده شده است. مقادیر کمی آلونیت ناخالص قبلاً از سنگهای آتشفشانی مشابه در نواحی مجاور گزارش شده است. از داسیتهای دو کوهه و غیره می‌توان سنگهای تزئینی جهت نمای ساختمانها تهیه نمود. يك افق از اسمکتیت نسبتاً خالص (نوعی مونتموریونیت) در شرق و شمال غرب دهکده شوررود شناخته شد. به اثراتی از لانتانیوم و دیگر عناصر خاکهای نادر در سنگهای داسیتی نئوزن (؟) نیز برخورد گردید.

### ۵) پتانسیل یابی

#### ۱-۵) اندیسهای معدنی

نوع واحد سنگی	موقعیت	نوع ماده معدنی
سنگهای ولکانیکی آندزیت-بازالت	۶۸۱۷۱۶/۹۷ - ۳۶۱۳۰۷۴/۳۰	مس
مارن، توف و کنگلومرا	۶۷۹۳۶۱/۳۳ - ۳۶۴۳۸۶۹/۴۰	ژپیس
توف، ایگنمبریت و کنگلومرا	۶۶۱۲۸۲/۷۶ - ۳۶۲۳۴۳۱/۷۲	"

#### ۲-۵) مواد معدنی فلزی

توضیحات	نوع کانی‌سازی	واحد سنگی	موقعیت	نوع ماده معدنی
مجموعه‌ای از ولکانوسدیمنتریهای زیردریایی در نقشه به چشم می‌خورد. اندیس مس در شمال شرق کوه گاریجگان گزارش شده و می‌بایست با	ماسیوسولفید نوع کروکو	مجموعه سنگهای آتشفشانی آندزیتی، داسیتی، توف با سنگهای رسوبی فسیل‌دار مثل آهک نومولیت‌دار	رخمونهای عمدتاً در مرکز تا شمال، و جنوب شرقی نقشه	مس-سرب-روی-نقره-طلا

دقت بیشتری بررسی شود. به خصوص در بخشهایی که سنگهای آتشفشانی سیلیسی شده وجود دارد.				
بخش سیلیسی شده می‌تواند برای طلا-نقره اپی‌ترمال بررسی شود.	اپی‌ترمال	سنگهای آتشفشانی سیلیسی شده	شمال غرب کوه گاریجگان	طلا- نقره
دایکهای اسیدی- حدواسط در سنگهای آتشفشانی و پیروکلاستیک آندزیت، توف و سنگهای آذرآواری نفوذ کرده‌اند و احتمال تشکیل کانسارهای اپی‌ترمال هست ولی اندیسی گزارش نشده است که می‌بایست مورد بررسی دقیق قرار بگیرد.	اپی‌ترمال	نفوذ دایکهای اسیدی و حدواسط در سنگهای آتشفشانی آندزیتی، توف و ...	در محدوده مرکز و جنوب شرقی نقشه	طلا- نقره
بسیار محدود و بدون اندیسی است.	همراه با لیستونیت	لیستونیت	رخمونهای بسیار کوچک در شمال شرقی نقشه	مس- طلا
بسیار محدود و بدون اندیسی است.	افیولیتی	سنگهای الترابازیک غالباً سرپانتینی شده	رخمونهای بسیار کوچک در شمال شرقی نقشه	کرم- نیکل

۳-۵) مواد معدنی غیرفلزی

توضیحات	موقعیت	نوع ماده معدنی
بسیار محدود و بدون اندیسی است.	رخمونهای بسیار کوچک در شمال شرقی نقشه	تالک- آزبست- سرپانتین
بسیار کوچک است.	رخمون بسیار کوچک در شمال غربی نقشه در شمال خیرم	آهک نازک لایه، سنگ آهک و دولومیت
	رخمون باریک کوچک در شمال نقشه	آهک

سنگ آهک ریفی	رخنمونی کوچک در مرکز و نیز شمال نقشه	نزدیک با مارن و برای صنعت سیمان مفید است.
سنگ آهک آلوتولینا و نومولیت‌دار	رخنمونهای زیادی در شمال و مرکز نقشه	نزدیک با مارن و برای صنعت سیمان مفید است.
سنگ آهک	رخنمونی کوچک در مرکز نقشه در کوه فدشک	بسیار محدود است.
مارن- سنگ آهک	رخنمونهایی در شمال دستگرد	همراه هر دو با هم برای صنعت سیمان مفید است.
مارن- سنگ آهک	رخنمون بسیار کوچک در جنوب غرب نقشه	بسیار محدود است.
مارن	رخنمون کوچک در مرکز نقشه و نیز شرق کرونک	نزدیک با آهک و برای صنعت سیمان مفید است.
مارن	رخنمون در مرکز نقشه	نزدیک با آهک و برای صنعت سیمان مفید است.
مارن	رخنمونهایی در شمال، شمال غربی، مرکز و غرب نقشه	
مارن توفی گچی	رخنمون در شمال غربی نقشه	
دولومیت	رخنمون کوچکی در شمال غربی نقشه در شمال خیرم	بسیار کوچک است.
بنتونیت	رخنمونهایی در شمال، شمال غربی، مرکز و غرب نقشه	مجموعه مارن- توف که احتمال تشکیل بنتونیت در این نواحی زیاد است و می‌بایست بازدید دقیق بشود.
بنتونیت	رخنمونهایی در جنوب، جنوب شرقی تا مرکز نقشه	مجموعه مارن- توف که احتمال تشکیل بنتونیت در این نواحی زیاد است و می‌بایست بازدید دقیق بشود.
بنتونیت	رخنمون در شمال غربی نقشه	مجموعه مارن- توف که احتمال تشکیل بنتونیت در این نواحی زیاد است و می‌بایست بازدید دقیق بشود.
ژپس	رخنمونهای کوچکی در مرکز و نیز شمال شرقی نقشه	اندیسایی از ژپس دیده شده است.
نمک	نمکزاری در شرق نقشه	

#### ۴-۵) سنگهای تزئینی

نوع سنگ	موقعیت	توضیحات
پلاژیوگرانیت	یک رخنمون در شمال شرقی نقشه	بسیار کوچک است.
گابرو و میکروگابروی آکالن	در غرب نقشه یک رخنمون کوچک	بسیار کوچک است.
داسیت، آندزیتیک داسیت، بازالت،	چندین رخنمون کوچک در شرق،	بسیار کوچک است.

اندزیتیک بازالت	غرب، جنوب غرب و شمال شرق نقشه
-----------------	-------------------------------

۵-۵) سنگهای لاشه

نوع سنگ	موقعیت	توضیحات
پلاژیوگرانیت	یک رخنمون در شمال شرقی نقشه	بسیار کوچک است.
کوارتز دیوریت	دو رخنمون کوچک در شمال شرقی نقشه	بسیار کوچک است.
گرانودیوریت	دو رخنمون کوچک در مرکز نقشه	بسیار کوچک است.
گابرو و میکروگابروی آلکالن	در غرب نقشه یک رخنمون کوچک	بسیار کوچک است.
داسیت، اندزیتیک داسیت، بازالت، اندزیتیک بازالت	چندین رخنمون کوچک در شرق، غرب، جنوب غرب و شمال شرق نقشه	بسیار کوچک است.
مجموعه‌ای از سنگهای اندزیتی، بازالتی، داسیتی و توف	رخمونهای زیاد در گوشه جنوب غربی، غرب، جنوب شرقی، مرکز، شمال و شمال شرقی نقشه	
ماسه سنگ	رخمونهایی در شمال شرقی و شمال نقشه	بسیار کوچک است.
ماسه سنگ قرمز	رخمونی تقریباً در شمال غربی نقشه	