

(۱) مقدمه:

محدوده مورد مطالعه در ۴۶۰ کیلومتری جنوب مشهد واقع است. در این محدوده دو رشته کوه مهم وجود دارد که یکی از آنها در شمال و دیگری در قسمت مرکزی می باشد. بلندترین نقطه رشنه کوه اخیر ۲۷۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه شامل کویر و دشت آبرفتی با تپه های کوچک است. هرچند ارتفاع آنها تا ۱۴۰۰ متر نیز می رسد ولی بخش مذکور پست ترین قسمت منطقه محسوب می شود.

(۲) زمین شناسی منطقه:

از نظر زمین شناسی محدوده مورد مطالعه را می توان به سه ناحیه با مجموعه سنگهای زیر تقسیم نمود:

۱- افیولیت و مخلوط در هم رنگین

۲- رسوبات نوع فلیش

۳- سنگهای آذر آوری جوانتر از افیولیت ها

افیولیت و مخلوط در هم رنگین: سن مجموعه مخلوط در هم رنگین به قبل از کرتاسه تا کرتاسه بالائی نسبت داده می شود، امتداد این سنگها شمال غرب- جنوب شرق و بطور گسترده در بخش مرکزی پراکنده می باشند. در شمال منطقه نیز رخنمون کم وسعتی از این سنگها تظاهر دارند. مجموعه در هم رنگین بطور دگر شیب بوسیله ولکانیکهای اواخر ترشیاری و سنگهای رسوبی پوشیده می شوند. سنگهای تشکیل دهنده مجموعه در هم رنگین به سه گروه تقسیم می گردند:

الف - الترا بازیگ و سنگهای بازیگ

ب - سنگهای رسوبی

ج- سنگهای دگرگونه

سنگهای اولترا بازیگ بطور گسترده در منطقه بیرجند پراکنده بوده و شامل دو نوع سنگ متفاوت می باشد: پریدوتیت (هارزبورژیت، لرزولیت سرپانتینیت).

در مجموعه در هم رنگین منطقه بیرجند برونزدهای ممتدی از بلوک‌های اولترا بازیگ به ابعاد مختلف دیده می‌شود در سرپانتینیت‌ها رگچه‌های متعددی از کریزتیل و آسبست وجود دارد. بطوریکه به سنگ بافت مشبک داده است. در بعضی از نمونه‌های دستی بویژه در پریدوتیت‌های فلدسپات‌دار، لایه‌بندی تکراری قابل رویت می‌باشد.

یکی از بهترین و بزرگترین رخنمون‌های ممتد از سنگهای اولترا بازیگ در منطقه بیرجند رخنمونی است که در بخش مرکزی منطقه مخلوط در هم رنگین در رشته «کوجالو» قرار دارد. تمام سنگهای اولترا بازیگ موجود در منطقه «ها رزبورژیت‌ها» کم و بیش سرپانتینیزه شده و بافت اولیه سنگ بصورت پزدومرف‌های سرپانتین حفظ شده است. در حواشی مناطق گسسته برشی توده‌های سرپانتینیت و در طول گسلها و نیز گسلهای متقاطع مجاور آنها لیسوینیت فراوان می‌باشد. ترکیب کانی شناسی لیسوینیت‌ها شامل مجموعه‌ای از کربنات‌ها، کوارتز، کلسدونی، اوپال، تالک، کلریت، سرپانتینیت، سریسیت- فوشیت و احتمالاً کانیهای فلزی مختلف می‌باشد. لیسوینیت به صورت عدسیهای نازک و کشیده، با رنگ هوازده قهوه‌ای، زرد، سفید در سنگهای اولترا بازیگ و گهگاه در سنگهای گابروی اسپیلیتی شده تظاهر می‌نمایند. این سنگها در اثر کربناتی شدن سرپانتینیت‌ها حاصل شده‌اند. پدیده ردینگیتی شدن در بعضی قسمت‌ها بصورت دایکهای مشخص در توده‌های هارزبورژیتی سرپانتینیت شده دیده می‌شوند. ردینگیت بواسطه رنگ سفید و یا زردش بسهولت قابل شناسایی است.

گابروها: سنگهای اولترا بازیگ در بعضی جاها بوسیله دایکهای با ترکیب گابروئی قطع و یا همراهی می‌گردند. این سنگها توده‌ای بوده و با بافت آنها از دانه ریز تا دانه درشت متغیر است. بلورهای بزرگ پیروکسن و فلدسپات (به درازای حداکثر ۵-۴ سانتیمتر) در بعضی از این نمونه‌ها دیده می‌شود. در جاهای دیگر، گابروها در فیلیت‌ها و سنگهای اسپیلیتی متعلق به ردیف افیولیتی تظاهر نموده‌اند. ردینگیت نیز بعضاً بصورت بلوکها و عدسیهای کوچکی در این سنگها ایجاد شده است. ساخت لایه‌ای در مجموعه اولترا بازیگ گابروئی دیده می‌شود. لایه‌بندی تناوبی در پریدوتیت‌های فلدسپات‌دار و گابروهای دانه درشت فراوان است.

بهترین رخنمون این سنگها در ۵ کیلومتری شمال کلاته سلیمان، در امتداد جاده فنود- کلاته سلیمان قرار دارد. در اینجا بین پریدوتیتها و گابروها یک منطقه تدریجی نیز دیده می‌شود. در بعضی جاها گابروها دگرگونه شده بطوریکه در آنها می‌توان بافت گنایسی را رویت نمود.

دیاباز: سه رخنمون بسیار خوب از این سنگها در منطقه مخلوط درهم رنگین قسمت مرکزی مشاهده می‌شود. دو تا از آنها در امتداد جاده فنود- کلاته سلیمان و دیگری در شمال و شمال غرب فنود واقع است. هر سه دارای دایک صفحه ای می‌باشند.

اسپلیت: این سنگها در منطقه مخلوط درهم رنگین بخوبی پراکنده بوده و خود نیز یکی از واحدهای مهم مخلوط درهم رنگین بشمار می‌آیند. ساخت بالشی از صور بارز این سنگها بوده که بوضوح در روی زمین دیده می‌شوند. اندازه بالمشها متفاوت بوده بطوریکه درازای آنها در امتداد بلندترین محور از ۲ تا ۰/۵ متر متغیر است. در بعضی جاها هر یک از بالمشها خود به تنهایی به صورت یک برش اسپلیتی با قطعاتی از سنگهای اسپلیتی و آهکهای ماسه‌ای رادیولردار که بندرت فسیل گلوبوتورنکانا دارند تظاهر می‌نمایند. رادیولاریت و در بعضی موارد آهکهای ماسه‌ای گلوبوتورنکاتادار باتوده‌های عظیم اسپیلیتی بصورت بین لایه‌ای قرار گرفته‌اند. این سنگها بطور کلی ریزدانه تا متوسط دانه بوده و رنگشان خاکستری متمایل به سبز تا قرمز می‌باشند.

در بعضی جاها بلوکهای از سنگهای بازیک «گابرو، دیاباز، اسپلیت» و گهگاه سنگهای اولترا بازیک به ابعاد مختلف، آنچنان بهم ریخته و با هم مخلوط شده‌اند که امکان تفکیک آنها از هم مسیر نیست در میان اجزاء رسوبی منطقه مخلوط درهم رنگین که تمامی آنها در نقشه به صورت یک واحد نشان داده شده‌اند رخنمون‌هایی نیز از آهکهای ماسه‌ای گلوبوتورنکاتادار صورتی رنگ دیده می‌شوند که حاوی میکروفسیل‌هایی چون گلوبوتورنکاتا. و هدبرگلا بقدمت کرتاسه بالائی می‌باشند. رادیولاریت‌ها معمولاً همراه سنگهای اسپیلیتی قرمز تا ارغوانی رنگ می‌باشند. تمام اجزاء تشکیل دهنده منطقه مخلوط درهم رنگین کم و بیش یک دگرگونی ناحیه‌ای «حرکتی» ضعیفی را تحمل نموده‌اند. بدیهی است اثرات این دگرگونی بوضوح در همه جا دیده نمی‌شود اما در بعضی محلها پیش رفت تدریجی آن از سنگهای غیر دگرگونه به سنگهای دگرگونه قابل رویت است. برای مثال بین سنگهای اسپیلیتی و شیست‌ها یک گروه از سنگهای متوسط وجود دارد که بنام سنگهای اسپیلیتی دگرگونه نامیده می‌شوند. سنگهای دگرگونه اکثراً شامل فیلیت‌ها و شیست‌ها

(اپیدوت، کلریت، سربیسیت و تالک شیست) می‌باشند. سنگهای اسپیلیتی دگرگون شده و گابروهای دگرگونه و نیز کالک شیست‌ها از انواع سنگهای دگرگونه کرتاسه بالائی هستند.

رسوبات نوع فلش: در محدوده مورد مطالعه دو نوع فلش بسن کرتاسه بالائی و پالئوسن وجود دارد. فلش‌های کرتاسه بالائی خود از اجزاء متشکله منطقه مخلوط درهم رنگین محسوب می‌گردند. این رسوبات در غرب و شمال منطقه مخلوط درهم رنگین بخوبی برون زد داشته و معمولاً از شیل‌های سبز رنگ، ماسه سنگ، سیلت سنگ و بالاخره شیل‌های فیلیتی تشکیل شده‌اند. در بعضی جاها رسوبات اخیر شدیداً ماسه‌ای بوده و با سنگهای اسپیلیتی و یا سنگهای اولترابازیک به نسبت‌های متغییر آمیخته شده‌اند. در بعضی موارد شیل‌های نوع فلش شدیداً کربناتیزه می‌باشند «شبهه به لیسوینیت» چنین شیل‌هایی در مجاورت سنگهای اولترا بازیک و بازیک قرار داشته و بنظر می‌رسد که این پدیده نتیجه واکنش سنگهای اخیر باشند.

در بعضی جاها سنگهای بازیک، اولترا بازیک و رسوبی با ابعاد متفاوت بصورت یک واحد برداشت شده و با نام کلی مخلوط درهم رنگین cm^3 نامیده شده‌اند. فلش‌های جوانتر در شمال منطقه و نیز در حاشیه شمالی منطقه مخلوط در هم رنگین قرار گرفته‌اند. قسمت زیرین این فلش‌ها شامل ماسه سنگ، شیل ماسه‌ای، شیل فیلیتی و آهک ماسه‌ای برنگ روشن (کرم تا قهوه‌ای) بوده و در بعضی جاها نیز شیل‌های ارغوانی رنگ دیده می‌شوند. این رسوبات بوسیله ماسه سنگ، سیلت سنگ و شیل‌های خاکستری رنگی که محتوی عدسیه‌هایی از ماسه سنگهای نومولیت‌دار به سن ترسی‌یر آغازی یا احتمالاً پالئوسن می‌باشند پوشیده می‌شوند.

قسمت فوقانی کم و بیش دگرگونه بوده و معمولاً شامل لایه‌های فیلیتی شده و شیل می‌باشند. تشخیص فلش‌های کرتاسه از فلش‌های ائوسن در روی زمین خصوصاً در مواقعی که این دو در مجاور هم باشند مشکل است. در این نقشه مبنای تفکیک این دو به استناد شواهد فسیلی بوده است. سنگهای آذر آوری جوانتر از افیولیت: دریای جنوبی رشته مرکزی، در محلی واقع در شمال شهرستانک، تناوبی از شواهد فسیلی بوده است. سنگهای آذر آوری جوانتر از افیولیت: در یال جنوبی رشته مرکزی، در محلی واقع در شمال شهرستانک، تناوبی از مارن‌های سبز خاکستری و ماسه سنگ دیده می‌شوند که بوسیله آهک ضخیم لایه تا توده ای که حاوی گونه‌هایی از نومولیت آسلینا، دیسکوسیکلینا و روتالیا بسن ائوسن زیرین- میانی است پوشیده شده‌اند. سنگهای رسوبی

اوسن نیز بصور هم شیب بوسیله آندزیت داسیت وتوف‌های داسیتی پوشیده شده است. در بعضی جاها پیش روی اوسن با حضور کنگلومرانی که حاوی قطعاتی از تمام عناصر مخلوط در هم رنگین می‌باشند دیده می‌شود.

بطور کلی در چندین محل اثراتی از طبقات نومولیت‌دار اوسن دیده می‌شوند که بصورت پیش رونده با همبری مشخص بروی سنگهای اولترا بازیگ و دیگر سنگهای کرتاسه مجموعه مخلوط در هم رنگین قرار گرفته است. در بخش شمالی، ولکانیکهای پالئوژن با توسعه و گسترش زیاد سری‌های توفی شروع گردیده که شامل توف‌های قرمز، سبز و زرد و نیز مارنهای توف‌دار و برش‌های توف‌دار می‌باشند. سری اخیر در کوه مار بوسیله داسیت و در سایر جاها توسط برشهای ولکانیکی، برشهای توفی، آگلومرا، آندزیت بازالت پوشیده می‌شوند.

ردیف رسوبی پالئوژن در بخش شمالی به طور دگرشیب بوسیله نهشته‌های نئوژن که اکثراً شامل کنگلومرا می‌باشند پوشیده می‌گردند در بخش مرکزی در دامنه‌های جنوبی منطقه مخلوط در هم رنگین، ردیفی از سنگهای رسوبی نئوژن که شامل کنگلومرا، مارنهای گچ‌دار توف و مارنهای توفی می‌باشند مستقیماً به روی سنگهای مخلوط در هم رنگین قرار می‌گیرند. در بعضی جاها عدسیهائی از آهکهای توفی برنگ خاکستری روشن در توف‌های نئوژن دیده می‌شود. سنگهای ولیکانیکی نئوژن اساساً در گوشه جنوب غرب منطقه گسترده‌تر می‌باشند. قسمت اعظم این سنگها از نوع پیروکسن آندزیت بوده که در بعضی جاها ترکیبشان تا آندزیت بازالتی نیز می‌رسد. آندزیت‌های آمفیبول‌دار بمراتب کمتر می‌باشند. بطور کلی، آندزیت‌های نئوژن کم و بیش کربناتیزه شده‌اند. هیچگونه شواهد فسیلی دال بر تعلق این سنگها به نئوژن در دست نیست. این قضاوت فقط بر مبنای شواهد سنگ‌شناسی، موقعیت چینه‌ای و نیز مقایسه با رسوباتی که در نواحی مجاور بنام نئوژن نامیده می‌شوند، صورت گرفته است اما تعیین سن‌هایی که اخیراً بوسیله مهندسین مشاور آب و خاک «۱۹۸۱ میلادی» در لوت شمالی انجام شده سن اولیگومیوسن را برای سنگهای هم ارز آنها تعیین نموده‌اند.

اولیوین بازالت‌ها جوانترین ولکانیکهائی هستند که مخروط‌های آتشفشانی مشخصی را ایجاد نموده و سنشان احتمالاً کواترنر می‌باشند. حوالی روستای فنود واقع در بخش شرقی منطقه، برون زدی

از این اولیوین بازالت‌ها دیده می‌شوند که گسترش وسیعی داشته، بطوریکه ادامه آنها به منطقه مجاور «ورقه سریش» نیز کشیده شده است.

بازالت بصورت دگر شیب زاویه‌ای به روی سنگهای مجموعه مخلوط در هم و رسوبات فلیش قرار می‌گیرند. در نزدیک روستای گیوشاد میکرودیوریت‌هایی با حواشی آندزیتی وجود دارند که بعلت متفاوت بودن مقاومتشان در برابر عوامل هوازدگی امروزه بشکل دایکهای حلقوی تظاهر نموده‌اند. سن این میکرودیوریت‌ها جوانتر از ائوسن می‌باشند. نهشته‌های کواترنر عمدتاً بصورت پادگانه‌های قدیمی مخروط افکنه‌ها و نیز پادگانه‌های آبرفتی جدید و همچنین سنگهای ریخته شده در دامنه کوهستانها می‌باشند. پهنه‌های نمکی (کویر)، پهنه‌های رسی و تپه‌های ماسه‌ای و نیز آبرفت‌ها عهد حاضر جوانترین تشکیلات موجود در منطقه هستند.

۳) ذخایر معدنی:

ذخائر کوچکی از منیزیت، که بعضی از آنها دارای ارزش اقتصادی هستند در محدوده این ورقه رخنمون دارند. رخنمونها موجود در پریدوتیت‌های سرپانتینیزه شده‌ای می‌باشند که در کمر بند مخلوط در هم واقع‌اند. بزرگترین ذخیره حدوداً در ۸ کیلومتری غرب روستای کلاته سلیمان می‌باشد که در حال حاضر از آن بهره‌برداری می‌شود.

لیسوینیت‌ها که حاوی کربنات‌ها (منیزیت، سیدریت، دولومیت)، کوارتز، کالسدون، اوپال، تالک، کلریت، سرپانتینیت، فوشیت و کاینهای فلزی مانند اسپینل و پیریت و همچنین حاوی اثرای از طلا نیز می‌باشند در طول گسل‌های موجود در پریدوتیت‌های سرپانتینیزه شده رخنمون دارند. در سنگهای اسپیلیتی و نیز اسپیلیت‌های دگرگونه موجود در کمر بند مخلوط در هم بقایای معدن کاوی خیلی کوچکی برای مس و نیز اثراتی از مالاکیت دیده می‌شوند که هر دو فاقد ارزش اقتصادی هستند.

در جنوب شرق روستای دستگرد، از سنگهای ولکانیکی پالئوسن بمنظور استفاده در کارهای ساختمانی بهره‌برداری می‌نمایند.

۴) پتانسیل یابی

۴-۱) اندیسهای معدنی

نام ماده معدنی	موقعیت	واحد سنگی
منیزیت	۳۶۳۴۳۷۹,۷۸N - ۷۰۸۶۸۲,۱۲E	پریدوتیت
منیزیت	۳۶۰۲۰۰۶,۰۲N - ۷۳۲۱۷۰,۸۷E	پریدوتیت

۴-۲) مواد معدنی فلزی

نام ماده معدنی	موقعیت	واحد سنگی	تیپ کانی سازی	توضیحات
کرم و نیکل	شمال غرب، شمال، بخش های مرکزی از غرب تا شرق و جنوب شرقی	پریدوتیت و سرپانتینیت	افیولیت	اندیس معدنی مشاهده نشده ولی بررسی و مطالعه دقیق لازم به نظر می رسد
طلا	در جنوب شرقی ده نو، شمال بند عمر شاه به سورت واحد های کشیده، در بخش های مرکزی نقشه، در شمال و جنوب و جنوب غرب محمود آباد و در جنوب شرق نقشه	لیستونیت	گرمابی	این واحد های سنگی باید با دقت هر چه تمام تر نمونه برداری شده و مورد بررسی های آزمایشگاهی قرار گیرد زیرا احتمال حضور طلا زیاد است
طلا	در غرب نقشه	ماسه سنگ، شیل، شیل نیزه ای همراه با سنگ سیلیسی شده	گرمابی	در بخش های سیلیسی شده احتمال حضور طلا هست
مس	در بخش های مرکزی نقشه	متاسپیلیت	گرمابی	اثراتی از معدن های قدیمی دیده شده است. گاه مالاکیت هم مشاهده می شود که فاقد ارزش اقتصادی است
مس	در غرب نقشه و در غرب گیو شاد	دیوریت	پورفیری و گرمابی	اندیس و آلتراسیون خاصی ندارد ولی احتمال کانی سازی وجود دارد.

۴-۳) مواد معدنی غیرفلزی

نام ماده معدنی	موقعیت	توضیحات
منیزیت	شمال بند عمر شاه	این منیزیت ها همراه توده های پریدوتیتی می باشند و اندیس معدنی در این منطقه گزارش شده است
منیزیت	غرب کلاته سلیمان	این منیزیت ها درون توده های پریدوتیتی می باشند و اندیس معدنی در این منطقه نیز گزارش شده است
منیزیت	در شمال غرب، شمال، بخش های مرکزی نقشه از غرب تا شرق و جنوب شرقی	اندیس معدنی در اکثر این مناطق گزارش نشده است و مطالعات صحرایی لازم است
مارن، آهک و آهک نومولیتی	در شمال نقشه و مرکز آن	
آهک نومولیتی	در غرب، مرکز و شرق نقشه	
مارن، ماسه سنگ و شیل	در مرکز نقشه	
مارن ژیبسی و مارن توفی	در شمال غرب، شمال، غرب و شرق بیرجند و همچنین در غرب و جنوب شرق نقشه	
نمک	در جنوب و جنوب غرب نقشه	

۴-۴) سنگ تزئینی

نام سنگ	موقعیت	توضیحات
دیوریت ریز دانه	در غرب نقشه و در غرب گیو شاد	
گابرو دگرگون شده	در شرق نقشه و اطراف محمود آباد	
گابرو	در مرکز، شرق و جنوب شرق نقشه	

۴-۵) سنگ لاشه

نام سنگ	موقعیت	توضیحات
گابرو دگرگون شده	در شرق نقشه و اطراف محمود آباد	
گابرو	در مرکز، شرق و جنوب شرق نقشه	
سنگ اسپیلیتی، دیاباز و گابرو	در شمال حسین آباد و همچنین در شرق و جنوب شرق نقشه	
دیاباز ورقه ای	در جنوب شرق نقشه	
ماسه سنگ	شمال شرق و شمال غرب نقشه و همچنین بخش های مرکزی تا شرق نقشه	
بازالت آندزیت	شمال غرب و شمال نقشه	
آندزیت	در شمال و شمال شرق نقشه	
داسیت و توف داسیتی	در شمال نقشه (اطراف کوه مار) و در غرب و بخش های مرکزی (اطراف کاریزنو)	
أمفیبول آندزیت	در غرب نقشه (جنوب غرب گیو شاد)، در شرق و جنوب شرقی نقشه (شمال اصقول)	
پیروکسن آندزیت	در جنوب غرب و غرب و جنوب شرق نقشه	
بازالت	در جنوب نقشه (شمال غرب گیو کهنه) دو توده مشاهده می شود	