



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 طر قبه

شماره برگه:

7862

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

الف.پورلطیفی

سال تولید:

2001

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۸۶۲ - طبقه

خلاصه

در محدوده این ورقه طبقاتی با ضخامت بیش از ۲۰۰۰ متر وجود دارد که از کامبرین زیرین تا عهد حاضر را شامل شده‌اند. سن نسبی طبقات از اصل روی هم قرار گرفتن و آثار حیات در ناحیه مورد مطالعه تعیین شده است. پلوتونیزم طبقه، مشهد ترکیب ماگماتیزم حاشیه فعال قاره را دارد و خود از اختلاط دو ماگمای اسیدی و کوارتزیدوریتی حاصل شده. برای بررسی سنگ‌های آذرین منطقه روش مطالعه میکروسکوپی و تجزیه اسپکترومتری بکار گرفته شده و به منظور تعیین موقعیت ژئودینامیکی سنگ‌ها از نمودارهای Bowden و همکاران «۱۹۸۴» استفاده شده است.

جغرافیا

طبقه شهر کوچکی که این برگ نام خود را از آن گرفته، در فاصله ۱۰ کیلومتری باخترشهر مشهد جای دارد. علاوه بر این شهر، بخش‌های بیلاقی مشهد مانند شاندیز، زشک، ابرده و گلستان نیز در این ناحیه قرار دارند. نقشه حاضر بخشی از ارتفاعات رشته کوه‌های بینالود در جنوب باختری مشهد، مرکز استان خراسان را نشان می‌دهد. منطقه‌ای واقع در طول‌های شرقی $59^{\circ}00'$ و $59^{\circ}00'$ درجه و عرض‌های شمالی $36^{\circ}00'$ و $36^{\circ}30'$ درجه. روند عمومی بیرونزدگی‌ها در آن شمال باختری تا جنوب خاوری بوده که تقریباً هم جهت با روند آسه چین‌ها و روند گسله‌های اصلی به ویژه راندگی‌ها است و ادامه رشته کوه‌های البرز را به بلندی‌های ایران مرکزی پیوند می‌دهد. این رشته کوه‌ها آب مرز بین دشت خاوری نیشابور و دشت مشهد قوچان می‌باشند. به دلیل ارتفاع نسبتاً زیاد این کوه‌ها بخش عمده‌ای از بارش سالانه به صورت برف است. به همین جهت رودها نسبتاً پراب و همیشگی از هر دو سوی آب مرز در جهات شمالی و جنوبی روانند. بلندترین قله‌ها مربوط می‌شود به کوه‌های زنبورگاه با ارتفاع ۳۲۱۱ متر و سیاه‌خوانی با ارتفاع ۳۳۰۲ متر در باختر مورد مطالعه.

ریخت‌های حاکم بر این رشته کوه‌ها در این محدوده متأثر از سنگ‌های هر ناحیه می‌باشد. مناطقی که زیر پوشش سنگ‌های نرم فرسا به ویژه فیلیت دارای ریخت‌ها پشته‌ای با بام‌های هموار و دره‌های V شکل ژرف می‌باشند و در اغلب مناطق ریزش و لغزش زیادی در آن‌ها مشاهده می‌شود. ولی در قسمت‌هایی که سنگ‌های کربناته حاکمیت دارند (بال جنوبی بینالود) بلندی‌های پرتگاهی، صخره‌ای با دره‌های تنگ و باریک U شکل دارند.

بارش سالانه اغلب در فصل زمستان انجام می‌پذیرد، دما در این فصل از ۱۰- تا ۱۸ درجه سانتیگراد تغییر می‌کند. در فصل تابستان میانگین دما به ۳۰ تا ۳۵ درجه می‌رسد. زراعت اهالی محدود به دشت و کف دره‌ها است، مزارع گندم و جو و چغندر و باغ‌هایی چون سیب و گیلاس و هلو حاصل کار مردم این منطقه می‌باشند. راه اصلی نیشابور به مشهد از کناره جنوبی ناحیه می‌گذرد و راه مشهد به قوچان دسترسی به شمال منطقه را آسان می‌سازد.

جایگاه محدوده مورد بررسی در زون‌های ساختاری

رخنمون عمومی در رشته کوه‌های بینالود دارای روند شمال غرب-جنوب شرق می‌باشد. از نظر جغرافیائی این ارتفاعات ادامه رشته کوه‌های البرز به شمار می‌آید ولی وجود برخی شباهت‌های رخساره‌ای و تأثیر چین خوردگی‌ها باعث گردیده تا بینالود را زونی تدریجی بین ایران مرکزی و البرز در نظر بگیرند (نبوی ۱۳۵۵).

این ناحیه با سایر زون‌های ساختاری ایران مرکزی و البرز در دوران پالئوزوئیک حوضه رسوبی واحدی را تشکیل می‌داده جملگی در پلاتفرم ایران مرکزی قرار داشته‌اند. حد جنوبی زون بینالود، گسل میامی یا گسل شاهرود می‌باشد و مرز شمال غربی آن را گسل عطاری در نظر گرفته‌اند. از سوی جنوب و جنوب غرب، دشت نیشابور، رشته کوه‌های بینالود را از مجموعه‌های افیولیتی تربت حیدریه و سبزوار و زون تکنار جدا می‌کند. گسترش اصلی این زون بین نواحی

سبزواری و نیشابور تا مشهد است ولی با توجه به اینکه سنگ‌های دگرگون شده و آذرین متعلق به این منطقه در آن سوی مرز (افغانستان) نیز قابل تعقیب می‌باشند، بنابراین حد شرقی بینالود را به ادامه هندوکش غربی در افغانستان محدود می‌کنند.

مجموعه سنگ‌های دگرگون شده این ناحیه به صورت چین‌های ایزوکلینال چین خورده‌اند و حاوی شیستوزیته و رخ اسلیتی می‌باشند.

چینه شناسی

محدوده چهارگوش طرقله در بخشی از زون تدریجی بینالود جای گرفته که به دلیل موقعیت ویژه زمین‌شناسی آن توالی نسبتاً ستبری از سنگ‌های رسوبی، دگرگونه و آتشفشانی در آن وجود دارند. کهن‌ترین آن‌ها به کامبرین تعلق داشته و جوان‌ترین آن‌ها نهشته‌های آبرفتی و پادگانه‌های جوان می‌باشند. این سنگ‌ها از گسترش بسیار وسیعی برخوردارند و به طور کلی بیشترین فراوانی را فیلیت‌های موسوم به فیلیت مشهد به خود اختصاص داده‌اند و به طور عمده شامل فیلیت، کالک فیلیت، اسلیت، ماسه سنگ، کواتزیت و آهک‌های میان لایه نازک می‌باشند که کوه‌های بلند بینالود را ساخته‌اند. این واحدها بر حسب قدمت به شرح زیر می‌باشند:

دلومیت سلطانیه (Es) - تنها رخنمون این سازند در کوه خلخال در شمال روستای موشان همراه با سازندهای لالون و میلا وجود دارد. در مقایسه با مقطع نمونه در کوه‌های سلطانیه تنها ردیفی از کربنات‌های خاکستری ضخیم لایه و متراکم دانه‌ریز و متبلور روشن مایل به زرد و همراه با چرت و فاقد فسیل، به ضخامت تقریبی ۱۰ متر در اینجا دیده می‌شود. که به دلیل موقعیت چینه‌ای با قسمتی از دلومیت فوقانی سازند سلطانیه dolomite member Upper مقایسه شده است.

در محدوده نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ طرقله سازندهای باروت و زاگون به علت حرکات خشکی زائی در زمان پالئوزوئیک زیرین و یا حذف تکتونیکی، برونزد ندارند و سازند لالون به طور هم شیب مستقیماً بر روی دلومیت سلطانیه قرار گرفته.

سازند لالون (E1)

سازند لالون در اینجا ماسه سنگی کواتزیتی، آرکوزی قرمز رنگ با لایه‌هایی آغشته به کربنات و کنگلومراز ریز نقش و متراکم است که در جنوب شرقی منطقه در کوه خلخال برونزدهای آن را می‌توان روی سازند سلطانیه مشاهده نمود. لایه‌بندی آن متوسط تا ضخیم و اغلب همراه با لایه‌بندی چلیپائی (Cross bedded) می‌باشد. موقعیت چینه‌ای این سازند که در کوه خلخال، به وسیله کواتزیت قاعده‌ای سازند میلا دارای فسیل تریلوبیت به طور هم شیب پوشیده شده. تعلق سن کامبرین پیشین را بر آن هموار نموده است. نزدیک روستای ده سرخ رخنمون‌هایی پراکنده دارد و به وسیله دگرگونه‌های فیلیتی، ماسه سنگی متعلق به تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین (سری مایان) به طور دگر شیب پوشیده شده. فاقد فسیل بوده و اکسید آهن در جای جای آن به صورت لایه‌هایی نوار مانند با ضخامت حداکثر چند سانتیمتر دیده می‌شود و رگه‌ها و ژئودهای هماتیت و الیژیست موجود در آن منبعی برای تغذیه آهن کارخانه تولید سیمان مشهد می‌باشد.

سازند میلا (Em)

پس از تشکیل سازند لالون شرایط تسلط دریایی کم‌ژرف به وجود آمده که در آن رسوبات دلومیتی، شیلی و آهکی تشکیل می‌شده. فقط در بخش جنوبی منطقه در کوه خلخال، برونزد کوچکی از سنگ‌های کربناته نازک لایه و بشدت چین خورده این سازند دیده می‌شود که به سبب وجود آثار تریلوبیت و براکیوپود و موقعیت چینه‌ای و رخساره سنگی، هم‌ارز قسمت زیرین گروه میلا در ناحیه شیرگشت شناخته شده است. این سنگ‌ها که نازک لایه بوده و همراه با خرده‌های براکیوپود می‌باشند، ضخامتی حدود ۵۰ متر داشته و به شدت چین خورده‌اند و به وسیله یک طبقه کواتزیت سفیدرنگ قاعده‌ای Basal quartzite بر روی ماسه سنگ‌های سازند لالون به طور هم شیب و در محور ناودیس خلخال قرار گرفته‌اند.

رنگ آن‌ها خاکستری تیره تا سیاه می‌باشد و عدسی‌هایی از آهک گلوکنی‌دار با خود به همراه دارند. روی این واحد کربناته تناوبی از شیل، سنگ آهک اسپاریتی و مارن به رنگ قرمز وجود دارد که سبزی بیش از ۱۵۰ متر دارد. در این واحد که به نظر می‌رسد مجموعه‌ای از واحدهای دو، سه و چهار میلا باشد آثار سنگواره‌هایی چون تریلوبیت و براکیوپود (*Billingsella* sp.) و بریوزوآ و مرجان به وسیله شهرابی گزارش شده.

مجموع سازندهای سلطانیه، لالون و میلا تشکیل ناودیس محلی را داده‌اند که آسه (Axis) آن دارای روند شمال باختری، جنوب خاوری است. در یال شمالی این ناودیس فقط سازند مهلا و بخشی از سازند لالون حضور دارند و بقیه به وسط گسله‌ای با روند تقریباً خاوری، باختری با شیب زیاد (حدود ۸۰ درجه) از میان رفته‌اند.

لایه‌های سیلورین-دونین (S-D)

برونزدهای کم و بیش پراکنده‌ای از سنگ‌های سیلورین-دونین در محدوده پیوه ژن تا خرو در نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه وجود دارد که رخساره کربناته-ماسه سنگی داشته و شامل کوارتزیت، سنگ آهک و مقدار کمی شیل می‌باشند. قسمت زیرین این رسوبات میان لایه‌هایی نازک از جنس آهک به همراه داشته و در قسمت فوقانی سنگ‌های ولکانیکی با ترکیب لاتیت بازالت (در تقسیم‌بندی «1967» Streckeisen) به همراه توف و ایگنیمبریت آن‌ها را همراهی می‌کنند. بر اساس دیاگرام 1979 Streckeisen این سنگ‌ها در محدوده Basalt-Latite و در دیاگرام Middlemost (1980) در منطقه آلکالی بازالت تا تراکی بازالت واقع شده‌اند. دیاگرام Rittman (1969) نشان داد که این سنگ‌ها در منطقه Subalkaline و مرز Alkaline و Subalkaline قرار گرفته‌اند. مقایسه این نمودار با دیاگرام (AFM) نشان داد که غنای آهن و آلکالن در این سنگ‌ها به یک اندازه بوده و محدوده کالک آلکالن به آن‌ها اختصاص دارد. به دلیل اینکه در اکثر نمونه‌ها مقدار TiO_2 بیشتر از $2/5$ درصد بوده و غیر اشباع از SiO_2 می‌باشند و به دلیل غنی‌شدگی K_2O به سبب متاسوماتوز و نسبت K_2O/TiO_2 و غنی‌شدگی مقدار آهن و به دلیل همراهی آن‌ها با لایه‌های حاوی مرجان در عین حال فوران خاکستر آتشفشان، به نظر می‌رسد این سنگ‌ها متعلق به ریفت‌های پلاتفرمی حاشیه و قاره باشند. عدم همراهی آن‌ها با سنگ‌های اسیدی ناشی از ذوب بخشی پوسته زیرین تحت نفوذ ماگمای بازیک و عدم تقارن در ترکیب شیمیایی در رخنمون آن‌ها و در محور طولی از دیگر خصوصیات این سنگ‌ها می‌باشد. بنابراین در زمان سیلورین-دونین این سنگ‌ها در ناحیه کم عمق آب قرار داشته‌اند. فراوانی مرجان در پاره‌ای از لایه‌های آهکی و وجود آثار حیات زیر نشان دهنده پائین‌ترین بخش دونین زیرین در بخش میانی این رسوبات است.

Bryozoans, poorly preserved Brachiopods
Occasional Crinoids & small dendroid Corals
Indospirifer maoerhchuanensis (Grabbau)

Indospirifer که توسط WEDIGE (1983) به Asiatic-chinese faunal نسبت داده شده با *Novakia barrandei* مقایسه شده (Tentaculite zone & older zone) کنودونت‌ها نیز با *Dehiscens conodont zone* که نشان دهنده مرز پراگین به امزین می‌باشد مقایسه شده است.

از خصوصیات سنگ‌های سیلورین-دونین تناوب‌های مکرر سنگ آهک نازک لایه دارای مرجان و کوارتزیت سفید رنگ و در عین حال جریان گدازه‌های آتشفشانی یا توف است.

سازند بهرام (Db)

روی رسوبات سیلورین-دونین، واحدی آهکی به رنگ قهوه‌ای تا سیاه به صورت هم شیب قرار گرفته که با سازند بهرام مقایسه شده و شامل ردیف‌هایی از سنگ آهک نازک لایه مطبق و سنگ آهک مارنی خاکستری تیره است. مطالعاتی در این سازند در دامنه جنوبی کوه پونه‌زار واقع در خاور دره دیزباد در لایه‌هایی سرشار از *Gastropods Crinoids* و *Brachiopods* و *Corals* توسط Wedige (1983) انجام شده.

از پایین‌ترین بخش لایه کنودونت‌دار این سازند در ۱۰ متر بالاتر از قاعده رخنمون زون کنودونت زیر توسط Weige (1983) مطالعه شده:

Age from upper ensensis to varcus limorensis zone

به عبارت دیگر سن Post-Eifelian برای این واحد در نظر گرفته شده.

همچنین تریلوبیتهایی توسط W.Struve (1980) از ۲۰ متر بالاتر از قاعده رخنمون در این کوه مطالعه شده:
Trilobite Neocalmonia (Bradocryphaeus) afghanica Hass & Mensink
Neocalmonia (Bradocryphaeus) afghanica

نیز به همین سن اشاره دارد.

بالاترین بخش لایه کنودونت دار در این کوه متعلق به *Varcus-ansaltus conodont zone* می باشد که تقریباً معادل *Franian* می باشد. (Wedige 1983)

ارتباط این سنگ ها با رسوبات جوان تر اغلب به صورت راندگی می باشد. در محل همبری گسلیده آن در کوه غار کهنه واقع در دره پیوه زن آهن و مس تجمع کرده است. در شمال روستای خرو ضخامت لایه بندی در این واحد به شدت کم بوده و اغلب سنگ آهک ها نازک لایه می باشند.

سری دگرگونه رسوبی - اولترابازیک پرمین (Ps)

سنگ های آتشفشانی زیر دریایی زیادی در بالاترین قسمت یک سری سنگ های دگرگونه دیده می شود که در شمال و شمال خاوری نقشه گسترده شده اند. سنگ های دگرگونه را اغلب اسلیت، فیلیت، مرمر، کوارتزیت، کالک شایست، ماسه سنگ دگرگون شده و تالک شایست توف و لاپیلی توف دگرگونه تشکیل داده اند. لایه های بالایی این دگرگونه ها دارای درصد بیشتری از کانی تالک می باشند و اغلب چین خوردگی موضعی زیادی را تحمل کرده اند. درصد پراکندگی اکسید آهن در این طبقات متفاوت بوده و درجه دگرگونی در آن ها از شایست سبز تا آناتکسی در مجاورت گرانودیوریت تغییر می کند.

سنگ های آتشفشانی که به صورت جریان های زیر دریایی همراه با گدازه های بالشی یا دایک می باشند (Ub) در میان بالاترین قسمت دگرگونه های ذکر شده واقع شده اند. ترکیب اغلب آن ها اولترابازیک یا بازالت با بافت Polkillitlc از نوع کوماتیت است. الیوین در این سنگ ها اغلب سرپنتینیزه شده، کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز کانی های اصلی را در آن ها تشکیل می دهند. در این سنگ ها جز آثار حرکت جانوران دریازی فسیلی مشاهده نشد. سن دقیقی را نمی توان به آن ها نسبت داد. مجیدی (۱۹۸۳) آن ها را متعلق به ابتدای کربنیفر دانسته و با گدازه های کف اقیانوسی (Mid. Oceanic ridges) متعلق به دریای تتیس مقایسه کرده. این واحد دارای مرمر و سنگ آهک های کریستالیزه با لایه بندی ضخیم می باشد (Mb). از ادامه این کربنات ها در ورقه مشهد در شمال باختری مزرعه مینوش سنگواره های زیر به وسیله طاهری و قائمی (۱۳۷۵) گزارش شده:

Staffella sp. *Parafusulina* sp. *Schubertella* sp. *Textularia* sp.

بر این اساس سن پرمین بالایی به آن ها داده شده که می توان آن را به مجموعه سنگ های یاد شده بالا نیز نسبت داد. دایک های دیابازی به رنگ سبز تیره با کانی های اوژیت و پلاژیوکلاز و درصد ناچیزی کوارتز این سری سنگ ها را قطع نموده اند. ضخامت مجموعه دگرگون شده همراه با سنگ های اولترابازیک بیشتر از ۵۰۰ متر می باشد. از سمت شمال به وسیله آبرفت های جوان و از سوی جنوب در مجاورت لایه های دگرگونه سری مایان متعلق به تریاس فوقانی - ژوراسیک زیرین به صورت لغزیده؟ قرار گرفته اند.

این سنگ ها در دیاگرام (1979) Streckisen محدوده دقیقی را نشان نمی دهند ولی نمودار (1989) Middlemost آن ها را در منطقه Meimechite و Plcrite قرار داده. در مقام مقایسه شاید بتوان آن ها را تولیت قبول کرد. ولی فراوانی پتاسیم آن ها را باید به نحوی توجیه نمود. در این مورد مجیدی (۱۹۸۳) اثبات دقیق تری دارد.

رسوبات تریاس فوقانی - ژوراسیک زیرین (TR3.J1)

این سنگ ها با همبری دگرشیب و در پاره ای موارد تکتونیزه سنگ های قدیمی تر را پوشانده اند. در قسمت های جنوبی بینالود این رسوبات بیشتر از ماسه سنگ های دگرگونه تیره در شمال این رشته کوه، شیل و ماسه سنگ های دگرگون شده فیلیتی دارای مقدار فراوانی از کانی سریسیت همراه با تداخل هایی از ماسه سنگ، تشکیل شده اند. سبزی این مجموعه حدود ۲۰۰۰ متر است. سن دقیق این لایه ها به طور واضح مشخص نیست. آثار گیاهی زیر این رسوبات در جنوب ازغند، زیر دکل تلویزیون برداشته شد:

Cf. Taeniopteris, Gligantopterids

مطالعه این آثار توسط Wendt, Jobst سن کربنیفر پایانی را بر این رسوبات هموار نمود. در همین نقطه و بر روی همین سنگ‌ها و اعظ جوادی بر روی دوجنس سرخس از خانواده دیپتیریداسه Dipterisaceae Family به نام جنس‌های کلاتروپتریس Genus Clathropteris و توماتوپتریس Thaumatopteris و یک جنس از رده بازدانگان، راسته بنتیتال‌ها Bennettitales Order به نام جنس پتروفیلوم Pterophyllum Genus سن رتین لیا س زیرین را پیشنهاد نمود. از شمال خاوری روستای گرینه نیز نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری و توسط واعظ جوادی مطالعه شد: یک جنس سرخس به نام تنیوپتریس Taeniopteris Genus و دو جنس از رده بازدانگان، راسته بنتیتال‌ها Bennettitales Order به نام جنس‌های اتوزامیت Otozamites Genus و پتروفیلوم Pterophyllum Genus توسط یاد شده تعیین گردید. گونه‌های متعددی از جنس پتروفیلوم در این منطقه توسط مطالعه کننده نام برده شد از جمله Pterophyllum longifolium که شاخص تریاس بالایی می‌باشند.

این سنگ‌ها در ناحیه جنوب غربی گلکان به لایه‌های حاوی فسیل‌های گیاهی ژوراسیک تبدیل می‌گردند (مطالعه فخر روی این رسوبات). برای آثار گیاهی جمع‌آوری شده از دره گرینه نیز سن ژوراسیک تعیین شد فسیل‌های یاد شده و شباهت لیتولوژی این رسوبات با سنگ‌های نایبند-شمشک باعث شد به مجموعه این سنگ‌ها سن تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین نسبت داده شود. در کوه غاز کهنه این لایه‌ها با سنگ آهک دونین فوقانی «سازند بهرام» ارتباط گسلیده تراستی دارند. بالاترین بخش این سازند در جنوب و باختر گلکان واقع شده در این ناحیه به وسیله سنگ‌های شیل و ماسه سنگ رسوبات باژوسین به طور دگرشیب پوشیده شده‌اند. در خاور روستای حصار واقع در شمال نقشه رسوبات Ps در مجاورت این طبقات قرار گرفته‌اند. کوه «سیاه منصور» از شیل و ماسه سنگ‌های دگرگونه و رگه‌های متعدد کوارتز شیری تشکیل شده (qs). نقطه قابل ذکر در این واحد وجود کلریت در امتداد راندگی‌های گسلیده تکتونیکی در میان اغلب فیلیت‌ها می‌باشد. اهالی منطقه در اطراف این گسل‌ها در جستجوی آب می‌باشند.

رسوبات ژوراسیک میانی (J1-J2)

این سازند به طور دگر شیب سنگ‌های تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین را می‌پوشاند. شامل لایه‌هایی از کنگلومرا با قلوه‌هایی از سنگ‌های دگرگونه تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین (J1^{sh}) و یا کوارتز (J1^q) و گرانیست است. رنگ آن قهوه‌ای متمایل به قرمز تا فیلی با سیمانی سخت و لایه‌بندی توده‌ای و ضخیم گردشگری قلوه‌ها در آن خوب ولی فاقد جورشدگی می‌باشد. از ویژگی‌های این واحد آثار چشمه‌های آهک‌ساز (تراورتن) در شمال جاده طرقله به نقندر می‌باشد. در کوه کلاته دوشاخ در محل کنتاکت بین این سازند و فیلیت‌های چین خورده تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین اکثر قلوه‌های کنگلومرا را کوارتز تشکیل داده، در کوه اخترشاه قلوه‌های گرانیست با قطر چندین متر در این سازند دیده می‌شود. سیمان کنگلومرا نیز در اینجا از کانی‌های متشکله گرانیست تشکیل گردیده است.

این سنگ‌ها در بخش باختری منطقه به لایه‌هایی از ماسه سنگ درشت دانه به رنگ فیلی و سبز و روشن با سیمانی سست و تداخل‌هایی از لایه‌های کم ضخامت مارن تبدیل می‌گردد. (J2) و (J2^m) که از ویژگی‌های آن وجود آثار گیاهی فراوان و ذغال سنگ در باختر روستای گلکان است.

حوالی کلاته شاه ملا در باختر روستای یاد شده که غنی از فسیل‌های درشت گیاهی می‌باشد. هفت جنس مختلف در این گیاهان توسط واعظ جوادی شناسایی شد. دو جنس از راسته سرخس‌ها به نام‌های کلادوفلیبس Genus-Cladophlebis و کونیوپتریس Genus-Coniopteris که با گونه Coniopteris hymenophylloides مشخص می‌گردد. به علاوه پنج جنس از رده بازدانگان شامل یک جنس از راسته چکانوسکیال‌ها به نام جنس چکانوسکیا Czekanowskia Genus و دو جنس از راسته گینکوآل‌ها به نام‌های جنس بایرا Balera Genus و جنس اسفنوبایرا Sphenobaier Genus که با گونه Longifolia Sphenobaier مشخص می‌گردد. یک جنس از سیکادال‌ها به نام نیلسونیا Nilssonina Genus و یک جنس از مخروطیان به نام التیدایتس Elatidaites Genus مورد شناسایی قرار گرفت. و با توجه به ارزش چینه شناسی نمونه‌های یاد شده، سن توآرسین-آلنین برای این سنگ‌ها توسط مطالعه کننده پیشنهاد شد.

این لایه‌ها در جنوب نقشه رخمنونی ندارند و بیرونزدگی آن‌ها مختص شمال بینالود است. رخمنون ظاهری آن‌ها به شکل تپه‌هایی با تناوب نوار مانند از ماسه سنگ درشت‌دانه، کنگلومرا و مارنی می‌باشد. ضخامت مجموعه رسوبات فوق در حدود ۴۰۰ متر است و در کوه تخت چهارباغ به طور دگرشیب بر روی شیل‌های فیلیتی واحد تریاس فوقانی- ژوراسیک زیرین قرار گرفته‌اند. روی واحد مزبور را مارن‌های قرمز و سبز متعلق به نئوژن با رابطه‌ای گسلیده از جانب شمال پوشانده. آثار گیاهی این سازند همچنین توسط فخر ۱۹۷۷ (پایان نامه دکترا)، مطالعه شده و به آن‌ها سن باژوسین نسبت داده شده است. در امتداد لایه‌ها در شمال فریمان، نتیجه مطالعه هراتی روی آمونیت‌های گردآوری شده توسط ابهریزی (۱۳۷۲) بدین قرار است:

Parkinsonia parkinsoni, perisphinctes, cosmoceras

بر این اساس سن این رسوبات Mid. Bajocian-Bathonian تعیین شده.

رسوبات کرتاسه زیرین (K¹)

به علت رخداد زمین ساختی کیمبرین پسین که در اواخر ژوراسیک به وقع پیوسته دریای کرتاسه ایران مرکزی که پیشروی آن از نئوکومین آغاز شده بود به بسیاری از نقاط دیرتر رسیده است. یک ناپیوستگی دگرشیب در قاعده سیستم کرتاسه دیده می‌شود. در جنوب خاوری منطقه، واحدی آهکی به رنگ فیلی، صورتی تا سیاه سرشار از دو کفه‌ای و میکروفسیل وجود داد که در پائین‌ترین قسمت آن لایه‌های نازک و مطبق ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز رنگ با ضخامت ۱۵ تا ۴۰ متر قرار گرفته است.

(K^s)

همچون دیگر نقاط، دگر شیبی آشکار در زیر سنگ‌های کرتاسه زیرین و وجود این واحد قرمز رنگ که از ماسه سنگ و کنگلومرا تشکیل شده، مقایسه این سنگ‌ها را با واحد کربناته متعلق به کرتاسه شیرکوه و بیشتر کوه‌های بلند ایران مرکزی هموار نموده. سن این واحد قرمز رنگ در نواحی کاشمر، بیازجمند، بزمان و اقلید نئوکومین برآورده شده. شیب آن حدود ۴۰ درجه به طرف غرب می‌باشد و چنان که گفته شد همبری آن با سنگ‌های تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین به صورت دگر شیب زاویه‌ای است. بر روی سنگ‌های کربناته، واحدی قرار نگرفته است. آثار حیات در این واحد که به وسیله م. بهره‌مند (۱۳۷۴) مطالعه شده به قرار زیر است:

Orbitolina sp., Iraqia sp., Actinoporella sp., Pseudocrysalidina sp., Dictioconus sp.

سن کرتاسه زیرین (Aptian) توسط نامبرده برای این واحد در نظر گرفته شد.

سنگ‌های دوران نوزیستی (Cenozoic)

کنگلومرای پالئوسن (P^c)

از سنگ‌های پالئوسن جز کنگلومرای کم ضخامت آثاری در دست نیست. این کنگلومرا پائین‌ترین بخش سنگ‌های متعلق به دوران سوم می‌باشد به طور دگر شیب کنگلومرای واحد (J^{1sh}) را در کوه‌های شمالی بینالود می‌باشند. شامل لایه‌هایی از کنگلومرا با قله‌هایی از سنگ‌های دگرگونه تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین فاقد گردشگری و یا کوارتز گرد شده متعلق به واحد (J^{q1}) و گرانیت است. رنگ آن قهوه‌ای متمایل به قرمز تا فیلی با سیمانی نسبتاً سست‌تر از کنگلومراهای قدیمی‌تر و لایه‌بندی توده‌ای و ضخیم.

کنگلومرای ائوسن E^c

با پیشروی دریای ائوسن روی سطح ناهمواری در جنوب ناحیه، کنگلومرای رسوب کرده که دارای قله‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی بوده و خود نیز لایه‌هایی از گدازه آتشفشانی به همراه دارند. در قسمت جنوب باختری ناحیه، این کنگلومرا با قله‌هایی از کوارتزیت و سنگ‌های پالئوزوئیک و مزوزوئیک همراه می‌باشد که به طور دگرشیب و یا گسل تراستی در مجاورت سنگ‌های کربناته سازند بهرام و رسوبات تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین، قرار گرفته است. رنگ آن قهوه‌ای متمایل به قرمز با سیمانی سخت و لایه‌بندی توده‌ای و ضخیم، گردشگری قله‌ها در آن خوب ولی فاقد جورشدگی می‌باشند. چندین لایه نازک مارن این رسوبات را همراهی می‌کنند. این واحد با کنگلومرای ائوسن هم ارز دانسته شده است. واحد (E^l) شامل چندین لایه نازک سنگ آهک نومولیت‌دار می‌باشد، خاکستری تا زرد رنگ که

همراه مقداری گدازه آندزیتی به رنگ حنا تا سیاه (Ev) برونزد کوچکی در جنوب بینالود دارد، آثار حیات به شرح زیر در سنگ آهک‌های یاد شده توسط م. بهره‌مند (۱۳۴۷) با تایید آ. آریائی مطالعه شده:

Nummulite Globulus, Nummulite Aturicus, Nummulite sp., Halklardla
Operculina sp., Assilina sp., Discocyclina sp., Algal
Fragments

بر این اساس سن Middle Eocene برای این واحد در نظر گرفته شد.

رسوبات نئوژن

رسوبات آواری قرمز رنگ نئوژن که گاهی با کانی‌های تبخیری همراهند تا ۲۰۰ متر ضخامت دارند. این رسوبات در حوضه جنوبی کوه‌های بینالود گسترش بیشتری نسبت به شمال این رشته کوه دارند و در این ناحیه (جنوبی) تحت تاثیر گسلش و روراندهای متعددی واقع شده‌اند به طوری که گاهی زیر سنگ‌های قدیمی‌تر متعلق به کوه‌های بینالود قرار گرفته‌اند. واحد Ng^f بخش زیرین این رسوبات را تشکیل داده که از ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز، قهوه‌ای تا سبز با قلوه‌های گرد شده از سنگ‌های آتشفشانی و فیلیت‌های متعلق فوقانی-ژوراسیک زیرین و میان لایه‌های مارن می‌باشد. فاقد فسیل بوده و با توجه به جایگاه چینه‌ای و وجود قطعات ولکانیکی با کنگلومرای نئوژن هم تراز دانسته شده است. این واحد در جنوب خاوری روستای ده سرخ، دارای طبقاتی از ماسه سنگ قرمز رنگ با میان لایه‌های کنگلومرای و مارن ماسه‌ای و اندک آغستگی گچ می‌باشد.

واحد Ng^m از لایه‌های سبز و سرخ رنگ مارن تشکیل شده که میان لایه‌هایی از ماسه سنگ و مارن ماسه‌ای به همراه دارند. گسترش آن‌ها در شمال و جنوب منطقه می‌باشد. در قسمت جنوبی ذخایری از گچ به همراه دارند (g) و چندین لایه سنگ آهک فاقد فسیل مشخص آن‌ها را همراهی می‌کنند (I).

واحد Ng^f که در جنوب منطقه با گذری تدریجی روی رسوبات مارنی واحد Ng^m قرار گرفته، از لایه‌های مارن سبز تا خاکستری رنگ، با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ تا آهک ماسه‌ای تشکیل شده. در آن خردشدگی شدیدی دیده می‌شود و دارای مقداری ناچیز گچ است.

کواترنر

این رسوبات تراس‌های آبرفتی را تشکیل داده‌اند که از کنگلومرا و رسوبات رودخانه‌ای سست تشکیل گردیده با ساختمان‌های رسوبی همچون چینه‌بندی مورب و طبقه‌بندی تدریجی، تراس‌های آبرفتی اکثراً به صورت افقی و دگرشیب روی تشکیلات قدیمی منطقه قرار گرفته‌اند و از سختی کم، سیمان سست و جورشدگی ضعیف برخوردارند. گردشگی قطعات به عنوان تابعی از متشا و شرایط تشکیل، در مناطق مختلف، متفاوت می‌باشند.

رسوبات (PI-Q) آبرفت‌های جوانی در جنوب منطقه را تشکیل داده‌اند که کنگلومرای سست فاقد سیمان به رنگ خاکستری روشن با عناصری درهم و گردشگی متوسط و جورشدگی ضعیف و دانه‌بندی عادی می‌باشند. دانه‌ها معمولاً جهت یافتگی پیدا کرده‌اند (fabric Imbrication)

ضخامتی در حدود ۳۰ متر داشته و سن پلیوسن تا کواترنر به سبب موقعیت و شیب این لایه‌ها برایشان پیش‌بینی شده. رسوبات Q^1 آبرفت‌های پادگانه‌ای و کوهپایه‌ای بلند و تراس‌های رودخانه‌ای قدیمی می‌باشند. بیشتر در بخش‌های شمالی و جنوبی روی نهشته‌های قدیمی به طور دگر شیب گسترش دارند.

رسوبات Q^2 آبرفت‌های کم ارتفاع و پادگانه‌های آبرفتی جوان و دشت آبرفتی می‌باشند که شامل بستر قدیمی رودخانه با ارتفاع کم نیز بوده و تا دشت‌ها ادامه دارند. آبرفت‌های جوان‌تر نواحی گسترده‌ای را شامل شده‌اند و خود به رسوبات سیلابی جوان (Q^{al}) که قلوه‌هایی بر بستر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها در نواحی کم ارتفاع و خاک‌های رسی (Q^c) تقسیم شده‌اند.

سنگ‌های آذرین درونی Plutonism

در شمال منطقه توده‌های گرانیتوئیدی دگرانودیوریتی وجود دارد که شواهد نشان می‌دهد متعلق به حاشیه قاره بوده و حاصل ذوب بخشی پوسته می‌باشند. سن این سنگ‌ها با روش پتاسیم-آرگون بر روی بیوتیت‌های آن توسط مجیدی (۱۹۸۳) اندازه‌گیری شده و رقم ۲۵۶ میلیون سال به دست آمده. نامبرده سنگ‌های مزبور را به فاز هر سینین مربوط

می‌داند ولی خط یا روندی شمالی-جنوبی که حاکی از کوهزائی «هرسینین» در این ناحیه باشد قابل تعقیب نیست و روند بیرونزدگی‌ها شمال باختری-جنوب خاوری می‌باشد. سن رادیومتریک به روش پتاسیم-آرگن توسط (آلبرتی-همکاران ۱۹۷۳) رقم ۱۲۵-۱۴۶ میلیون سال را نشان داده وجود قله‌هایی از این توده در سنگ‌های کنگلومراتی واحد J_1^{sh} موید این است که نفوذ آن‌ها قبل از ژوراسیک میانی انجام شده و متأثر شدن سنگ‌های متعلق به تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین از این گرانیتوئید به وجود آمدن آن را در ژوراسیک آغازین محدود می‌کند. برای بررسی پترولوژی این سنگ‌ها ۲۰۰ نمونه به روش اسپکترومتری مورد تجزیه قرار گرفته و از نتایج آن‌ها در نمودارهای مختلف استفاده شده. خلاصه آن به شرح زیر می‌باشد:

بر اساس دیاگرام (Streckeisen (1979) محدوده گرانودیوریت به این سنگ‌ها اختصاص داده شد. این محدوده در دیاگرام متعلق به (Middlemost (1980) نیز تجربه و تایید شد. رگه‌های ریولیتی و آلیتی منتج از پلوتونیزم اسیدی، این توده‌ها را در شمال و کیل آباد قطع کرده‌اند. با فیلیت‌های متعلق به تریاس فوقانی-ژوراسیک زیرین همبندی تدریجی دارند و دارای آنکلاوهای کوارتزدیوریتی با بافت میکروکریستالین می‌باشند. به نظر می‌رسد کاهش درصدی وزنی SiO_2 در آن‌ها به سبب وجود این آنکلاوها باشد. بافت میکروپگماتیت در شمال و کیل آباد نشان می‌دهد که این سنگ‌ها در عمق زیاد سرد نشده‌اند و وجود پلاژیوکلاز زونه و دارای ماکل و اسفن لوکوکسن که بیانگر وجود اسفن در سنگ است. به دلیل پلوتونیتی بودن گرانودیوریت است ولی به دلیل تورمالین در سنگ‌ها با بافت میکروپگماتیت به نظر (Pichavant (1984) افزایش عناصر B و F در سیستم (Q-Ab-Or) باعث افزایش حلالیت H_2O شده و نسبت $Al/Alkali$ و $Si/Alkali$ کاهش پیدا می‌کند. این واکنش سبب لیچینگ K و Na می‌شود. نامبرده عقیده دارد این سنگ‌ها ممکن است حاصل ذوب بخشی پوسته باشند. به علاوه (Didler (1984) عقیده دارد آنکلاوهای ریز بلور مافیک دارای بیوتیت و آمفیبول و پیروکسن فراوان نشان دهنده مشارکت گوشته و پوسته در تشکیل سنگ‌های پلوتونیک است. با توجه به شواهد مذکور، به نظر می‌رسد این توده‌ها منشأ دوگانه داشته باشند و حاصل آلودگی و اختلاط دوگمای دیوریتی و اسیدی باشند. بر اساس نمودار (Ritman (1960) این سنگ‌ها در منطقه Subalkaline قرار می‌گیرند. این سنگ‌ها از آهن غنی نمی‌باشند. و از قطب (F) فاصله گرفته و به سمت قطب (A) کشیده می‌شوند و در منطقه کالک آلکالن قرار دارند، اما طبق نمودار (Kuno (1959) تعدادی از نمونه‌ها در محدوده تولیتی و مرز تولیت-کالک آلکالن قرار می‌گیرند. مقایسه تجمع نقاط در این نمودار با نمودار AFM و دیاگرام (Tilley & Muir (1967) نشان داد که تولیت بودن این سنگ‌ها به دلیل لیچینگ پتاسیم در اثر متاسوماتوز عنصر چنان که گذشت می‌باشد. این سنگ‌ها به طور عمده در سری پتاسیک بالا قرار دارند و رند آن‌ها سدیک می‌باشد.

بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که سنگ‌های گرانودیوریتی طبقه در سری کالک آلکالن پتاسیک بالا قرار گرفته‌اند. در مقایسه نمودارهای مطالعه شده با نمودار (Bowden (1984) که جهت سنگ‌های پلوتونیک محیط‌های تکتونیک مختلف بنا شده، محدوده‌های پلوتونیزم حاشیه فعال قاره‌ای و ماگماتیزم بعد از کوهزائی در مورد گرانودیوریت‌های طبقه صادق بود.

به عبارت دیگر گرانودیوریت‌های این منطقه را می‌توان در دو گروه پلوتونیک فعال قاره و بعد از کوهزائی قرار داد، اما به دلیل آن که مقیاس تشکیل گرانودیوریت وسعت کمربندهای بین قاره‌ای (پلوتونیزم بعد از کوهزائی) را ندارد و از طرفی در حواشی فعال قاره‌ها ترکیب توده‌های پلوتونیک بیشتر تونالیت و آداملیت و گرانودیوریت است (Hall (1987) بنابراین احتمال تشکیل این سنگ‌ها در محیط حاشیه قاره‌ای تقویت می‌شود. به علاوه از نظر کانی شناسی هم عقیده جاکس و وایت (۱۹۷۲) بر این گرانودیوریت‌های منطبق است و آن هم فراوانی هورنبلند در گرانیت‌های حاشیه فعال قاره‌ها است.

زمین شناسی ساختمانی و جغرافیای دیرینه منطقه

چین‌ها، گسل‌ها و روندها- روند اصلی لایه‌های سنگی و سازندهای موجود در ورقه طبقه شمال-باختری-جنوب خاوری است که منطبق بر روند آلی ایران زمین می‌باشد. روند گسله‌ها و راندگی‌های اصلی نیز بر روند یاد شده انطباق

دارد. ساختارهای فرعی و کوچک و همچنین گسله‌های فرعی دارای روندهای متغیر هستند. چین‌ها در این منطقه اغلب از نوع مایل، برگشته و خوابیده بوده و جهت خوابیدن آن‌ها به سمت جنوب، جنوب باختری (سوی شهر نیشابور) است. اندازه آن‌ها بسته به موقعیت و جایگاه‌شان متغیر بوده به گونه‌ای می‌باشد که در طول تکوین ساختاری این ارتفاعات همواره راستای بیشتری کوتاه‌شدگی و بیشترین استرس انقباضی (شمال خاوری- جنوب باختری) بوده است. این چین‌ها موازی با امتداد محوری گسل‌های رورانده می‌باشند. یکی از ساختارهای اصلی منطقه ناودیس کوه خلخال در بخش جنوبی منطقه است که آسه آن دارای روند شمال باختری- جنوب خاوری است. در دو یال این ناودیس سازندهائی مانند سلطانیه، لالون و میلا رخنمون دارند.

عمده‌ترین گسل‌های منطقه شامل گسل‌های رورانده و گسل‌های امتداد لغز می‌باشند. گسل‌های راندگی نیز دارای روندی برابر شمال باختری- جنوب خاوری می‌باشند و موازی محور اصلی چین‌خوردگی در منطقه قرار گرفته‌اند. بردار فشارش در تمامی آن‌ها از شمال، شمال شرق تا جنوب، جنوب غرب می‌باشد. مهم‌ترین گسله‌های موجود در منطقه عبارتند از: گسل طرقله- آغنج که سبب همبری فیلیت‌های مشهد و دگرگونه‌های همساز با گرانودیوریت از نوع گارنت شیست، آندالوزیت، بیوتیت شیست شده است. طول آن بیش از ۵۰ کیلومتر بوده و جابجائی آن بیشتر از ۲۰۰۰ متر است و بین شاخه‌های شمالی و جنوبی این گسله رسوبات معادل سازند شمشک قرار گرفته. گسل رورانده- دیزباد- خرو ادامه این گسل از دو سوی خاوری- باختری به خارج از محدوده ورقه کشیده می‌شود. شیب آن به سمت شمال خاوری بوده و در جایجای مختلف از ۲۵ درجه تا ۵۵ درجه متغیر است. این گسله سبب رانده شدن سنگ‌های پالئوزوئیک بالایی بر ریو فیلیت‌های مشهد شده است و در طول مسیر بوسیله گسله‌های امتداد لغز جابجا شده.

گسل رورانده بینالود طول آن در حدود ۱۰۰ کیلومتر در یال جنوبی بینالود قابل پیگیری است. این گسله سبب همبری فیلیت‌های مشهد با نهشته‌های جوان ائوسن و نئوژن گشته. شیب آن متغیر و از ۴۰ تا ۶۰ درجه می‌باشد. و گاهی به صورت معکوس با زاویه بلن (High angle reverse fault). جهت راندگی در آن از شمال به جنوب می‌باشد. گسل رورانده کوه خلخال گرچه ساز و کار این گسل دقیقاً مشخص نیست ولی از آنجا که سبب رخنمون سازندهائی چون سلطانیه، لالون و میلا در این منطقه شده حائز اهمیت می‌باشد. روند این گسله به گونه‌ای است که مجموعه سنگ‌های فوقانی آن تشکیل ناودیسی نامتقارن داده‌اند. شیب آن در یال جنوبی ۲۵ تا ۳۰ درجه و در یال شمالی حدود ۷۰ درجه است.

در نتیجه عملکرد چین‌ها و راندگی‌ها، منطقه تحت تاثیر یک میدان فشارش (Compressive) قرار گرفته که منجر به کوتاه‌شدگی در راستای این فشارش شده است و به دلیل اختلاف در آستانه تحمل این فشارش در سنگ‌های رسوبی، گسل‌های امتداد لغز زیادی در راستای شمال خاوری- جنوب باختری به وجود آمده و گسل‌های راندگی و چین‌های منطقه را تحت تاثیر خود قرار داده‌اند.

تکوین ساختاری

رسوبات پالئوزوئیک زیرین با سنگ‌های کربناته بخش‌های بالائی سازند سلطانیه آغاز و رسوبات لالون را که ماسه سنگ‌های آركوزی قرمز رنگ بوده و وسعتی از عربستان، در جنوب ایران و پاکستان و افغانستان و ترکیه تا این منطقه را داشته‌اند به دنبال دارد. رسوب‌گذاری این سنگ‌ها در شرایط کم عمق دریائی انجام پذیرفته است. از سازند میلا اندک آهکی در دست می‌باشد.

شاید بتوان گفت نبود نهشته‌های باروت و زاگون، حکایت از چرخه‌های فرسایشی پی در پی در بین سنگ‌های پالئوزوئیک زیرین (جنبش‌هایی از نوع خشکی‌زائی) و اعمال حرکات تکتونیکی در منطقه می‌باشد. آغاز فعالیت ولکانیکی در سنگ‌های سیلورین-دونین در محیط دریایی کم عمق (فسیل مرجان در آن‌ها فراوان بوده و چنان که گذشت ترکیب گدازه‌های آتشفشانی آن‌ها متعلق به محیط کم عمق آب می‌باشد) صورت گرفته و شاید بتواند حاصل مراحل آغازین فرورانش پوسته اقیانوسی دریای تیسس به زیر حاشیه شمالی ایران زمین باشد.

شواهد نشان می‌دهد که تا اواخر پالئوزوئیک فوقانی حوضه‌ای کم عمق متعلق به حاشیه قاره منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته و به تدریج عمق این حوضه افزایش می‌یافته است. فرآورده‌های آتشفشانی با ترکیب کوناتیت در انتهای پالئوزوئیک در شمال حوضه و در ژرفای دریا گذارده شده.

یکنواختی ضخامت در رسوبات فلیشوئید تریاس تا ژوراسیک زیرین را شاید بتوان به عملکرد جنبش‌های کوهزائی پس از تریاس میانی (کیمبرین پیشین) نسبت داد و بسته شدن دریای تتیس نیز در این زمان کامل شده است. این رویداد با دگرگونی دینامیکی و ماگماتیسیم کالکو آلکالن همراه بود و به علت رورانگی‌های متعدد می‌توان به حرکات کمپرسیونی در این فاز پلوتونیسیم مربوط به آن‌ها اشاره نمود.

در منطقه بررسی شده به ویژه در غرب گلمکان واحد کنگلومراتی-ماسه سنگی متعلق به ژوراسیک میانی بر روی رسوبات قدیمی تر به طور دگر شیب قرار گرفته است. به نظر می‌رسد و جود این کنگلومرا نشان دهنده رویداد تکتونیک کیمبرین میانی باشد. پس از وقفه‌ای در رسوب گذاری پیشروی دریای کرتاسه همراه با فاز کیمبرین پسین از خود لایه‌هایی کربناته باقی گزارده که به طور دگر شیب روی رسوبات قدیمی تر قرار گرفته. آثار چین خوردگی لارامی در ائوسن به صورت کنگلومرا و از جانب جنوب همراه با فعالیت آتشفشانی و نهشته‌های رسوبی-تخریبی به صورت متناوب و دگر شیب دیده می‌شود. آخرین رخداد چین خوردگی در ناحیه، در فاصله زمانی بین پلیوسن و پلیستوسن بوجود پیوسته و حوضه‌های رسوبی قبل از این زمان را به پایان رسانده و رسوب‌های آن‌ها را چین داده است. نتیجه این رویداد دگر شیبی در سنگ‌های آواری پلیوسن-پلیستوسن است. ولی به نظر می‌رسد این پایان کار نباشد، چرا که سنگ‌های منطقه هنوز تحت فشار قرار دارند. اثرات این نیرو به صورت خردشدگی، شکستگی، خاک‌های رسی نابرجا و رورانگی‌هایی در رسوبات موجود قابل مشاهده است. بالا آمدن لایه‌های سنگی که آبرفت‌های جوان را در بلندای کوه‌ها قرار داده و حرکت کوه‌های بینالود به طرف جنوب غربی منطقه (شهر نیشابور)، حاکی از اعمال دو نیروی بالا برنده و افقی به صورت توأم می‌باشد.

منابع اقتصادی

پتانسیل ذخایر غیرفلزی در این منطقه بر ذخایر فلزی فزونی دارد. از کانسارهای فلزی می‌توان به کانسار آهن اشاره نمود که بیشتر به شکل هماتیت و ژئودهای الیوئیت در محل گسل‌های رورانده در جنوب روستای ده سرخ و انتهای دره پیوه زن دیده می‌شود. سنگ‌های الترابازیک واحد (Ps) به صورت مجموعه سنگی، به نوعی پتانسیل مصرف در صنایع مختلف را از خود نشان می‌دهند. به عنوان مثال تالک به صورت رگه‌ای و سنگ صابون که به توده تالک سنگ گفته می‌شود در سرپنتینیت‌ها دیده می‌شوند و حاصل دگرسانی سنگ‌های غنی از آهن و منیزیم در مراحل بعد از تبلور و انجماد می‌باشند. از سنگ‌های هرکاره مشهد که از گونه‌های ناخالص سنگ صابون می‌باشند برای تهیه دیگ سنگی، میز آرایشگاه، قاب و ادوات دیگر استفاده می‌شود و از نمونه‌های مرغوب تر (سرپانتین‌ها) انواع چوب سیگار و تسیخ ساخته می‌شود.

کوارتز سفید شیری که به صورت رگه‌های جانشینی در واحد Tr3.J1 وجود دارد قابل بررسی می‌باشد. ماسه سنگ‌ها و کوارتزیت‌های سازند لالون و سری مایان در محدوده روستاهای ابرش تا بزوشک واقع در جنوب خاوری منطقه وجود دارند پتانسیل مناسبی برای تامین سیلیس محسوب می‌گردند.

سنگ‌های رسوبی مناسب برای مصارف ساختمانی را سنگ‌های آهکی سازند بهرام و سنگ آهک کرتاسه و سنگ آهک مسیر طرقله- نقندر تشکیل داده این سنگ‌ها که بیشتر از ۹۰ درصد کربنات را شامل می‌گردند در تهیه آهک یا به صورت نما و مالون در پایه ساختمان و یا لاشه در پی ساختمان و تهیه بتون و غیره کاربرد دارند.

شن و ماسه در بستر اکثر رودخانه‌هایی که به دشت می‌رسند قابل بهره‌برداری می‌باشند و به عنوان مواد اولیه در مصارف ساختمانی و جاده سازی قابل بهره‌برداری اند.

گچ موجود در واحد Ng^m به صورت ژپس همراه با تبخیرهای دیگر و مارن در جنوب منطقه (شمال خاوری روستای قدمگاه) دیده می‌شود، به صورت توده‌ای دانه ریز (Alabaster) می‌باشد و به علت مخلوط بودن با رس نام ژپسیت را بر خود برانزده‌تر نموده و تصور می‌شود نتیجه تبخیر سریع در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک باشد. فیلیت‌ها و اسلیت‌های سری مایان به خصوص به خاطر دسترسی آسان به آن‌ها و مخارج حمل و نقل کم همانند انواع دیگر سنگ‌های دگرگونه ساختمانی نظیر مرمر، کوارتزیت و گنایس از نظر استحکام و برش نمونه‌های مناسبی برای روکار و پوشش بام ساختمان‌ها و یا مصالح فانتزی محسوب می‌شوند.

کشور
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی