



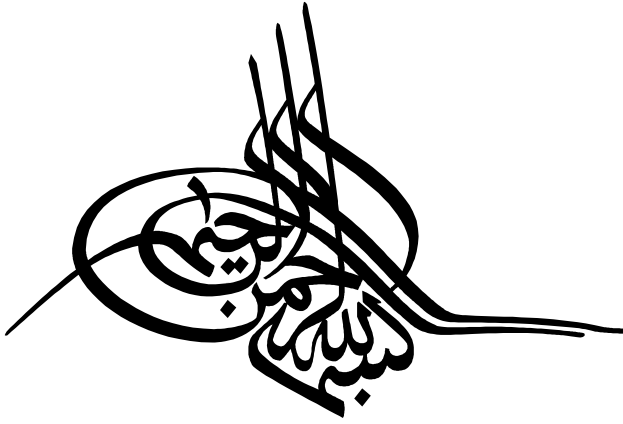
وزارت صنعت، معدن و تجارت  
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
مرکز زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی منطقه شمال خاور (مشهد)  
طرح زمین‌شناسی عمومی

## گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ بوژمهران 7762 II NE

زمین‌شناس: آبرادات مافی  
دیرینه‌شناس: مریم بهره‌مند و آبرادات مافی  
سنگ‌نگار: نسترن شجاعی کاوه  
زمین‌ساخت: ناصر نعیمی قصابیان

سال انتشار ۱۳۹۳

داور: مصطفی شہرابی و سید علی آقانباتی  
ویراستار علمی متن: زینب منوچہری و سارا ہوشمند





## فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	۱- مقدمه
۲	۲- جغرافیا
۳	۳- ریخت‌شناسی
۳	۴- شرح چینه‌نگاری واحدهای سنگ‌شناختی
۳	۴-۱- واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوران دیرینه‌زیستی
۴	۴-۱-۱- سازند آهکی بهرام
۵	۴-۲- واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوره پالئوژن
۵	۴-۲-۱- واحد آذرآاری ائوسن $E^{ag}$
۶	۴-۲-۲- واحد سنگ‌چینه‌ای ائوسن $E^{mls}$
۶	۴-۲-۳- واحد چینه‌سنگی الیگوسن $O^{cs}$
۷	۴-۳- واحدهای چینه‌سنگی نئوژن و پلیو-کواترنری
۷	۴-۳-۱- واحد سنگ‌چینه‌ای میوسن $M^{sc}$
۷	۴-۳-۲- واحد $PIQ^c$
۷	۴-۴- واحدهای کواترنری در منطقه مطالعاتی
۸	۴-۴-۱- تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی مرتفع ( $Q^{ht}$ )
۸	۴-۴-۲- رسوبات مخروط‌افکنه‌ای ( $Q^f$ )
۸	۴-۴-۳- تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی قدیم ( $Q^{t1}$ )
۸	۴-۴-۴- رسوبات کوهرفتی ( $Q^{co}$ )
۸	۴-۴-۵- تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی جوان ( $Q^{t2}$ )
۸	۴-۴-۶- واحد ( $Q^{t2v}$ )
۸	۴-۴-۷- رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر ( $Q^{al}$ )
۹	۵- شرح واحدهای آذرین منطقه
۹	۵-۱- مجموعه آتشفشانی پیش از دونین پسین
۹	۵-۲- مجموعه آتشفشانی پس از دونین پسین
۱۰	۶- شرح واحدهای دگرگونی منطقه
۱۰	۶-۱- واحد کنگلومرایبی $TR-J^c$
۱۱	۶-۲- واحد فیلیتی $TR-J^{ph}$
۱۲	۷- زمین‌شناسی ساختمانی و زمین‌ساخت
۱۲	۷-۱- تکامل زمین‌شناسی پهنه ساختاری بینالود



۱۳	۷-۲- پهنه ساختاری بینالود
۱۴	۷-۳- کوهزادهای مؤثر بر منطقه بینالود
۱۶	۷-۴- ویژگی‌های ساختمانی - ساختاری منطقه مطالعاتی بوژمهران
۱۶	۸- گسله‌ها یا شکستگی‌های بزرگ مقیاس
۱۶	۸-۱- چین‌خوردگی‌ها
۱۷	۸-۲- درزه‌ها
۱۷	۹- زمین‌شناسی اقتصادی
۱۸	۱۰- نقاط مهم زمین‌شناسی در منطقه از دیدگاه علمی، گردشگری و آموزشی
۱۸	سپاسگزاری
۱۹	کتابنگاری

## چکیده

منطقه مورد مطالعه با عنوان ورقه ۱:۲۵۰۰۰ بوژمهران به شماره 7762 II NE در ۱۰ کیلومتری شمال خاوری شهرستان نیشابور و در دامنه‌های جنوبی رشته ارتفاعات بینالود واقع است. از نظر زمین‌ریخت‌شناسی می‌توان منطقه یادشده را به سه بخش کوهستان، تپه ماهور و دشت سر تقسیم‌بندی کرد که دو بخش اول در شمال خاوری منطقه گسترش دارند. از نظر زمین‌شناسی و گسترش واحدهای سنگ‌شناختی می‌توان واحدهای سنگ‌چینه‌ای و آذرین-بیرونی متعلق به دوران دیرینه‌زیستی و همچنین واحدهای سنگ‌چینه‌ای کنگلومرای و فیلیتی به سن تریاس پسین-ژوراسیک پیشین را در واحد کوهستان منطقه مطالعاتی مشاهده کرد. در بخش تپه‌ماهوری منطقه نیز چندین واحد از طبقات سنگ‌چینه‌ای دوران نوزیستی (دوره‌های پالئوژن و نئوژن) گسترش دارند که به واسطه گسله‌های راندگی در همبری یکدیگر قرار دارند. واحد دشت سر نیز مجموعه رسوبات آبرفتی مثل رسوبات مخروط‌افکنه‌ای، تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی قدیم، جوان و رسوبات رودخانه‌ای را شامل می‌شوند که در این منطقه گسترش قابل توجهی دارند. از نظر زمین‌شناسی ساختمانی، عملکرد گسله‌های راندگی در این ناحیه اهمیت ویژه‌ای دارند که افزون بر ایجاد ورقه‌های رورانده منجر به چین‌خوردگی‌هایی در واحدهای سنگ‌چینه‌ای شده است. این رویدادها در اثر عملکرد فازهای کوهزایی آلپی به وقوع پیوسته است که در برخی از مناطق منجر به دگرشیبی میان واحدهای سنگ‌چینه‌ای قدیم و جوان نیز شده است. افزون بر این در اثر عملکرد رویداد سیمین پیشین در مجموعه واحدهای رسوبی موسوم به فیلیت مشهد به سن تریاس پسین-ژوراسیک پیشین دگرگونی در حد رخساره شیست سبز را ایجاد کرده است. از نظر زمین‌شناسی اقتصادی وجود رگه‌هایی بسیار کم ستبرا از کانسارهای آهن در طبقات دونین و وجود گچ در سنگ‌های پالئوژن و نیز منابع قابل توجهی از شن و ماسه در مسیر رودخانه‌های اصلی حوزه می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گرفته و اکتشافات تفصیلی بر روی آنها صورت گیرد.

## ۱- مقدمه

هدف از اجرای طرح، تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ بوژمهران است که با توجه به نیاز کشور به اطلاعات پایه و دقیق در مناطق توسعه شهری و صنعتی صورت پذیرفته است. بنابراین در این مطالعه، ویژگی‌های زمین‌شناسی کاربردی بیشتر مورد نظر بوده است. این طرح از اواخر مرداد ۸۶ در دستور کار قرار گرفت و با جمع‌آوری اطلاعات پایه و اولیه شامل تصاویر هوایی ۱:۲۰۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای TRS و ETM، نقشه ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی بوژمهران و دیگر منابع، کتب و گزارشات در محدوده مطالعاتی و همجوار شروع شد. سپس پس از فتوزئولوژی اولیه کار عملیات صحرایی در پیمایش‌های استاندارد و مشخص شده پیشین انجام شد و از واحدهای سنگ‌چینه‌ای منطقه نمونه‌های فسیل‌شناسی و سنگ‌شناسی انتخاب و مکان آن‌ها با GPS ثبت شد. نمونه برداری فسیل‌شناسی در زمینه بررسی فسیل‌شناسی گیاهی، پالینولوژی و میکروفسیل شامل نمونه‌های مقاطع نازک و کونودونت و همچنین نانوفسیل صورت پذیرفته است. همچنین در این مطالعه به بررسی کوتاه واحدهای آبرفتی و کوهرفتی کواترنری منطقه پرداخته و بافت و عناصر تشکیل دهنده آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور پایه گذاری یک نقشه ۱:۲۵۰۰۰ کاربردی در این مطالعه به بررسی وجود منابع اقتصادی، بحران‌ها و دیگر اهداف طرح نیز پرداخته شده است. همچنین با انجام عملیات زمین‌شناسی در مناطق همجوار طرح و تبادل اطلاعات با کارشناسان زمین‌شناسی ساختمانی، سنگ‌شناسی و فسیل‌شناسی سعی بر افزایش محتوی علمی این تحقیق شده است.

## ۲- جغرافیا

محدوده ورقه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ بوژمهران با وسعت حدود ۱۵۵/۵ کیلومتر مربع در جنوب زون ساختاری بینالود قرار دارد. این منطقه از شمال به ارتفاعات بینالود و از جنوب به دشت نیشابور ختم می‌شود و در حد فاصل طول‌های جغرافیایی  $30^{\circ}58'58''$  تا  $30^{\circ}07'36''$  و عرض‌های جغرافیایی  $30^{\circ}07'36''$  تا  $36^{\circ}15'00''$  شمالی قرار دارد. شهر نیشابور در حدود ۲۰ کیلومتری باختر منطقه‌ی مطالعاتی واقع شده است. آبادی‌های زیادی در محدوده ورقه زمین‌شناسی بوژمهران وجود دارند که از آن جمله می‌توان به آبادی‌های رود، فرخک، دربهبشت، بوژان و سوقند در شمال، دارالسلام، کلاته اقبال و بوژمهران در خاور، اردوغش، سعیدآباد، قریش آباد، عشرت آباد و بشرو در جنوب، نورانی و ابوسعدی در باختر و در نهایت دشت، ادک، عباس‌آباد و حسین‌آباد ناظر در مرکز نقشه اشاره کرد که در مجموع جمعیت وسیعی از بخش زرخان شهرستان نیشابور را در خود جای می‌دهند. رودخانه‌های بوژان، رود و سوقند از مهمترین رودخانه‌های منطقه بوده که از ارتفاعات جنوبی رشته‌کوه بینالود سرچشمه گرفته‌اند و در بیشتر فصول دارای جریان دائمی هستند. بلندترین نقطه ارتفاعی محدوده مطالعاتی با ارتفاع ۲۴۶۰ متر در شمال خاوری ورقه و پست‌ترین نقطه ارتفاعی با ارتفاع ۱۱۸۰ متر از سطح دریا در جنوب باختری منطقه مشخص است. میانگین درجه حرارت سالانه ۸/۷ درجه سانتی‌گراد، تعداد روزهای یخبندان ۱۳۳ روز و جهت وزش باد از سمت خاور به باختر ثبت شده است. همچنین میزان متوسط بارندگی سالیانه ۳۴۶ میلی‌متر در سال است. کشاورزی و دامپروری از مهمترین موارد درآمدزایی اهالی منطقه هستند که به همراه ایجاد کارگاه‌های فرآوری خشکبار و مواد غذایی ظرفیت بالقوه‌ای را به منظور اشتغال‌زایی در منطقه ایجاد می‌کند. کاشت گندم، جو، ذرت و پنبه به همراه احداث باغات

گردو، آلو، آلبالو، گیلان، سیب و انگور شرایط ویژه‌ای را برای کشاورزی سنتی و مکانیزه فراهم ساخته است. هر چند راه آسفالت نیشابور- مشهد از نیمه جنوبی ورقه می‌گذرد، ولی راه‌های آسفالت روستایی و درجه دوی خاکی مسیر تردد میان مراکز جمعیتی را فراهم می‌سازد. در پایین‌ترین بخش ورقه بخشی از راه آهن سراسری مشهد- تهران از این ناحیه عبور می‌کند.

### ۳- ریخت‌شناسی

در محدوده مورد مطالعه از نظر زمین‌ریخت‌شناسی می‌توان سه واحد ناهمواری کوهستان، تپه‌ماهور و دشت سر را به وضوح مشاهده کرد. واحد کوهستان که در شمال و شمال خاور منطقه دیده می‌شود از نظر زمین‌شناسی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوران‌های دیرینه‌زیستی و میان‌زیستی تشکیل یافته که در اثر عملکرد گسله‌ی شمال نیشابور به صورت راندگی بر روی واحدهای سنگ‌چینه‌ای پالئوژن یا نئوژن (دوران نو زیستی) رانده شده است. این راندگی‌ها در حال حاضر نیز در اثر ادامه روند تکامل ساختاری زون بینالود ادامه دارد. در واحد کوهستان شیب توپوگرافی دره‌ها زیاد بوده و بیشتر به صورت V شکل نمایان هستند. طرح آبراهه‌ها در اثر عملکرد گسله‌ها به طرح شعاعی- دندریتی تبدیل می‌شوند. در همبری واحد کوهستان واحد ناهمواری تپه‌ماهور به واسطه شیب توپوگرافی ملایم‌تر مشخص می‌شود که مرز آن در منطقه منطبق با گسله راندگی شمال نیشابور است. در این واحد ناهمواری مجموعه رسوبات واحدهای سنگ‌چینه‌ای پالئوژن و نئوژن به همراه رسوبات پادگانه‌ای آبرفتی مشاهده می‌شوند که عوامل فرسایش آبی در اثر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بالقوه طبقات ماری و آواری دانه ریز تا درشت دانه تشکیل‌دهنده واحدهای سنگ‌چینه‌ای اخیر بیشترین تأثیر را در تغییر سیمای این منطقه دارد. وقوع چندین زمین‌لغزش از نوع چرخشی و انتقالی در محدوده مطالعاتی در این واحد ناهمواری، پتانسیل بالقوه حرکات توده‌ای را در این بخش مشخص می‌کند. پس از آن با ایجاد شرایط توپوگرافی به نسبت هموار، واحد دشت سر شروع می‌شود که افزون بر دشت سر فرسایشی دشت سر پوشیده نیز در منطقه وجود دارد که البته گسترش قابل توجهی نیز دارد. دشت سر پوشیده بیشتر واحدهای آبرفتی جوان را شامل می‌شود که قابلیت کشاورزی در منطقه مطالعاتی را دارند.

### ۴- شرح چینه‌نگاری واحدهای سنگ‌شناختی

در این بخش به بررسی واحدهای سنگ‌چینه‌ای منطقه‌ی مطالعاتی می‌پردازیم. لازم به بیان است که شرح واحدهای آذرین و دگرگونی منطقه در سر فصل‌های جداگانه تنظیم و ارائه می‌شود. واحدهای سنگ‌چینه‌ای منطقه شامل بخشی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوران دیرینه‌زیستی و نوزیستی است که در زیر به توصیف آنها می‌پردازیم. گفتنی است که واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوران میانه‌زیستی در منطقه مطالعاتی به سبب تحمل دگرگونی در مبحث واحدهای سنگ‌چینه‌ای دگرگونه توصیف می‌شوند.

#### ۴-۱- واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوران دیرینه‌زیستی

در محدوده مطالعاتی، واحدهای دوران دیرینه‌زیستی رخنمون نداشته و تنها با گسترش سازند کربناتی بهرام همخوانی دارد که در زیر به آن اشاره می‌شود.

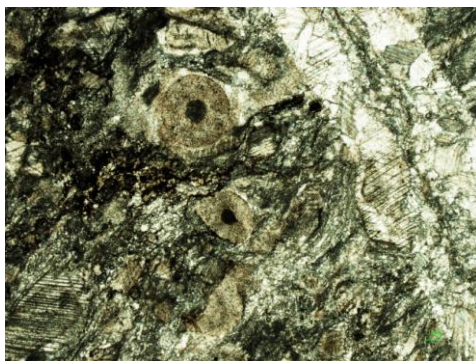


#### ۴-۱-۱- سازند آهکی بهرام

سازند یادشده از نظر سنگ‌شناسی از سنگ‌آهک سبتر تا متوسط لایه به رنگ خاکستری تا خاکستری متمایل به نخودی تشکیل یافته است که گاهی بلورین یا دولومیتی نیز گشته‌اند. در بخش بالایی طبقات آهکی سازند بهرام آهک ماسه‌ای حاوی فسیل‌های *Shizophoria sp.* و *Tentaculites sp.* دیده می‌شود. هر چند در دره بوژان این واحد بر روی سنگ‌های آذرین قدیم‌تر از خود قرار دارد، ولی عموماً همبندی آن به واسطه گسله‌های راندگی با فیلیت‌های مشهد بسیار شاخص در منطقه دیده می‌شود که همین امر به خردشدگی، نازک‌شدگی و بلوری شدن طبقات آهکی سازند بهرام کمک فراوانی می‌کند. سبترای تقریبی سازند بهرام در منطقه مطالعاتی عموماً از ۲۰ تا ۷۰ متر متغیر است. سنگ‌آهک بهرام در نقاط مختلف توسط دایک‌ها و روانه‌های دیابازی تحت نفوذ قرار گرفته است. بر اساس فسیل‌های موجود در طبقات آهکی و تشابه رخساره‌های آن با طبقات کربناتی بهرام در ایران مرکزی، سن دونین پسین برای آن در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱- نمایی از سنگ‌آهک‌های سازند بهرام در شمال خاوری بوژان، دید به سمت شمال



شکل ۲- نمای میکروسکوپی سنگ‌آهک میکرواسپارایتی سازند بهرام به همراه رگچه کلسیتی در آن

#### ۴-۲- واحدهای سنگ‌چینه‌ای دوره پالئوژن

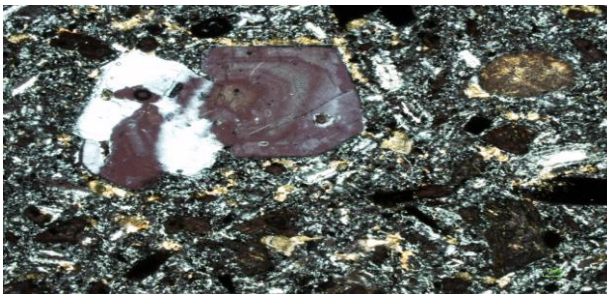
در حوزه مطالعاتی در مجموع سه واحد سنگ‌چینه‌ای مربوط به دوره پالئوژن مشاهده و تفکیک شده است که در زیر از قدیم به جدید به توصیف آن می‌پردازیم.

#### ۴-۲-۱- واحد آذرآواری ائوسن $E^{ag}$

این واحد در خاور بوژآباد، باختر حصار بوژان، شمال دربهشت و اطراف روستای رود گسترش دارد و به سمت باختر منطقه مطالعاتی گسترش این توالی زیاد می‌شود. از نظر سنگ‌شناختی از طبقات بسیار ستبر تا ستبرلایه آگلومرایی به رنگ عمومی خاکستری رنگ با تناوب‌های ماسه‌سنگی- ماسه سنگی کنگلومرایی خاکستری تا خاکستری روشن و رس سنگ‌های قهوه‌ای روشن تا کرم رنگ ستبرلایه تا متوسط‌لایه تشکیل شده است. قطعات خوب گرد شده آگلومرها عموماً از ترکیب سنگ‌های آذرین حد واسط همچون آندزیت تشکیل یافته که هر کدام از قطعات دارای اندازه‌های تا ۷ سانتی‌متر بوده که آثار هوازگی زیادی را نیز نشان می‌دهند. این واحد به واسطه همبری گسله، به واحد سرخ رنگ میوسن ختم می‌شود که با کنگلومرا و یا با رسوبات آواری دانه ریز واحد یادشده همبری گسله دارد. مرز زیرین آن نیز نامشخص است و در جنوب منطقه این واحد در مجاورت رسوبات آبرفتی کواترنری قرار گرفته و در واقع مرز آن با واحدهای قدیمی نامشخص است. نانوفسیل‌های آهکی فراوان در برخی از طبقات رس سنگی این واحد وجود دارند که از آن جمله می‌توان به *D. barbadiensis*, *D. binodosus*, *D. subloensis*, *Discoaster kuepperi* اشاره کرد که بر اساس آنها سن اواخر آشکوب ایپرزین تا اوایل لوتسین (ائوسن آغازین تا میانی) برای آن مشخص می‌شود.



شکل ۳- نمایی از واحد آذرآواری ائوسن در جنوب خاوری رود، دید به سمت باختر



شکل ۴- گراول آندزیتی دگرسان شده در واحد آذرآواری  $E^{ag}$  در نمای میکروسکوپی

#### ۴-۲-۲- واحد سنگ‌چینه‌ای ائوسن $E^{ms}$

واحد چینه‌سنگی ائوسن با گسترش کم در شمال خاوری منطقه مطالعاتی دیده می‌شود و ترداف کامل آن تنها در خاور محدوده مطالعاتی دیده می‌شود. از نظر سنگ‌شناسی از تناوبی از طبقات متوسط تا نازک‌لایه آهکی و سنگ‌آهک ماسه‌ای خاکستری رنگ و مارن سبز خاکستری تشکیل یافته است. همچنین در محدوده حصار زبرخان در خاور منطقه، میان‌لایه‌هایی از طبقات کنگلومرایی و ماسه‌سنگ کنگلومرایی نیز در میان آنها مشاهده می‌شود. وجود فسیل‌هایی از نومولیت در طبقات آهکی و نانوپلانکتون‌های فراوانی همچون *Discoaster strictus* و *D. saipanensis*, *D. deflander*, *D. tanii* سن ائوسن میانی (آشکوب لوتسین) را برای این توالی مشخص می‌کند. در منطقه مطالعاتی همبری بالای آن با کنگلومرای اولیگوسن به طور دگرشیب مشخص است. همچنین در خاور منطقه این واحد به طور مشخص بر روی واحد آذرآواری ائوسن ( $E^{48}$ ) قرار دارد که همبری آن به صورت گسله است.

#### ۴-۲-۳- واحد چینه‌سنگی الیگوسن $O^{cs}$

این واحد سنگی با گسترش قابل توجه در منطقه مطالعاتی دیده می‌شود و از نظر سنگ‌شناسی از طبقات کنگلومرایی ستر تا بسیار ستر لایه و ماسه‌سنگ کنگلومرایی و طبقات فرعی ماسه‌سنگی به رنگ سرخ آجری تشکیل یافته است. قطعات گرد شده این کنگلومرا عموماً از واحدهای آذرین بازیک تا حد واسط متشکل از آندزیت و آندزی بازالت تشکیل یافته است که به همراه مقادیری از قطعات آهکی مجموعه عناصر متشکله کنگلومرای یاد شده را تشکیل داده که در حد ۱ تا ۵ سانتی‌متر اندازه دارد و در یک سیمان رسی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. در منطقه مطالعاتی همبری بالا یا پایین آن گسله است و در بالا مجموعه فیلیتی مشهد بر روی آن رانده شده است. در بخش پایینی نیز این مجموعه بر روی رسوبات سرخ رنگ میوسن رانده شده است. با این حال در منطقه گزینه این رسوبات سرخ رنگ بر روی ولکانیک‌های ائوسن قرار دارد. با توجه به وجود فسیل‌های فراوان روزن‌برانی همچون *Dendritina* sp., *Assillina* sp., *Alveolina aragonis*, *Nummulites globulus* که سن ائوسن آغازین تا میانی را دارند پس واحد کنگلومرایی باید سن جوان‌تر از آن یعنی ائوسن پسین- الیگوسن پیشین و به احتمال الیگوسن را داشته باشد.



شکل ۵- نمایی از کنگلومرای سرخ آجری الیگوسن در جنوب خاوری بوژان، دید به سمت شمال خاوری

#### ۳-۴- واحدهای چینه‌سنگی نئوژن و پلیو- کواترنری

واحدهای چینه‌سنگی نئوژن از نظر گسترش در محدوده مطالعاتی، بسیار قابل توجه بوده و در کل دو مجموعه سنگ‌چینه‌ای را شامل می‌شوند که در ادامه به توصیف آن‌ها می‌پردازیم.

#### ۳-۴-۱- واحد سنگ‌چینه‌ای میوسن $M^{sc}$

واحد اخیر از نظر سنگ‌شناختی از طبقات رس سنگ و ماسه‌سنگی سبتر لایه به رنگ گلی تشکیل یافته‌اند که در ترادف آن تناوب‌هایی از طبقات کنگلومرای سبتر تا بسیار سبتر لایه نیز مشاهده می‌شود. در خارج از منطقه مطالعاتی و در باختر آبادی رود قاعده این توالی با یک کنگلومرای پلی‌ژنیک سخت شده شروع می‌شود که به واسطه گسله تراستی بسیار مشخص بر روی مجموعه  $E^{ag}$  قرار دارد. وجود میان‌لایه‌هایی از طبقات آهکی در خارج از منطقه مطالعاتی سن میوسن را برای آن محرز می‌کند (قائمی، ۱۳۷۷).



شکل ۶- واحد چینه‌سنگی  $M^{sc}$  در باختر بوژآباد، دید به سمت شمال

#### ۳-۴-۲- واحد $PIQ^c$

این واحد در منطقه از واحدهای کنگلومرای به نسبت سست تشکیل یافته است که در بالاترین بخش این واحد قرار دارد. با این حال در منطقه گرینه واحد اخیر با مارن سبز نخودی شروع می‌شود که در منطقه مطالعاتی این بخش دیده نمی‌شود. قطعات متشکله این طبقات از واحدهای قدیم‌تر از جمله واحدهای پالئوزوییک، مزوزوییک و حتی ائوسن منطقه تشکیل یافته که در یک سیمان رسی در مجاورت هم قرار گرفته است. این واحد به طور مشخص در این منطقه بر روی واحد  $M^{sc}$  و یا واحد  $E^{ag}$  قرار دارد و سن آن بر اساس نانوفسیل‌های آهکی پیدا شده در بخش مارنی این توالی، به اواخر پلیوسن تا اوایل کواترنری نسبت داده می‌شود.

#### ۳-۴-۳- واحدهای کواترنری در منطقه مطالعاتی

این واحدها گسترش بسیار وسیعی در منطقه مطالعاتی داشته و شامل تراس‌های مرتفع ( $Q^{ht}$ )، رسوبات مخروط افکنه‌ای ( $Q^f$ )، پادگانه‌های آبرفتی قدیم ( $Q^{tl}$ )، رسوبات کوهرفتی  $Q^{co}$ ، پادگانه‌های آبرفتی جوان ( $Q^{l2}$ )، واحدهای  $Q^v$ ،  $Q^g$  و همچنین رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر ( $Q^{al}$ ) است که در ذیل به توصیف آنها می‌پردازیم.



#### ۴-۴-۱- تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی مرتفع ( $Q^{ht}$ )

واحد اخیر مجموعه تراس‌هایی را در منطقه‌ی مطالعاتی شامل می‌شود که در ارتفاعات مناطق کوهستانی و یا تپه‌ماهوری بر روی واحدهای قدیمی قرار می‌گیرند که بیشتر به سبب بالاآمدگی تدریجی ارتفاعات بینالود و عملکرد گسله‌های فعال منطقه طبقات کنگلومرای تا حد ۵ درجه نیز شیب دارند. قطعات متشکله بیشتر زاویه‌دار تا کمی گرد شده‌اند و جورشدگی آن‌ها نیز ضعیف تا بسیار ضعیف است. ماتریکس رسی اجزاء متشکله را در کنار یکدیگر قرار می‌دهند. گفتنی است که سخت‌شدگی بافتی این تراس‌ها از رسوبات پادگانه‌ای آبرفتی قدیمه ( $Q^{t1}$ ) بیشتر است.

#### ۴-۴-۲- رسوبات مخروط‌افکنه‌ای ( $Q^f$ )

رسوبات اخیر که به سبب بر جای‌گذاری نهشته‌های همراه رودخانه‌ها در سیلاب‌ها در مواقع افت جریان آب تشکیل شده‌اند، از قطعات و ذرات واحدهای قدیم‌تر تشکیل یافته که بدون حضور سیمان در کنار هم قرار گرفته‌اند و به نسبت کاهش ناگهانی جریان و وضعیت شیب توپوگرافی به صورت مخروط تشکیل شده که نمونه بارز آن در خاور آبادی دشت و خاور بوژمهران قابل رویت است.

#### ۴-۴-۳- تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی قدیم ( $Q^{t1}$ )

این نهشته‌های رسوبی از طبقات بسیار سبتر لایه منفصل و سست کنگلومرای به رنگ خاکستری روشن تا نخودی تشکیل یافته است که قطعات واجد گردشدگی متوسط تا کمی خوب و جورشدگی متوسط هستند که عمدتاً از قطعات آندزیتی، آهکی، ماسه‌سنگی، کوارتزیتی و سیلیسی تشکیل یافته‌اند. این ذرات و قطعات سیلیسی در یک ماتریکس رسی در مجاورت یکدیگر قرار گرفته‌اند.

#### ۴-۴-۴- رسوبات کوهرفتی ( $Q^{c0}$ )

رسوبات کوهرفتی که حاصل فرسایش فیزیکی و گاه شیمیایی واحدهای سنگی موجود در ارتفاعات هستند، عموماً در حد قطعه سنگی (گراول و پبل) بوده و ذرات دانه ریز در کنار آن‌ها نیز دیده می‌شود. این رسوبات عموماً در نواحی پر شیب گستره‌هایی را در منطقه مطالعاتی تشکیل می‌دهند. وضعیت شیب توپوگرافی تنها عامل مؤثر در تشکیل این نهشته‌ها است.

#### ۴-۴-۵- تراس‌ها و پادگانه‌های آبرفتی جوان ( $Q^{t2}$ )

پادگانه‌های آبرفتی یاد شده متشکل از ذرات عمدتاً دانه ریز بوده و اجزاء سیلتستونی و رسی در آنها بیشتر به نسبت آبرفت‌های  $Q^{t1}$  به چشم می‌خورد. البته در این واحد کواترنری قطعات و ذرات دانه درشت در حد گراول و پبل هم گاه مشاهده می‌شود. این رسوبات بیشتر به سبب بافت خوب، برای کشاورزی در منطقه کاربری دارند.

#### ۴-۴-۶- واحد ( $Q^{t2v}$ )

این واحد پهنه‌هایی از زمین‌های زراعی را شامل می‌شود که بر روی نهشته‌های کواترنری ( $Q^{t2}$ ) تمرکز یافته است و بیشتر برای زراعت دیم و آبی مورد بهره‌برداری واقع می‌شود.

#### ۴-۴-۷- رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر ( $Q^{al}$ )

این رسوبات شامل ذرات و قطعات به اندازه‌های مختلف و متشکل از واحدهای چینه‌سنگی و سنگی حوزه آبریز و



مناطق همجوار با ساختار ناپیوسته است و اجزاء آن بدون ماتریکس و یا سیمان در مجاورت هم قرار گرفته‌اند. در مواقع طغیانی رودخانه قطعات با گردشگی ضعیف به سمت مسیرهای کانال‌های رودخانه‌ای و آبراهه‌های اصلی حمل و منجر به تغییر ساختار عمومی این رسوبات می‌شود. رسوبات یادشده در پهنه رودخانه‌ها و آبراهه‌های اصلی حوزه گسترش دارند که در برخی نقاط با اصلاح بافت آبرفت توسط کشاورزان به واحد عمومی  $Q^E$  تبدیل می‌شود.

## ۵- شرح واحدهای آذرین منطقه

بوژمهران با بررسی‌های به عمل آمده در محدوده مطالعاتی ورقه ۱:۲۵۰۰۰ وجود دو مجموعه از سنگ‌های آذرین بیرونی محرز است. یک مجموعه از این سنگ‌ها در دره بوژان، برونزد دارد که در ارتباط با پدیده ریفتینگ در پالئوزویک زیرین است و ارتباط آن با بروز این پدیده در دیگر نقاط ایران قابل تطابق است. مجموعه‌ای دیگری از واحدهای آذرین در دره سوقند و بوژان دیده می‌شود که با بررسی‌های زمین‌شناسی به عمل آمده مشخص است که سنی جوان‌تر از دونین پسین دارد. حال به توصیف واحدهای اخیر می‌پردازیم.

### ۵-۱- مجموعه آتشفشانی پیش از دونین پسین

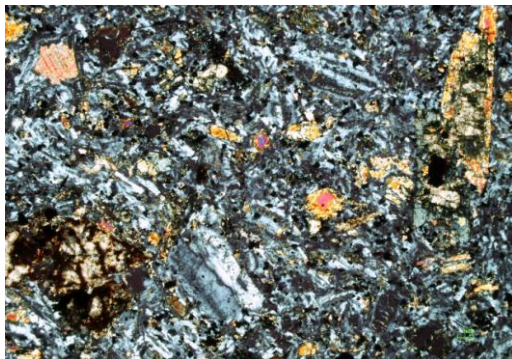
این مجموعه در دره بوژان به نحو مطلوبی گسترش دارد و شامل سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب تقریباً بازالتی است که به صورت گدازه، آگلومرا و توف خاکستری سبز تیره رنگ رخمنون دارد. این واحد در دره بوژان به وسیله سازند آهکی بهرام پوشیده می‌شود. با توجه به موقعیت چینه‌شناسی، سن این مجموعه را می‌توان پیش از رسوبگذاری سازند بهرام، پیش از دونین پسین در نظر گرفت.

### ۵-۲- مجموعه آتشفشانی پس از دونین پسین

گسترش این مجموعه قابل توجه است و به صورت روانه بازالتی در شمال سوقند و دره بوژان دیده می‌شود که به صورت مورفولوژی خشن و رنگ تیره از دیگر مجموعه‌های چینه‌سنگی منطقه مشخص است. البته در دره بوژان نیز روانه‌هایی از این واحد آتشفشانی دیده می‌شود. از نظر ویژگی‌های میکروسکوپی روانه‌های بازالتی دارای بافت پورفیریتیک با زمینه اینترستال بوده که در حاشیه روانه بازالتی بافت دلریتیک را نشان می‌دهد. هر چند آثار دگرسانی فراوانی در بخش‌های مختلف آن دیده می‌شود ولی وجود پلاژیوکلازهای کلسیک که به صورت کانی اصلی و به شکل منشورهای متقاطع و به شدت سرسپتیزه نمایان است، محرز است که گاهی آثار ماکل نیز در آن‌ها دیده می‌شود.

کانی‌های مافیک تشکیل دهنده سنگ عموماً پیروکسن و اولیوین است که کاملاً دگرسان شده و تشخیص نوع آن‌ها غیرممکن است. قالب‌های این کانی‌ها عموماً به وسیله کربنات‌ها، اکسیدهای آهن و ایدنگزیت پر شده است. کانی‌های ثانویه سنگ عبارتند از سرسپیت، کلریت، اکسید آهن و کلسیت. گفتنی است که کانی‌های اوپیک از جمله کانی‌های فرعی این روانه‌ها به حساب می‌آیند. ایجاد دگرگونی‌های ضعیف در حاشیه و تأثیر آن بر سنگ‌آهک‌های سازند بهرام مشخص کننده سنی نسبی دست کم جوان‌تر از آن است.





شکل ۷- نمای میکروسکوپی از روانه بازالتی با بافت دلریتیک

#### ۶- شرح واحدهای دگرگونی منطقه

واحدهای سنگ‌چینه‌ای دگرگونه منطقه شامل مجموعه‌ای از رسوبات آواری بوده که در گذشته به آن فیلیت مشهور گفته شده است. در قاعده این توالی واحد مجزایی متشکل از طبقات کنگلومرای- ماسه‌سنگی قرار دارد که عموماً از رسوبات آواری دانه درشت تشکیل یافته و ویژگی‌های خاص خود را دارد، که به طور مشخص از بخش آواری دانه ریز مجموعه دگرگونی یاد شده مجزا می‌شود و در واقع به عنوان قاعده این توالی به شمار می‌رود. تظاهر دگرگونی ناحیه‌ای به شکل بارز منجر به ایجاد مجموعه سنگ‌های دگرگونه با درجه کم شده که حداکثر تا حد رخساره‌ی شیست سبز دگرگون شده‌اند. با این حال در نقاط دورتر از محل زمین درز تئیس کهن شدت این دگرگونی اندک بوده به طوری که آثار فسیل‌های گیاهی به وضوح در طبقات آواری آن دیده می‌شود. لازم به بیان است که مشابه این واحدها در دامنه شمالی رشته‌کوه بینالود نیز مشاهده می‌شود که توالی بیان شده در جنوب راه آسفالت‌ه طرقبه به نغندر قرار دارد.

#### ۶-۱- واحد کنگلومرای TR-J<sup>c</sup>

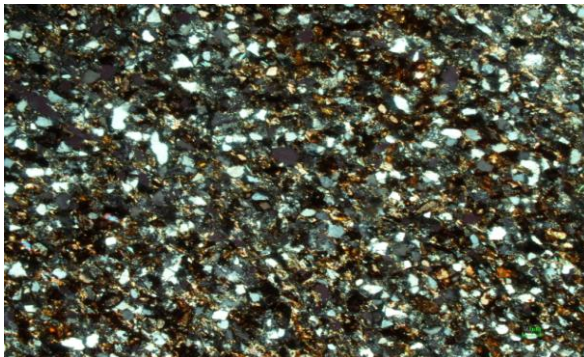
در منطقه مطالعاتی، این واحد که با گسترش به نسبت کم که در قاعده فیلیت‌های مشهور قرار گرفته است، از تناوب طبقات کنگلومرای بسیار سستبر لایه تا سستبر لایه، ماسه‌سنگ‌های کنگلومرای و ماسه‌سنگ‌ها و طبقات فرعی از سیلت شیلی تشکیل شده است. کنگلومرای پلی‌میکتیک اخیر از قطعانی با جورشدگی بد و گردشدگی متوسط تا خوب متشکل از کوارتزیت، مرمر، کوارتز، فیلیت و اسلیت تشکیل یافته که به رنگ سرخ قهوه‌ای تا خاکستری رنگ نمایانند. همبری زیرین آن با گسله راندگی با شیب به سمت شمال بر روی واحدهای پالئوژن مشخص است و فیلیت‌های مشهور نیز بر روی آن با همبری گسله قرار گرفته‌اند. هر چند در منطقه مورد مطالعه فسیلی از میان طبقات آواری یاد شده یافت نشد ولی در واحدهای چینه‌سنگی هم‌ارز و معادل آن در لبه شمالی زون بینالود، در جنوب راه آسفالت‌ه طرقبه- نغندر وجود گونه *Pterophyllum jaegeri* از بخش بالایی این طبقات سن تریاس میانی- ژوراسیک پیشین را برای این لایه‌ها مشخص می‌کند. گفتنی است که بیضوی شدن مجموعه قطعات پبلی و گراولی این کنگلومرا خود حکایتی بارز بر راندگی و شدت عمل آن در لبه جنوبی زون بینالود دارد.

## ۲-۶- واحد فیلیتی TR-J<sup>ph</sup>

واحد اخیر که در گزارش‌های پیشین به فیلیت مشهد از آن نام برده شده است، از تناوبی از طبقات فیلیتی-اسلیتی خاکستری تیره تا سبز خاکستری رنگ متمایل به آبی، شیل‌های کمی دگرگون شده به رنگ خاکستری متمایل به سبز و آبی و نیز طبقات ماسه‌سنگی خاکستری روشن تا تیره که در مجموع عموماً دگرگونی خفیفی را نشان می‌دهند، تشکیل یافته است. همچنین وجود عدسی‌ها و رگه‌هایی از کوارتز که عموماً با آغشتگی در حاشیه همراه است شرایط تفریق سیلیس را در این توالی در اثر دگرگونی ناحیه‌ای به وضوح نشان می‌دهد. البته گفتنی است که توالی یادشده در حد شمالی ارتفاعات بینالود دگرگونی کمی بیشتر از واحدهای مشابه چینه‌سنگی در لبه جنوبی بینالود را نمایان می‌سازد. همچنین کنگرسیون‌های ماسه‌سنگی در این توالی دیده می‌شود که به همراه طبقات ماسه‌سنگی دانه ریز از حدود ۳۰ درصد کوارتز، ۳۰ درصد پلاژیوکلاز و فلدسپارهای قلیایی سریسیتیزه و ۱۵ درصد قطعات سنگی ولکانیکی و چرت تشکیل یافته است. بلورهای خمیده بیوتیت و نیز سوزن‌های رشد یافته سریسیت در مجموع جهت یافتگی مختصری را نشان می‌دهد. آغشتگی‌هایی از اکسید آهن نیز عموماً به عنوان سیمان در بین اجزاء متشکله دیده می‌شود. فسیل‌های گیاهی چندی از مناطق مجاورت در این توالی پیدا شده است که از آن جمله



شکل ۸- راندگی فلیت مشهد بر روی رسوبات آواری میوسن در خاور سوختد، دید به سمت شمال



شکل ۹- نمای میکروسکوپی از ماسه‌سنگ‌های واحد فیلیتی TR-J<sup>ph</sup>





می‌توان به: *Nilssonia brongniartii*, *Podozamites* sp., *Pheleopteris* cf. *polypodioides*, *Cladopteris* *Dictyophyllum* sp., cf. *menisoides* اشاره کرد که محدوده زمانی تریاس پسین - ژوراسیک پیشین را آشکار می‌سازد. لازم به یادآوری است که فراوانی برخی از جنس‌های یاد شده اغلب از تریاس پسین گزارش شده است. همبری‌های این مجموعه با واحدهای پالئوزویک و تریاری عموماً از نوع گسله‌ی راندگی است.

## ۷- زمین‌شناسی ساختمانی و زمین‌ساخت

همانطور که اشاره شد منطقه‌ی مطالعاتی در لبه‌ی جنوبی پهنه ساختاری بینالود واقع است. این زون که بر اساس واحدهای سنگی رخنمون یافته در آن بخشی از محدوده برخورد قطعه سنگ‌کره توران در شمال و قطعه سنگ‌کره ایران در جنوب است که با بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس در تریاس پسین این دو قطعه به هم برخورد کرده و متصل شده‌اند. بنابراین برای آشنایی و درک مفاهیم زمین‌شناسی ساختمانی و زمین‌ساخت منطقه مطالعاتی لازم است ابتدا وضعیت تکامل زمین‌ساختی ناحیه مطالعاتی بررسی شود و سپس در مبحثی دیگر به ارزیابی وضعیت ساختارهای زمین‌ساختی موجود در منطقه پرداخته شود.

### ۷-۱- تکامل زمین‌شناسی پهنه ساختاری بینالود

قدیمی‌ترین واحد چینه‌سنگی که در منطقه بینالود، در بیرون از گستره بررسی شده تاکنون گزارش شده است متعلق به سازند لالون است که در چند نقطه در جنوب ارتفاعات بینالود رخنمون دارد. این واحد که از واحدهای شاخص سنگ‌چینه‌ای ورقه ایران به شمار می‌آید به احتمال فراوان در اثر فرسایش فرازمین‌های گرانیتی و دگرگون شده ورقه ایران و عربستان و رسوب آن در محیط گرم و خشک ایجاد شده است که از نظر سنی به کامبرین پیشین نسبت داده می‌شود. به دنبال آن در اثر ژرف‌تر شدن حوضه رسوبی دریای اپی‌کنتیننتال کامبرین، رسوبگذاری سازند کربناتی میلا در کامبرین میانی تا بالای به وقوع می‌پیوندد. در اردوئیسین به نظر می‌رسد که منطقه بینالود از آب خارج بوده ولی فعالیت‌های آتشفشانی منجر به برونزد واحدهای آذرین بازیک در منطقه شده است که آثار آن در بخش‌هایی از لبه جنوبی این زون قابل مشاهده است. وجود درزه‌های ستونی (قائمی و همکاران، ۱۳۷۴) در مجموعه آتشفشانی اردوئیسین نشانگر شرایط محیطی خشکی است که هنگام سرد شدن این گدازه‌ها ایجاد می‌شود. از طرفی وجود طبقات نازکی از ماسه‌سنگ در این مجموعه حاکی از محیط کم ژرفای دریایی است. پس می‌توان یک محیط نیمه خشکی را در زمان وقوع آتشفشان برای این منطقه در نظر گرفت که نشان دهنده تحت کشش قرار گرفتن این ناحیه در زمان اردوئیسین است. متعاقب آن با آرام شدن فعالیت‌های آتشفشانی دریا تدریجاً منطقه را پوشانیده است و در سیلورین منجر به بر جای گذاری یک واحد ماسه‌سنگی کوارتزیته به نام سازند نیور می‌شود که به صورت دگرشیب بر روی واحدهای قدیم‌تر قرار می‌گیرد. این واحد در ادامه به طبقات آواری کربناتی و کربناتی تبدیل می‌شود که حکایت از افزایش نسبی ژرفای محیط رسوبی در زمان سیلورین دارد. در دونین طبقات کوارتزیته و ماسه‌سنگی سازند پادها در اثر پسروری آب دریا بر روی سازند نیور قرار می‌گیرد که در ادامه با افزایش ژرفای محیط رسوبی سازندهای کربناتی دولومیت سیب‌زار و آهک بهرام در محیط رسوبی دونین راسب می‌شوند. طبقات آهکی سازند



بهرام گسترش قابل توجهی در منطقه بینالود داشته است و از جمله واحدهای پالئوزویک منطقه مطالعاتی به شمار می‌آید.

ظاهر شدن سیل‌ها و روانه‌های دیابازی در سازندهای کربناتی دونین به خوبی می‌تواند شاهد بروز یک مرحله کشش در محدوده زمانی دونین پسین باشد. در کربونيفر و پرمین هر چند توالی‌های مشابه با دیگر نقاط ایران در این زون مشاهده نشده است ولی در لبه شمالی زون بینالود واحدهایی از شیل و ماسه‌سنگ دگرگونی شده، اسلیت و مرمر وجود دارد که به سبب بروز دگرگونی، کلیه آثار فسیلی آن قابل تشخیص نیست و به سن کربونيفر- پرمین نسبت داده می‌شوند. در واقع می‌توان گفت که دست‌کم تا اواخر پالئوزویک کلیه واحدهای سنگ‌چینه‌ای پهنه ساختاری بینالود مشابه ایران مرکزی بوده است. در تریاس میانی دو ورقه ایران و توران به هم برخورد می‌کنند و در نتیجه اقیانوس پالئوتتیس بسته می‌شود. از این زمان به بعد وضعیت واحدهای چینه‌سنگی و تنوع آن وارد مرحله تازه‌ای از تکوین ناحیه‌ای این پهنه ساختاری می‌شود.

#### ۷-۲- پهنه ساختاری بینالود

زون مفصلی بینالود با طولی بیش از ده‌ها کیلومتر از مجموعه‌ای متشکل از سنگ‌های افیولیتی و سنگ‌های دگرگونی وابسته به آن تشکیل یافته است. بخش افیولیتی که به عنوان بقایایی از پوسته اقیانوسی پالئوتتیس و سنگ‌های همراه به شمار می‌روند، پس از برخورد دو ورقه ایران و توران بر روی لبه جنوبی رانده شده است به همین دلیل بیشترین سطوح تماس واحدهای متشکله به صورت راندگی مشاهده می‌شود. این مجموعه از سنگ‌های مافیک و اولترامافیک مانند پیروکسینیت، گابرو، ورلیت و لرزولیت به همراه گدازه‌هایی از بازالت‌های بالشی، مرمر، متاچرت، اسلیت و فیلیت تشکیل یافته است. متاچرت‌ها و مرمرها به صورت نواری مشخص بوده و دارای رده‌بندی یکنواخت و نازکی هستند. مجموعه افیولیتی در این بخش توسط سنگ‌های رسوبی دگرگون شده که عمدتاً شامل اسلیت، فیلیت، مرمر، شیست، کنگلومرای دگرگون شده و اولیستوستروم‌ها است، احاطه شده است. افزون بر سنگ‌های بالا مقادیر اندکی کوارتزیت، گدازه‌های مافیک و آمفیبولیت در این بخش نیز دیده می‌شود. رده‌بندی تدریجی در اسلیت‌ها و فیلیت‌ها و وجود بلوک‌های بیگانه گویای توریدایتی بودن رسوبات اولیه این سنگ‌هاست. اولیستوستروم‌ها نیز عدسی شکل هستند و ستبرایی حدود ۱۰ متر و طول بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر را دارند و عموماً واجد طبقات کربناتی بوده که در برخی مناطق دارای فسیل‌های دریایی با حفظ‌شدگی ضعیف همچون کرینوبید هستند. سنگ‌های آذرآواری دگرگون شده با گسترش کم و موضعی از اجزاء دیگر این واحدها به شمار می‌آیند. این سنگ‌ها شامل توف و لاپیلی توف دگرگون شده‌ای هستند که نتیجه فعالیت‌های آتشفشانی در محیط خشکی بوده و پس از تشکیل به شکل ورقه‌های رورانده از محل واقعی خود حمل و به این مجموعه افزوده شده است. بخش وسیع دیگری از پهنه ساختاری بینالود از رسوبات شیلی و ماسه‌سنگی تشکیل یافته که پس از برخورد دو ورقه یادشده در حوضه‌های رسوبی پیش بوم راسب شده‌اند. این مجموعه که در گزارش‌ها و نوشته‌های پیشین با عنوان فیلیت مشهد نامیده می‌شوند دگرگونی کمی را در حد شیست سبز نشان می‌دهند و بیشتر شامل توالی‌های ستبری از اسلیت، فیلیت و شیل کمی دگرگون شده هستند که در آن طبقاتی از سیلتستون، متاسیلتستون و متاسندستون نیز مشاهده می‌شود. بر اساس یافته‌های فسیلی سن تریاس پسین - ژوراسیک پیشین به این مجموعه نسبت داده می‌شود. در اثر



ذوب بخشی پوسته که در نتیجه برخورد دو ورق حادث می‌شود توده‌های گرانیتوبیدی در بخش‌هایی از این واحد نفوذ کرده است. به دنبال آن افزایش فشار چین‌خوردگی و بالا آمدگی منطقه بینالود را متأثر کرده و در اثر فرآیندهای فرسایشی رسوبات آواری سازند شمشک به سن ژوراسیک پیشین که حاصل تخریب ارتفاعات بوده و در حقیقت رسوبات مولاس به حساب می‌آیند در حوضه راسب می‌شوند. در اواخر ژوراسیک پیشین فشارهای کوهزایی حاصل از کوهزاد سیمین پیشین منجر به آن می‌شود که قطعاتی از سازند شمشک از سمت شمال خاور به سمت جنوب باختر بر روی ورقه ایران رانده شود. این رخساره مولاس در نواحی شمال بینالود به صورت آواری‌های دانه درشت کنگلومرایبی ایجاد گشته که وجود رگه‌هایی از زغال و یا فسیل‌های گیاهی نشان از شرایط دلتایی حاکم بر حوضه در آن زمان دارد. با آرام شدن محیط و فرونشست بیشتر منطقه که به دنبال برخاست مجموعه است مارن‌های خاکستری روشن سازند دلیچای و سپس سنگ‌آهک‌های سازند لاز در منطقه راسب شده است (باختر منطقه).

در پایان ژوراسیک اقیانوس نئوتتیس که در جنوب باختری ایران جای داشته شروع به بسته شده کرده که در نتیجه آن صفحه ایران تحت فشار قرار می‌گیرد. این حرکات که به کوهزایی سیمین پسین مربوط است سبب بالا آمدن و خروج بخش‌های زیادی از ایران از آب شده به طوری که بیشترین بخش رسوبات دوره ی کرتاسه در منطقه بینالود نهشته نمی‌شود. در ترشیری وجود باریکه‌های اقیانوسی در بخش‌های جنوبی این زون منجر به رسوب طبقات آواری در پالئوسن و آهکی در ائوسن شده است. در ائوسن زیرین پس از یک مرحله فعالیت‌های آتشفشانی با ترکیب حد واسط، به دنبال آن رسوبات آذرآواری این زمان در منطقه تشکیل می‌شود. به نظر می‌رسد که به دنبال افزایش فشارهای زمین‌ساختی در اواخر ترشیری و حتی نئوژن که ماهیت کوهزادی نیز دارند روواندگی‌های بینالود که به صورت ورقه‌های رووانده ظاهر می‌شوند. ادامه داشته که حاصل آن بر جای‌گذاری رسوبات سرخ رنگ قاره‌ای در نئوژن است که در حوضه پیشانی زون بینالود (foreland) تشکیل شده است که در دامنه‌های جنوبی این زون تظاهر دارند. در اواخر نئوژن بر جای‌گذاری رسوبات پلیو-کواترنری نشان از آخرین عملکرد فازهای کوهزایی آلپی در این زمان دارد. در کواترنری نیز پهنه‌ی ساختاری بینالود در حال فرسایش است که حاصل آن ایجاد رسوبات مخروط افکنه‌ای، یادگانه‌های آبرفتی قدیم، جوان و در نهایت رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر است. در حال حاضر نیز شدت عملکرد فازهای فشار حتی منجر به رانده شدن نهشته‌های آبرفتی بر روی واحدهای قدیم‌تر گشته است.

### ۷-۳- کوهزادهای مؤثر بر منطقه بینالود

وقایع و رخداد‌های کوهزایی مؤثر بر منطقه بینالود در دو بخش، رخداد‌های پیش از بسته شدن پالئوتتیس و رخداد‌های مؤثر پس از برخورد، قابل بحث و بررسی است. با مروری بر واحدهای سنگی و چینه‌سنگی پهنه ساختاری بینالود در پالئوزویک به وضوح در می‌یابیم که بیشتر واحدهای زمین‌شناسی یادشده تطابق قابل توجهی با واحدهای مشابه در ایران مرکزی دارند. به عبارتی دست‌کم در پالئوزویک پهنه ساختاری یادشده در بخش شمال خاوری زون ایران مرکزی قرار داشته است. با مروری به رخداد‌های کوهزایی مؤثر در ایران مرکزی و تطابق آن با واحدهای زمین‌شناسی موجود و قابل مشاهده در زون بینالود به صراحت می‌توان تأثیر و عملکرد چند فاز کوهزایی مهم و با اهمیت را در زمان پالئوزویک برای این زون تصور کرد. در این منطقه احتمالاً حرکت‌های زمین‌ساختی قابل قیاس با رخداد کالدونی که از اواخر اردویسین آغاز شده و تا زمان سیلورین ادامه داشته، دیده می‌شود. به طوری که گواه آن،



بروز تکاپوهای آتشفشانی در زمان یاد شده است که واحدهای سنگی آن در منطقه مطالعاتی نیز مشاهده می‌شود. به عقیده نبوی (۱۳۵۵) نیز ماگماتیسیم‌های شکافی در خاور مرکزی ایران نتیجه عملکرد کوهزایی یادشده است. همچنین مؤمن‌زاده (۱۳۶۰) پیامدهای رویداد کالدونی در ایران مرکزی را متأثر به تظاهر و تمرکز ذخایری از کانسارهای همزاد آهن در منطقه می‌داند. پس به واقع می‌توان گفت که مهمترین رخداد کوهزایی که در پالئوزویک زیرین در منطقه مؤثر بوده و آثار و شواهد آن به وضوح در بینالود مشاهده می‌شود، عملکرد رخداد کالدونی بوده است.

پس از آن در پالئوزویک بالایی در منطقه بینالود عملکرد فاز کوهزایی هرسی‌نین را داریم که منجر به دگرگون شدن رسوبات آواری دانه ریز و کربناتی کربونیفر- پرمین در منطقه گشته که دست‌کم دو فاز دگرگونی آن مربوط به عملکرد رخداد هرسی‌نین و فاز دیگر آن مربوط به رخداد سیمین پیشین است (مجیدی، ۱۹۷۸). در اثر این رخداد که تظاهر سنگ‌های آن را می‌توان در منطقه خلج و ویرانی به وضوح مشاهده کرد، از اسلیت، فیلیت و مرمر تشکیل می‌شود. در منطقه مطالعاتی بوژمهران عملکرد فاز هرسی‌نین به سبب نبود رسوبات کربونیفر و پرمین بیش از این قابل بحث نیست. به دنبال عملکرد اولین فاز کوهزاد آلی (سیمین پیشین) در تریاس پسین که همگرایی و برخورد دو ورقه ایران و توران و در نهایت بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس را به همراه دارد در زون بینالود و منطقه مطالعاتی دگرشکلی‌ها و دگرگونی‌های قابل توجهی را ایجاد کرده است. در واقع می‌توان گفت که رخداد کوهزایی آلی مهمترین کوهزادی بوده که در ایجاد این زون و بروز تحولات ریخت‌شناختی- زمین‌ساختی پس از آن در منطقه نقش مهمی داشته است. به دنبال عملکرد فاز کوهزایی سیمین پیشین افزون بر ایجاد سومین دگرگونی بارز در رسوبات کربونیفر- پرمین منطقه بینالود، رسوبات آواری موجود در پیش بوم این حوضه که پس از برخورد دو ورق ایجاد می‌شود را در حد رخساره شیبست‌سبز دگرگون کرده است و مجموعه‌هایی را در حد اسلیت، فیلیت و متاسندستون ایجاد کرده که بدان فیلیت مشهد نامیده می‌شود. همچنین در اثر ادامه همگرایی یادشده ایجاد توده‌های گرانیتی در محل برخورد دو ورق، از دیگر رخداد‌های حاصله از عملکرد فاز کوهزاد سیمین پیشین است.

عملکرد دومین فاز کوهزایی آلی و سیمین میانی در ژوراسیک میانی در منطقه بینالود بیشتر با ایجاد واحدهای رسوبی کنگلومرایی همراه بوده است که مجموعه‌های ستبری از طبقات کنگلومرایی ژوراسیک میانی تا بالایی را در منطقه و به خصوص در بخش شمالی این حوزه بر جای گذاشته است. به طوری که حتی در واحدهای کنگلومرایی اخیر نیز آثار دگرشیبی مشاهده می‌شود که نشان از پویایی منطقه در این زمان دارد. شیبست‌واریگی تأخیری دگرگونی‌های پالئوزویک مشهد گاه به این رخداد کوهزایی نسبت داده می‌شود.

عملکرد فاز کوهزایی سیمین پسین در اواخر ژوراسیک تا اوایل کرتاسه منجر به بالا آمدگی حوضه رسوبی گشته و بدین سبب شرایط را برای بر جای گذاری رسوبات کرتاسه در منطقه فراهم می‌کند. به دنبال تأثیر فازهای پایانی آلی در منطقه بینالود که به ویژه آثار آن در چین‌خوردگی و دگرشیبی میان واحدهای سنگ‌چینه‌ای آذرآواری پالئوزن و نئوزن محرز است، بخش قابل توجهی از سیمای ریخت‌شناختی منطقه را دستخوش تغییر قرار می‌دهد و بالاخره رخداد پاسادانین در اواخر پلیوسن مهمترین و آخرین فاز کوهزایی است که در منطقه ویژگی‌های کوهزایی داشته و



منجر به چین‌خوردگی رسوبات کنگلومرای پلیوسن و بالآآمدگی مخروط‌افکنه‌های آبرفتی و پادگانه‌های آبرفتی قدیم در حدود ۱/۸ میلیون سال پیش شده است.

#### ۴-۷- ویژگی‌های ساختمانی - ساختاری منطقه مطالعاتی بوژمهران

همان‌طور که در مباحث پیشین به آن اشاره شد تحول ساختمان-ساختاری پهنه ساختاری بینالود منجر به ایجاد ویژگی‌های زمین‌شناسی ساختمانی خاص در آن شده که به تبع آن این ویژگی‌ها در منطقه بوژمهران قابل بررسی است. وجود گسله‌ها، درزه‌ها و چین‌خوردگی‌ها از مظاهر تکوین زمین‌ساخت منطقه هستند که در زیر به توصیف آن می‌پردازیم.

#### ۸- گسله‌ها یا شکستگی‌های بزرگ مقیاس

در منطقه مطالعاتی همانند پهنه ساختاری بینالود، گسله‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، به طوری که در همبندی میان بیشتر واحدهای سنگ‌چینه‌ای و سنگی منطقه گسله‌ها نقش بارزی را ایفا می‌کنند. به طور کلی می‌توان گفت که سامانه گسله‌های راندگی نقش بارزی را در زون بینالود داشته که خود به نحوی شاخص تصادم و اعمال نیروهای فشارشی را در این ایالت ساختاری نمایان می‌سازند. سامانه کلی راندگی‌ها از نوع آنتی‌فورمال است که البته در جبهه تراست مؤلفه‌های امتداد لغز به وضوح مشاهده می‌شود. امتداد این گسله‌ها شمال‌باختر- جنوب‌خاور بوده و موجب راندگی واحدهای زمین‌شناسی پهنه ساختاری بر روی یکدیگر می‌شوند. افزون بر آن در اثر ادامه روند حرکتی گسله‌های یادشده به نظر می‌رسد شرایط ویژه‌ای را برای بروز رانش‌های زمین که به وضوح در چند نقطه قابل مشاهده است را فراهم می‌سازد. مهم‌ترین گسله راندگی موجود در منطقه مطالعاتی گسله بینالود است که با روند شمال‌باختر- جنوب‌خاور (N45W) در منطقه مطالعاتی تظاهر دارد. این گسله به طور کل باعث رانده شدن واحدهای فیلیتی مشهد بر روی نهشته‌های رسوبی دوران سوم منطقه می‌شود. شیب گسله هر چند متغیر است، ولی اغلب مقدار آن از ۳۰ درجه کمتر است. فعالیت این گسله در حال حاضر نیز دیده می‌شود. گسله دیگری که در شمال منطقه مطالعاتی اهمیت دارد گسله راندگی رود است. این گسله که با روند باختر به خاور (N 90 W) و شیب بیش از ۳۰ درجه به سمت شمال خاور از آبدادی رود در شمال منطقه مطالعاتی می‌گذرد، موجب راندگی کنگلومرای سرخ رنگ میوسن بر روی واحدهای آذرآواری ائوسن می‌شود. با این حال هر کجا از گستره نهشته‌های رسوبی سرخ رنگ میوسن که فاقد کنگلومرای قاعده‌ای بود اثری باشد به وضوح نیز می‌توان راندگی اخیر را مشاهده کرد. در طول این راندگی لغزش‌های قابل توجهی نیز به وقوع پیوسته که عامل محرک در ایجاد رانش‌های زمین قطعاً عملکرد گسله بوده است. لازم به بیان است که گسله یادشده مؤلفه امتدادلغز نیز دارد.

#### ۸-۱- چین‌خوردگی‌ها

چین‌خوردگی‌های موجود در منطقه مطالعاتی در دو الگوی رفتاری قابل بحث و بررسی است. در الگوی اول چین‌خوردگی در اثر عملکرد فازهای کوهزایی و اعمال تنش‌های فشارشی در واحدهای چینه‌سنگی حاصل می‌شوند که آثار آن به صورت بروز ساختمان‌های تاقدیسی و ناودیسی و همچنین دگرشیبی میان واحدهای چینه‌سنگی پهنه ساختاری یادشده مشهود است که نمونه بارز آن دگرشیبی میان رسوبات پلیو-کواترنری و میوسن است که در شمال

خاوری آبادی دشت به وضوح دیده می‌شود. در الگوی دوم که مرتبط با حرکت ورقه‌های رورانده در پهنه ساختاری بینالود است، در اثر اعمال تنش‌های وارده و حرکت روراندگی ورقه‌های یادشده در دامنه‌ها و جبهه‌های راندگی و مرتبط با نوع سازوکار رانشی که عمدتاً دارای سازوکار تراستی است، واحدهای چینه‌سنگی افزون‌بر رانده شدن و حرکت جبهه راندگی، چین‌خوردگی‌هایی در اثر شدت، سرعت و گستردگی جبهه‌های رورانده حادث می‌شود که می‌توان محور آنها را بر روی نقشه نمایان ساخت. این وضعیت بیشتر زمانی مشاهده می‌شود که اولاً سبب تداخل زیاد باشد و ثانیاً اعمال تنش فشاری بدون انقطاع در زمان مورد نظر ادامه داشته باشد. چنین چین‌خوردگی‌هایی را در جبهه رورانده واحد سرخ رنگ میوسن به وضوح می‌توان مشاهده کرد.

#### ۸-۲- درزه‌ها

در اثر اعمال تنش‌های فشارشی یا کششی شکستگی‌های کوچک (درزه‌ها) در واحدهای سنگی و چینه‌سنگی حوزه حادث می‌شوند. در نگاه کلی می‌توان درزه‌های موجود در واحدهای زمین‌شناسی منطقه را در دو رده درزه‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک رده‌بندی کرد.

درزه‌های سیستماتیک که غالب درزه‌های منطقه مطالعاتی را تشکیل می‌دهند، در اثر سازوکار حرکتی گسله‌ها و یا بروز ساختارهای چین‌خورد ایجاد می‌شوند. در این نوع از درزه‌ها می‌توان با برداشتهای دقیق ساختاری و اندازه‌گیری مؤلفه‌های مورد نظر صفحه‌ای و خطی در هر واحد سنگ‌شناختی اطلاعات لازم را راجع به سازوکار گسله‌ها و چین‌خوردگی‌ها کسب کرد. در رابطه با درزه‌های ایجاد شده در اثر چین‌خوردگی نیز می‌توان پس از اندازه‌گیری کلی درزه‌ها، به‌طور سیستماتیک درزه‌های طولی، عرضی و مایل را از نظر تمرکز، شدت و امتداد آن محاسبه کرد.

نوع درزه‌های غیرسیستماتیک نیز که در واحدهای آذرین منطقه بیشترین تظاهر را دارند، عموماً در اثر سرد شدن ماگما حادث می‌شوند، تنها می‌توان پس از برداشتهای زمین‌شناسی دقیق به سمت و سوی ایجاد درزه‌ها و تمرکز آنها در جهات جغرافیایی پرداخت. این نوع درزه‌ها نیز در منطقه مطالعاتی در واحدهای آذرین دوران اول مشاهده می‌شوند.

#### ۹- زمین‌شناسی اقتصادی

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در منطقه مطالعاتی و با عنایت به وجود ذخایر قابل استحصال فلزی و غیرفلزی در مناطق همجوار و وجود واحدهای زمین‌شناسی مشابه، پتانسیل‌های موجود در منطقه مطالعاتی را می‌توان در سه مقوله رده‌بندی کرد که در زیر به توصیف آنها به اختصار می‌پردازیم.

**الف)** وجود رگه‌های نازک از کانی‌های فلزی همچون اولیژیست و همتایت در واحدهای چینه‌سنگی پالئوزویک که به ویژه در برش‌های پیمایش شده در دره بوژان و دره رود به وضوح قابل مشاهده است، شرایط بالقوه‌ای را برای مطالعات اکتشافی در این ناحیه فراهم می‌سازد. فراوانی کانی‌های یادشده در مسیر رودخانه‌های بوژان و رود شرایط منحصر به فردی را برای بررسی‌های ژئوشیمیایی در منطقه ایجاد می‌کند که با عنایت بدان در حال حاضر مراحل نهایی اکتشافات اولیه در این مناطق در حال انجام است.



ب) وجود طبقات به نسبت سستبر لایه‌ای از گچ در طبقات بالایی رسوبات ترشیری که جایگاه چینه‌شناختی آن مشخص است می‌تواند در صورت طی مراحل اکتشافی و پی‌جویی این کانسار غیرفلزی برای استحصال و ایجاد کارگاه‌های فرآوری و پخت گچ در منطقه اقدام شود که هم اکنون این مهم در نواحی باختری منطقه مطالعاتی (باغشن) نیز در حال انجام است.

ج) وجود منابع قابل توجهی از شن و ماسه که هم اکنون سه کارگاه آن فعال است (در نواحی جنوب خاوری بوژمهران، شمال و جنوب خاور فرخک) برای دانه‌بندی شن و ماسه فعالیت می‌کنند از جمله نقاط واجد شرایط بالقوه اقتصادی در منطقه به شمار می‌روند.

#### ۱۰- نقاط مهم زمین‌شناسی در منطقه از دیدگاه علمی، گردشگری و آموزشی

منطقه مطالعاتی به سبب وجود ساختارهای زمین‌ساختی و یا ساختمان‌های ایجاد شده توسط این فعالیت‌ها از نظر زمین‌شناسی بسیار حائز اهمیت است و برای بازدید دانشجویان و دانش‌آموختگان رشته‌های معدن و زمین‌شناسی مکان مناسبی تلقی می‌شود. وجود گسله‌های تراستی با سازوکارهای امتدادلغز، چین‌خوردگی‌ها، لغزش‌ها و ..... هر کدام جلوه‌های ویژه‌ای به منطقه می‌دهد. افزون بر این گسترش رسوبات پالئوژن و نئوژن در منطقه مورد مطالعه شرایط بهینه‌ای را در برای تفسیر کلی وقایع قدیمه در این زمان در لبه شمالی خرد قاره ایران مرکزی و در مجاورت و همبری با پهنه ساختاری بینالود فراهم می‌سازد. همچنین وجود دره‌ها و مسیرهای زهکشی همچون رود و بوژان از نظر گردشگری حائز اهمیت است و می‌تواند به عنوان جذب توریست مورد توجه قرار گیرد. وجود پادگان‌های نظامی - تربیتی - آموزشی در منطقه باغورد نیز از جمله مکان‌های آموزشی - نظامی به حساب می‌آید که در شمال منطقه مطالعاتی احداث شده است.

#### سپاسگزاری

انجام این مهم صرفاً با عنایت و راهنمایی‌های سروران، بزرگواران و همکاران گرامی انجام پذیرفته است. بنابراین واجب و لازم است تا از زحمات بیدریغ این عزیزان تشکر و قدردانی شود. از جناب آقای مهندس جمال روشن‌روان سرپرست مدیریت شمال خاوری و کادر اداری - مالی آقایان مهندس جعفر رکنی و مجید رحیم‌نژاد برای انجام مراحل اداری، از سرکار خانم مهندس مریم بهره‌مند که مطالعات فسیل‌شناسی را انجام داده‌اند، از سرکار خانم مهندس نسترن شجاعی کاوه که مطالعات سنگ‌شناسی را انجام داده‌اند، از آقای مهندس ناصر نیمی قصابیان و خانم مهندس محبوبه پرورش که تهیه و پردازش تصاویر ماهواره‌ای منطقه را بر عهده داشته‌اند و از راهنمایی‌های علمی جناب آقای مهندس قائمی در این مطالعات، تشکر ویژه‌ای می‌شود. از مسئول نقلیه جناب آقای ناصر جعفری و رانندگان محترم آقایان شکوهی، حیدری و پاکروان و از سرکار خانم صدیقه خوش‌بزم و نسرین سمائی برای تایپ سپاسگزاری می‌شود. در خاتمه توفیق روزافزون این عزیزان را از خداوند متعال مسئلت دارم.

## کتابنگاری

- اشتوکلین، ی.، ستوده‌نیا، الف.، ۱۳۷۰: فرهنگ چین‌شناسی ایران، گزارش شماره ۱۸، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- آقنابتی، علی، ۱۳۸۳: زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- پورلطیفی، علی، ۱۳۷۷: نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، طبقه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- درویش‌زاده، علی، ۱۳۷۰: زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیر کبیر.
- شرکت آبخیز گستر، ۱۳۸۷: گزارش هواشناسی - هیدرولوژی حوزه آبخیز فاروب- رومان شهرستان نیشابور.
- قائمی، فرخ، ۱۳۷۶: نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، نیشابور، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- قلمقاش، جلیل و همکاران، ۱۳۸۷: راهنمای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰.
- نبوی، م.، ۱۳۵۵. دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- Alavi, M., 1991: Sedimentary and structural characteristics of the paleo-tethys remnants in northeastern Iran. Geol. Soc. Am. Bul.103, 983-992.
- Berberian, M. and King, G.C.P., 1981: Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran, Con. J. Earth sci.18: 210-265.





**MINISTRY OF INDUSTRIES, MINE & TRADE**  
**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
**Northeast Regional Geology Centre (Mashhad)**  
General Geology Project

**Geological report of the Bouzhmehran map**  
**(1:25000)**  
**7762 II NE**

Geologist: A. Mafi  
Paleontologist: M. Bahrehmand and A. Mafi,  
Petrographist: N. Shojai Kaveh  
Structural Geology: N. Naeimi Ghasabian

Published year: 2014