



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی 1:100.000 قروه

شماره برگه:

5560

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

م. حسینی، ف. موسوی، م. کریمی نیا

سال تولید:

1999

TR279

## گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

## برگه شماره ۵۵۶۰ - قروه

## جغرافیا و ریخت شناسی

ورقه قروه در بخش جنوب خاوری چهارگوش سنندج (۱:۲۵۰,۰۰۰) و در استان کردستان واقع شده است. شهرستان قروه با نزدیک به ۹۰,۰۰۰ نفر جمعیت بزرگترین تمرکز انسانی در این ناحیه است. پس از آن سریش آباد، یزج، صندوق آباد و دلبران از نقاط پرجمعیت به حساب می آیند. از راه های موجود، می توان جاده آسفالت همدان به سنندج را نام برد که محور اصلی ارتباطی منطقه است و راه های پرشماری به طرف شمال و جنوب از آن منشعب می شود. راه مهم دیگر، جاده قروه-بیجار است که آسفالت درجه ۲ است. بطور کلی، ناحیه مورد مطالعه، از نظر راه های ارتباطی، وضعیت مناسبی دارد. هرچند که بسیاری از راه های روستایی از نوع شوسه درجه ۱ و ۲ می باشد. ورقه قروه از نگاه ریخت شناسی، از دو بخش کاملاً متمایز تشکیل شده که عبارتند از:

**بخش مرتفع و کوهستانی** - در جنوب، که از سنگ های دگرگونی شیست، مرمر، امفیبولیت، گنیس به همراه توده های نفوذی آذرین با ترکیب مختلف، تشکیل گردیده و دارای توپوگرافی خشن با دره های پرشیب می باشد. از کوه های مهم این بخش می توان کوه بیر با ارتفاع ۳۲۴۵ متر، پریشان ۲۵۷۰ متر، کوه دروازه ۳۱۶۲ متر و کوه ابراهیم با ارتفاع ۲۷۹۳ متر از سطح دریا را نام برد.

**نیمه شمالی** - که بخش عمده آن بصورت پست و نسبتاً هموار و متشکل از تراورتن، سنگ آهک رسی، مارن، توف و ... می باشد. بعلاوه کوه های حاصل از فعالیت آتشفشانی در شمال قروه که وضعیت خاصی به ریخت شناسی این منطقه بخشیده است. در این رابطه کوه سیاه با ۲۲۸۷ متر و کوه شیدا با ارتفاع ۲۲۴۴ متر از سطح دریا قابل ذکر می باشند. این منطقه سردسیر است و در اغلب زمستان ها، ریزش برف سنگین مشاهده می شود. فصل بهار، کوتاه و بالعکس پائیز و زمستان، طولانی می باشد. دی ماه، سردترین ماه سال با دمای ۲۰- تا ۲- درجه سانتیگراد و تیرماه، گرم ترین زمان سال است که حداکثر دمای آن به ۳۶°C می رسد. بارندگی، در سال های مختلف، نوسان شدید نشان می دهد، ولی روی هم رفته تعداد سال های مرطوب بیش از سال های خشک کم باران است. باردهای مرطوب باختر و شمال، عامل بارندگی در این منطقه هستند. از رودخانه های مهم، می توان رودشور را نام برد که از ارتفاعات جنوب ورقه سرچشمه گرفته است. این رود در شمال منطقه به رودخانه یاچم تلوار می ریزد که نهایتاً به رودخانه قزل اوزن می پیوندد. گویش مردم این منطقه، ترکی و کردی است. مخلوط بودن این گویش، به دلیل هم مرز بودن با استان همدان است. مردم ساکن در خاور رودخانه شور، اعم از کرد زبان و ترک زبان، شیعه می باشند، ولی هر چه به طرف باختر پیش رویم، بر تعداد پیروان اهل تسنن افزوده می شود.

## زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه، از نظر ساختمانی، در زون سنندج-سیرجان قرار دارد که به تبع آن دارای ویژگی های زون یاد شده می باشد. با این همه، چهره ظاهری جنوب ورقه با شمال آن کاملاً متفاوت است. سنگ های نیمه جنوبی، عمدتاً دگرگون می باشند. دگرگونی بعنوان مهم ترین و بارزترین پدیده حاکم، و به صورت دگرگونی ناحیه ای، مجاورتی و دگرگونی دینامیک (کاتاکلاستیک) ظهور یافته است. علاوه بر این، ماگماتیزم و پدیده های وابسته نیز فعال و کارساز بوده، تاثیر بسزایی در سرنوشت زمین شناسی این منطقه داشته اند. عملکرد عوامل یاد شده، مسایل بغرنج و پیچیده ای را در این قسمت از زون سنندج-سیرجان بوجود آورده است که حل آن ها، مستلزم تفکیک دقیق دگرگونی، ماگماتیزم و دگر شکلی های موجود در سنگ ها و تعیین قلمرو خاص هر یک از این وقایع می باشد. نیمه شمالی ورقه مورد مطالعه، تحت تاثیر نهشته های نئوژن و کواترنر و نیز فعالیت آتشفشانی گسترده، چهره دیگر پیدا کرده است. به بیان دیگر

سنگ‌های قدیمی مربوطه به شمال ورقه، تماماً در زیر انباشت‌های مختلف رسوبی، آذرآواری و گدازه مدفوع شده‌اند. بطوری که آثار محدود و پراکنده‌ای از دگرگونه‌های قبل از ترشیری در نواحی مجاور منطقه مورد مطالعه بچشم می‌خورد. با توجه به مطالب یاد شده زمین‌شناسی جنوب و شمال ورقه قروه را بصورت جداگانه، توضیح می‌دهیم.

#### زمین‌شناسی نیمه جنوبی

برونزدهای موجود در این منطقه، در واقع، ادامه توالی‌های ورقه سنقر می‌باشند. از اینرو، شباهت‌ها و همانندی‌هایی، ویژه در اطراف مرز دو ورقه، وجود دارد که بناچار از یافته‌های مهم و کلیدی ورقه مزبور استفاده شده است. توالی چینه‌ای سنگ‌های موجود از پائین به بالا شامل سنگ‌های دگرگونه تریاس، تریاس-ژوراسیک، و سنگ‌های نادگرگونه ائوسن می‌باشد. لازم به یادآوری است که برای واحدهای منسوب به تریاس-ژوراسیک دلایل فسیل‌شناسی نیافته‌ایم و این سن‌گذاری بناچار بر اساس رابطه این واحدها با سنگ‌های مربوط به تریاس و ژوراسیک صورت گرفته است. علاوه بر این، توده‌های نفوذی با ترکیب گابرو دیوریت، دیوریت، گرانودیوریت سینیت و گرانیت وجود دارد که از لحاظ سن، جوان‌تر از دگرگونه‌های یاد شده هستند. ولی بخش قابل توجهی از آن‌ها بر اثر دگرگونی دینامیک دچار تغییر و تحول آشکاری گردیده‌اند.

در زیر برترتیب از قدیم به جدید، شرح هر کدام از واحدها را آورده‌ایم.

#### TR<sup>m</sup> - متاولکانیک بادرون لایه‌هایی از مرمر

این واحد عمدتاً در مرز جنوبی ورقه قروه، پیرامون روستاهای گردکانه، سالارآباد و بشیرآباد برونزد دارد. ضخامت آن بیش از ۱۵۰۰ متر برآورد می‌گردد. سنگ‌های آتشفشانی زیر دریایی شامل اسپیلیت، بازالت، اندزیت و بندرت ریولیت هستند و بعضاً در آن‌ها ساخت بالشی (Pillow structure) دیده می‌شود. علاوه بر این، سنگ‌های توفی دانه‌ریز و توف برش نیز وجود دارند. رنگ آن‌ها سبز، خاکستری تیره و سیاه می‌باشد. رنگ مرمرهای موجود در این مجموعه، گلی، کرم روشن و صورتی است. سنگ‌های یاد شده، در طی دگرگونی ناحیه‌ای، در رخساره شیست سبز دگرگون شده‌اند. البته بخش‌های محدودی از حد فیلیت و اسلیت تجاوز نکرده‌اند. پاراژنزکانی‌شناسی، بطور غالب، عبارت است از: کلریت، ترمولیت، و آکتینولیت که بعضاً تمرکزهایی از کوارتز، فلدسپات و کربنات نیز تشخیص داده می‌شود. بافت سنگ‌ها پورفیروبلاستیک تا گرونوبلاستیک است. در شمال خاوری گردکانه پائین، زبانه‌ها و ادایک‌های بیشماری از جنس گرانیت پورفیروئید به رنگ کرم روشن، در داخل این واحد تزریق شده که عمدتاً در جهت شیستوزیته سنگ‌ها قرار دارند و در نقشه فقط بخشی از آن‌ها را نشان داده‌ایم.

این واحد از نظر فسیل، در محدوده ورقه قروه، بسیار فقیر و منحصر به حضور کرینوئید است. از این رو سن‌گذاری آن، با استفاده از فسیل‌های بدست آمده، در نقطه‌ای نزدیک به مرز دو ورقه سنقر و قروه صورت گرفته است. در نقشه سنقر (اشراقی-جعفریان). از واحد<sup>۱</sup> (سنگ آهک تخریبی) میکروفسیل‌هایی به سن تریاس میانی تا فوقانی ارائه شده که خوشبختانه واحد مزبور، در ورقه قروه نیز ادامه یافته است و از نظر موقعیت چینه‌شناسی جزئی از واحد TR<sup>m</sup> نیز محسوب می‌گردد. بر این اساس، می‌توان گفت که سن واحد R<sup>m</sup>، تریاس می‌باشد. میکروفسیل‌های یاد شده به شرح ذیل است.

Glomospira Tolypamma? Sp., Agathammina? Sp., Lammellicomous cf. frocerus, Trocholina?  
Glomospirella sp., sp., Auloconous permodisoides, Earlandian sp., Spirobis sp.sp.,

#### TR<sup>com</sup> - کمپلکس دگرگونه سرتیپ آباد

این کمپلکس در خاور روستای سرتیپ آباد (۶ کیلومتری جنوب قروه) برونزد دارد و مجموعه‌ای است از: سنگ‌های آمفیبولیت، اورتوگنیس، میکاشیست، متاگابرو، متادیوریت و مرمر دارای کانی‌های اسکاپولیت بیوتیت و فلدسپات. آمفیبولیت‌های یاد شده دو دسته‌اند. یکی از منشاء سنگ‌های آذرین درونی نظیر گابرو، دیوریت و دیوریت گابرو و دیگری از منشاء سنگ‌های بازیک زیردریایی. این کمپلکس دو ویژگی مهم و قابل به شرح ذیل دارد.

- آثار و نشانه‌های آشکاری از مقدمات میگماتیت زایی، در سنگ‌های متشکله این کمپلکس، دیده می‌شود که بیانگر ذوب بخشی این سنگ‌ها و تولید متابازیت‌های میگماتیتی همراه با لوکوسم‌هایی از کوارتز و پلاژیوکلاز می‌باشد.

- بخش کوچکی از این کمپلکس، در رخساره پیروکسن هورنفلس (تاکتیت)، دچار دگرگونی مجاورتی گردیده که در فشار ۲ کیلو بار و حرارت حدود ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد تشکیل می‌شود و از نظر حرارت، معادل بخش آغازین رخساره گرانولیت، در دگرگونی ناحیه‌ای است. بنابراین مشاهده آثار اولیه میگماتیت‌زایی، در کمپلکس مورد بحث، کاملاً توجیه پذیر است، زیرا این نقطه معتدل‌ترین درجه حرارت منتج از توده‌های آذرین در ورقه قروه می‌باشد. مرم‌های موجود در این کمپلکس، دارای چرت فراوان هستند، دگرشکلی بسیار شدیدی را تحمل کرده‌اند و بعضاً بحالت اسکارن دیده می‌شوند. پاراژنز کانی‌شناسی آن‌ها به قرار زیر است.

کلسیت- اپیدوت- اولیوین- اسفن، فلوگوپیت و اسکاپولیت از نوع کلسیم دار (میونیت)

#### TR<sup>amf</sup> - تناوب مرمر - آمفیبولیت - آمفیبول شیست

این واحد در باختر روستای پریپشه و جنوب روستای قلعه برونزد دارد. ضخامت آن حدود ۱۰۰۰ متر برآورد می‌شود. آمفیبولیت‌ها به رنگ سیاه تیره (پرکلاگی) و مرم‌ها سفید شکری هستند. ضخامت لایه‌های مرمر حدود ۳ تا ۵ متر، ولی ضخامت لایه‌های آمفیبولیت بیش از ۱۰ متر می‌باشد. ساخت بالشی (Pillow Structure) بطور نادر، در آن‌ها دیده می‌شود و نشان می‌دهد که منشاء آن‌ها ولکانیک‌های بازیک زیر دریایی بوده که در تناوب با سنگ آهک ته نشست کرده‌اند. از نظر کانی‌شناسی شامل هورنبلند و پلاژیوکلازهای بشدت تجزیه شده است. فراوانی هورنبلند، بطور قابل ملاحظه‌ای، بیش از پلاژیوکلاز است و بصورت بلورهای منشوری یا ستونی شکل و با جهت یافتگی قرار گرفته و بعضاً به اکتینولیت تبدیل شده‌اند که نشانه دگرگونی قهقرایی (Retrograde) Metamorphism در آنالیز شیمیایی و با استفاده از نمودارهای تعیین ماهیت، مشخص گردید که سنگ ما در آمفیبولیت‌ها، بازالت‌های اولیه با ماهیت تولیتی متمایل به آلکان بوده است.

مرم‌های موجود در این واحد چین‌خوردگی بسیار شدیدی را تحمل کرده‌اند و ریز چین‌های بسیار فراوانی در آن‌ها بوجود آمده که عمدتاً از نوع متشابه (Similar) هستند.

#### TR<sup>mb</sup> - مرمر

این واحد به رنگ سفید تا صورتی و بصورت عدسی‌های کوچک و بزرگ، بطور پراکنده در داخل مجموعه TR<sup>m</sup> قرار دارد به دلیل لیتولوژی و رنگ متمایز سنگ‌های همجواری خود، نمود خاصی نشان می‌دهد. عمدتاً ریز بلور است و از نظر رنگ و کیفیت، قابل توجه می‌باشد. ولی بعلت خردشدگی و تکتونیزه بودن، تاکنون مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است.

#### TR<sup>mc</sup> - متانگلومر

این واحد گسترش کمی دارد و بطور محدود در شمال و شمال خاوری روستای گردکانه بالا برونزد دارد. ضخامت آن حدود ۱۵۰ متر است. قطعات متشکله موجود عبارت است از: قله‌های فیلیتی به همراه ماسه سنگ‌های کوارتزی با گردشدگی خوب که در داخل زمینه دانه‌ریزی از جنس کوارتز و پلاژیوکلاز که عمدتاً سرسیتی شده‌اند، اورتوز، مسکویت، کلریت و بیوتیت قرار دارند. کنگلومرای دگرگون شده مورد بحث، از بالا و پائین توسط سنگ‌های فیلیتی احاطه شده و گسترش جانبی آن هم محدود است. بنابراین از نوع کنگلومرای درون سازندی (Intra formational) می‌باشد.

#### TR<sup>sch</sup> - شیست، فیلیت

این سنگ‌ها، بعد از مرم‌ها، مهم‌ترین عضو مربوط به واحد اصلی TR<sup>m</sup> هستند که در شمال روستای سالارآباد و باختر روستای دره بزم برونزد دارند. فیلیت‌ها شامل کانی‌های ریز فیلسیلیکاته (کلریت، سرسیت و مسکویت) بعلاوه کوارتز با تبلور دوباره، که در جهت شیستوزیته سنگ طویل شدگی نشان می‌دهد، هستند. همچنین تجمع و تمرکز بلورهای کوارتز، بصورت رگه‌های ظریف، شیستوزیته را قطع نموده است. این سنگ‌ها غالباً حاوی اکسید آهن می‌باشند. شیست‌ها به رنگ سبز تیره و متشکل از کانی‌های کوارتز با تبلور مجدد و خاموشی موجی، پلاژیوکلاز به اندازه ۰/۵ میلیمتر تا بلورهای بسیار ریز، کانی‌های بیوتیت و فلوگوپیت بعلاوه بلورهای نسبتاً درشت تر مسکویت با قطر حدود ۰/۷ تا ۰/۵ میلیمتر، می‌باشند.

**TR<sup>mv</sup> - متاولکانیک**

این سنگ‌ها، گسترش پراکنده‌ای در شمال و خاور روستاهای گردکانه بالا و پائین دارند. رنگ آن‌ها سبز مایل به سیاه سات و از نظر کانی‌شناسی، بیش از ۵۰٪ حجم سنگ را کانی‌های آمفیبول از نوع ترمولیت و آکتینولیت تشکیل می‌دهند و مابین آن‌ها را فلدسپات پر کرده است. کانی‌های اسفن، اپیدوت، اکسید آهن و کلریت بعنوان کانی‌های فرعی و ثانویه می‌باشند.

**TR<sup>d</sup> - دولومیت و سنگ آهک با تبلور مجدد**

این واحد در جنوب روستای میخوران فرمان فرما و در مرز با ورقه سنقر، بعنوان عضوی از واحد اصلی TR<sup>m</sup> برونزد دارد. علاوه بر سنگ‌های کربناته یاد شده، سنگ‌های شیست و متاولکانیک نیز بطور فرعی در لابلای آن‌ها دیده می‌شود. رنگ دولومیتها و سنگ آهک، سفید شکر و هوازده آن‌ها کرم مایل به خاکستری است و ضخیم لایه تا توده‌ای می‌باشند.

**TR<sup>am</sup> - آمفیبولیت**

این واحد، عضوی از واحد اصلی R<sup>amf</sup> محسوب می‌شود که منحصرآ در جنوب روستای قلعه و باختر روستای جامه شوران برونزد دارد. رنگ آن‌ها سیاه تیره (پرکلاغی) و از نظر کانی‌شناسی دارای کانی‌هایی زیر است.

- پلاژیوکلاز بصورت شکل دار تا بی شکل که بعضاً به سرسیت تجزیه شده‌اند.

- آمفیبول (هورنبلند) با قطر چند دهم میلیمتر تا حداکثر ۱ میلیمتر و دارای چند رنگی سبز

- بیوتیت با قطر چند دهم میلیمتر

- کانی‌هایی کدر و اکسید آهن

**TR<sup>l</sup> - سنگ آهک کریستالین، آهک ماسه ای، آهک شیلی**

این واحد در باختر روستای سالارآباد و در مرز ورقه سنقر برونزد کوچکی را تشکیل داده، گسترش اصلی آن در ورقه سنقر ادامه یافته است. رنگ سنگ‌ها خاکستری مایل به سیاه می‌باشد. فسیل‌های کرینوئید و آگ در آن قابل تشخیص است و همانطور که قبلاً اشاره گردید، اشراقی - جعفریان در نقشه سنقر میکروفسیل‌های منسوب به تریاس میانی - فوقانی را از ادامه همین واحد گزارش کرده‌اند. ما نیز به استناد آن‌ها، سن این واحد و واحد زیرین آن (R<sup>m</sup>) را تریاس می دانیم.

**TRJ<sup>l</sup>** - این واحد نیز در جنوب ورقه و در اطراف روستای میخوران سادات رخنمون دارد و متشکل از سنگ آهک کریستالین، متاریولیت، سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی دگرگون شده و متاکنگلومرا می‌باشد. فسیل‌های محدودی از کرینوئید در سنگ آهک کریستالین یافت شد.

**TRJ<sup>mv</sup>** - این واحد با ضخامتی در حدود ۵۰۰ متر در خاور روستای میخوران فرمان فرما گسترش دارد. از نظر لیتولوژی، تناوبی است از سنگ‌های متاولکانیک (اسپیلیت، بازالت)، توفهای دگرگون شده و مرمر بهمراه درون لایه‌هایی از سنگ‌های شیست سبز، ساختمان بالشی (Pillow Structure) بعضاً قابل تشخیص است. شیستوزیته موجود در سنگ‌ها، عمدتاً در جهت لایه‌بندی و با روند شمال باختری - جنوب خاوری دیده می‌شود. متاولکانیکها سرشار از کانی‌هایی ترمولیت - آکتینولیت و کلریت می‌باشند. آمفیبول‌های یاد شده غالباً بصورت بلورهای سوزنی یا منشوری کشیده و جهت یافته قرار دارند. این سنگ‌ها در رخساره شیست سبز دگرگون شده‌اند.

**TRJ<sup>ph</sup>** - این واحد بصورت مجموعه‌ای از سنگ‌های میکاشیست - فیلیت - اسلیت و سنگ‌های آهکی و دولومیتی بلور دارد و بوضوح نشان می‌دهد که حجم ولکانیکهای زیردریایی کاهش نموده و بالعکس رسوبگذاری نهشته‌های پلیتی و ریزدانه‌افزایش یافته است. از نظر کانی‌شناسی، پیش از ۵۰ درصد حجم سنگ را کانی‌هایی فیلوسیلیکاته کلریت، موسکویت، سرسیت و بیوتیت تشکیل می‌دهند. حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد سنگ را کوارتز، بصورت بلورهای ریز و پراکنده، می‌سازد. برخی از نمونه‌ها سرشار از کوارتز و بیوتیت هستند. کوارتزها عمدتاً طویل شده و در جهت شیستوزیته قرار گرفته‌اند. کانی بیوتیت نیز بصورت فلس‌های خیلی ظریف و یا بصورت مجموعه‌های ورقه ای شکل ممتد، باعث

شیستوزیته ظریف سنگ شده است. بافت این سنگ‌ها غالباً شیستوز خیلی دانه‌ریز است. زبانه‌هایی از توده گرانیته پورفیروئید در داخل این واحد دیده می‌شود.

**TRJ<sup>l</sup>** - این واحد متشکل از سنگ آهک و دولومیت کریستالین، پیرامون روستاهای ورمقان، دره بزم و تازه آباد برونزد دارد. گسترش آن در مقایسه با واحدهای آتشفشانی-رسوبی اطراف کمتر است. رنگ سنگ‌ها خاکستری تیره، سفید شکری و نخودی مایل به کرم است که بخشی از آن‌ها به لحاظ کیفیت مناسب، تحت بهره‌برداری قرار دارند.

**TRJ<sup>mv,sch</sup>** - این رخساره را در جنوب روستای تازه آباد بعنوان بخشی از واحد اصلی **TRJ<sup>mv.1</sup>** در نظر گرفته‌ایم. تناوبی است از سنگ‌های متاولکانیک-شیست سبز به همراه درون لایه‌هایی از مرمر سفید رنگ. متاولکانیکها عمدتاً از کانی‌هایی ترمولیت و آکتینولیت بعلاوه مقدار کمی کلریت تشکیل شده‌اند و بافت سنگ از نوع بلاستیک است. مرمرها به رنگ سفید شکری، منظم لایه با ضخامت متوسط تا نازک لایه وجود دارند.

#### **TRJ<sup>am.1</sup>** - پارامفیبول شیست با درون لایه‌هایی از مرمر

این واحد با ضخامتی حدود ۶۵۰ متر، در شمال خاوری روستای قلائی لان و شمال پرپیشه برونزد دارد. شیست‌ها به رنگ سبز روشن و با رنگ هوازده قهوه‌ای تیره مایل به سیاه و به شدت متورق گردیده‌اند. سطح تورق (Schistosity) نیز دچار چین خوردگی شده و محور آن‌ها غالباً شمال باختری-جنوب خاوری است. پاراژنز کانی‌شناسی عبارت است از: کلریت + اپیدوت + آمفیبول.

آمفیبول‌ها از نوع ترمولیت و آکتینولیت هستند و کلریت‌ها عمدتاً بصورت چشم‌هایی وجود دارند که به موازات آن‌ها نوارهای سریسیت رشد کرده است. مرمرها دارای ترمولیت و فلوگوپیت می‌باشند که حدود ۱۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می‌دهند. به رنگ‌های سفید شکری، نخودی و زرد مایل به کرم دیده می‌شوند و بخشی از آن‌ها بعنوان سنگ تزئینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. واحدهای فرعی و کوچکتر **TRJ<sup>mh</sup>** (مرمر) و **TRJ<sup>sch</sup>** (شیست) در داخل واحد یاد شده معرفی شده است.

#### **TRJ<sup>sl</sup>** - استروولیت - تورمالین - میکاشیست

این واحد با گسترش محدود، در خاور روستای بالوانه برونزد دارد. سکانس اولیه و مادر آن بصورت تناوبی از شیل با درون لایه‌هایی از ماسه سنگ آרקوزی تشکیل شده که اینک بصورت تناوبی از شیست، با درون لایه‌های کوارتزیتی در معرض دید قرار دارد. کانی‌هایی استروولیت بصورت لکه‌های سیاه و با قطر حدود یک سانتیمتر بوضوح دیده می‌شوند. پاراژنز کانی‌شناسی موجود عبارت است از:

استروولیت + تورمالین + بیوتیت + مسکویت + کوارتز + پلاژیوکلاز

#### **TRJ<sup>m</sup>** - تناوب شیست - کوارتزیت - متاولکانیک - مرمر

این واحد، آمیزه‌ای است از سنگ‌های آتشفشانی زیردریایی (بازالت، اسپیلیت)، سنگ‌های رسوبی ریزدانه (پلیت) و متوسط دانه (ماسه سنگ) بعلاوه سنگ‌های کربناته (سنگ آهک) که جملگی دگرگون شده و در حال حاضر بصورت یک سکانس پر ضخامت (حدود ۱۵۰۰ متر) و با گسترش خوب و چهره‌ساز و دارای نظم لایه‌بندی از خاور روستای قلائی لان تا روستای آصف آباد برونزد دارد.

ترکیب کانی‌شناسی متاولکانیک‌ها عبارتند از: آلبیت + ترمولیت + آکتینولیت. آمفیبول‌ها بیش از ۵۰ درصد حجم سنگ را تشکیل می‌دهند و بندرت بصورت درشت بلور هستند. طول آن‌ها از ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر تغییر می‌کند و مابین آن‌ها را پلاژیوکلاز پر کرده که به سریسیت، کلریت و کانی‌هایی رسی تجزیه شده‌اند. بافت این سنگ‌ها گرانوبلاستیک است. شیست‌های موجود، عمدتاً دانه‌ریز بوده و متشکل از کانی‌هایی: کوارتز + کلریت + مسکویت + بیوتیت می‌باشند. کانی‌های میکایی بصورت پولک‌های ریز و کاملاً جهت یافته (مسکویت‌ها) و تیغک‌های طویل شده (بیوتیت‌ها) دیده می‌شوند بلورهای ریز کوارتز در جهت شیستوزیته و در میان میکاها قرار گرفته‌اند. کوارتزیت‌ها به رنگ قرمز مایل به بنفش و ضخیم لایه‌اند.

مرمرها حجم قابل توجهی از سکانس مورد گفتگو را تشکیل داده و غالباً به رنگ کرم تا خاکستری هستند. یکی از ویژگی‌های آن‌ها وجود ناخالصی نسبتاً فراوان است که در حال حاضر بصورت چرت‌ها سیاه دگرگون شده و یا پاراژنز

(کوارتز+کربنات+آمفیبول) مشاهده می‌شوند. آمفیبول‌ها از نوع ترمولیت و آکتینولیت و بحالت منشوری و سوزنی کوارتز بصورت بلورهای ممتد با خاموشی موجی و حواشی مضرس و کربنات بصورت تمرکزهای معمولاً بی‌شکل می‌باشند.

#### TRJ<sup>sch.9</sup> - تناوب گارنت، میکاشیست - کوارتزیت - مرمر

تناوب یاد شده بعنوان منظم‌ترین سکناس دگرگونه موجود در ورقه قروه مطرح است، بطوریکه نظم کامل لایه‌بندی از مختصات بارز و چشمگیر آن است. این ویژگی عمدتاً به علت وجود لایه‌های فراوان کوارتزیت و مرمر می‌باشد. سکناس مزبور با ضخامتی حدود ۷۰۰ متر، در شمال خاوری روستای قلای لان، در محلی موسوم به باوه سارو و در کوه شانوره برونزد دارد. ترکیب کانی‌شناسی لایه‌های شیستی به شرح ذیل است:

کوارتز بصورت دانه‌های بسیار ریز، دارای خاموشی موجی و تبلور دوباره فلدسپات به میزان ۸-۷ درصد ریزدانه و سریسیتیزه آمفیبول با بلورهای کشیده و طولیل شده که در جهت شیستوزیته سنگ قرار دارند. اپیدوت بصورت پراکنده تقریباً ۱۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می‌دهد. گارنت (گروسولار؟) با مقاطع چهار گوش، حدود ۵ درصد فراوانی دارد (قطر آن‌ها در نمونه دستی تا حدود یک سانتیمتر می‌رسد). کانی‌هایی میکایی متشکل از تیغک‌های ریز و جهت یافته مسکویت و بیوتیت، حدود ۲۰ درصد فراوانی دارند. بر این اساس، نامگذاری دقیق این سنگ‌ها عبارت است از: گارنت، کوارتز، اپیدوت، مسکویت، بیوتیت و شیست. کوارتزیت‌ها، حجم قابل توجهی از این سکناس را تشکیل داده و رنگ آن‌ها، ارغوانی مایل به قرمز تا خاکستری است. بیشتر آن‌ها از بلورهای نسبتاً ریز کوارتز، دارای تبلور دوباره و خاموشی موجی، تشکیل شده و نیز ناخالصی‌های آهن و کانی‌هایی ورقه ای بخصوص مسکویت در آن‌ها آشکار است. کانی مسکویت، بصورت بلورهای ریز و طولیل شده، حدود ۱۵ درصد فراوانی دارد. میزان کانی بیوتیت کمتر است. بافت این سنگ‌ها، عمدتاً گرانوبلاستیک و بعضاً بطور ضعیف متورق می‌باشد. این تورق بعلاوه دگرشکلی شدید کوارتزیت در مقیاس ماکروسکوپی نیز مشاهده می‌شود.

مرمرها غالباً بصورت متوسط لایه و به ندرت ضخیم لایه، در تناوب کامل با لایه‌های کوارتزیت و شیست، دیده می‌شوند. رنگ آن‌ها خاکستری تیره، سفید و گاهی سیاه به نظر می‌رسد.

#### TRJ<sup>10</sup> - تناوب مرمر - کوارتزیت

این تناوب در واقع می‌تواند بخش فوقانی واحد قبل باشد که با همبری تدریجی در زیر مرمرهای ستمبر و با ارزش قروه، در کوه ابراهیم عطار، قرار دارد. ضخامت تناوب یاد شده، نسبتاً کم (حدود ۱۸۰ متر) است و در اطراف روستای اوریه و کوه شانوره، برونزد دارد.

#### TRJ<sup>11</sup> - مرمر سفید رنگ

این واحد کربناته در باختر و جنوب باختری شهر قروه گسترش دارد. بیشترین ضخامت آن، در کوه ابراهیم عطار، حدود ۱۰۰۰ متر برآورد می‌گردد. ضخیم لایه تا توده‌ای است. این سنگ‌ها هم دگرگونی ناحیه‌ای را تحمل کرده و هم تحت تاثیر ماگماتیزم فعال منطقه و توده‌های نفوذی اطراف خود قرار گرفته‌اند. از این رو تحولات و تغییرات مثبتی در آن‌ها بوجود آمده و ارزش فعلی آن‌ها در همین ارتباط می‌باشد. این تغییرات در سنگ‌های خالص بصورت تبلور دوباره و رشد کانی‌هایی کلسیت نمود یافته، چنانچه طول این بلورها در معدن کریستال قروه حداکثر به حدود ۷ سانتیمتر می‌رسد. در بخش‌های ناخالص، کانی‌هایی ترمولیت، گارنت، اپیدوت، فورستریت و اسکاپولیت تشکیل شده که از میان آن‌ها، گارنت و ترمولیت بیشتر دیده می‌شود.

علاوه بر آنچه گفته شد، مرمرهای مورد اشاره دارای دو عضو بسیار فرعی به شرح ذیل هستند.

الف: عدسی‌های کوچک و پراکنده‌ای که احتمالاً شیل بوده و در حال حاضر بصورت کوارتز، گارنت شیست دیده می‌شوند. گارنت‌ها به رنگ قرمز و اندازه آن‌ها بعضاً حدود فندق می‌باشد.

ب: دایک‌های پراکنده و کم ضخامت با گسترش بسیار محدود که احتمالاً از جنس دیاباز بوده و رنگ سبز تیره دارند و حاوی کانی‌هایی فلزی پیریت، کالکوپیریت و پیروتین می‌باشند.

**TRJ<sup>12</sup> - مرمر سیاه تا خاکستری تیره**

این سنگ‌ها در واقع بخشی از واحد قبل می‌باشند که به لحاظ ویژگی‌های ظاهری و نیز ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها تفکیک گردیدند، ضخیم لایه تا متوسط لایه‌اند و نظم لایه‌بندی آن‌ها چشم گیر تر از واحد TRJ<sup>1f</sup> است. ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها بصورت کلسیت + کوارتز (ریزبلور) + ترمولیت + اپیدوت + کانی‌هایی کدر می‌باشند. با توجه به خصوصیات یاد شده و بویژه عدم قواره دهی این سنگ‌ها، تاکنون مورد بهره برداری قرار نگرفته‌اند. در حالیکه واحد TRJ<sup>1f</sup>، مرکز اصلی فعالیت‌های معدن کاری قروه بشمار می‌رود.

**TRJ<sup>sch,1</sup> - میکاشیست با درون لایه‌هایی از مرمر سفید و خاکستری**

این واحد در باختر روستای سنگین آباد رخنمون دارد. رنگ عمومی میکاشیست‌ها، سیاه تا خاکستری تیره است. سکانس مادر و اولیه این سنگ‌ها مرکب از نهشته‌های پلیتی (سیلت سنگ و گل سنگ)، ماسه سنگ‌های کوارتز-فلدسپاتیک و سنگ آهک بوده است. بطوری‌که بعضاً نشانه‌هایی از ظریف لایه‌هایی لامیناسیون (Lamination) اولیه رسوبات قابل مشاهده است. این سنگ‌ها عمدتاً بصورت شیست و بخش‌هایی نیز تا حد فیلیت دگرگون شده‌اند. ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها بشرح ذیل است.

- سنگ‌های دارای بافت گرانوبلاستیک و شیستوز و مرکب از کانی‌هایی کوارتز با تجمع موزائیکی و ریزبلور، فلدسپات که عمدتاً از نوع آل بیت است و فراوانی آن‌ها کمتر از کوارتز می‌باشد. کانی‌هایی میکائی شامل مسکویت و بیوتیت که بصورت پولکی و تیغه ای و گاه به حالت در هم رشد کرده‌اند. آرایش میکاها بگونه‌ای است که حضور دو نسل میکا، در این سنگ‌ها استنباط می‌شود. به نحوی که برخی از میکاها مربوط به سنگ مادر و پاره ای مربوط به دگرگونی می‌باشند. حضور میکاها در نمونه دستی نیز چشم گیر است.

- سنگ‌های دارای بافت شیستوز و کاملاً متورق (شیست‌های دانه‌ریز) که ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها از این قرار است: بیوتیت‌های ریزدانه‌به همراه کوارتز بخش اعظم سنگ را تشکیل می‌دهند. کانی‌هایی مسکویت، کلریت و آل بیت نیز قابل تشخیص است که غالباً بصورت تیغک‌های ظریف و جهت یافته‌اند.

**TRJ<sup>sl</sup> - اسلیت - فیلیت - کنگلومرا با درون لایه‌هایی از سنگ آهک تخریبی**

این واحد بطور کلی از منشاء تخریبی و کلاستیک است که اسلیت‌ها و فیلیت‌ها بخش ریزدانه‌تر آن‌را تشکیل می‌دهند. رنگ اسلیت‌ها سیاه تیره است و بندرت دارای فسیل‌های کوچکی از نوع دوکفه ای هستند که درست در محل گردنه مشرف بر روستای گردکانه بالا یافت شد. بخش دانه درشت واحد مذکور بصورت کنگلومرا است که از نظر دانه‌بندی متغیر استوار دانه‌ریز تا کنگلومرای دارای قطعات بزرگ چند سانتیمتری را شامل می‌شود. از نظر گردشگی متوسط ولی از لحاظ جورشدگی ضعیف می‌باشد. جنس قطعات عمدتاً از سنگ‌های آتشفشانی و مرمرهای بلورین سفیدرنگ است. درون لایه‌ها و عدسیه‌های آهکی موجود در این واحد نیز عمدتاً از نوع تخریبی و حاوی قطعات کوچک میلیمتری تا حداکثر قطر ۵ سانتیمتر می‌باشند. رنگ آن‌ها سیاه است و دارای فسیل‌های نسبتاً فراوانی از کرینوئید و مرجان می‌باشند.

**TRJ<sup>sch,1</sup> - تناوبی از آمفیبول شیست و مرمر به همراه عدسیه‌هایی از سیلیس**

این واحد در اطراف روستای گرمخانی و شمال میهم پائین برونزد دارد. رنگ هوازده شیست‌ها سیاه مایل به سبز و رنگ اصلی آن‌ها سبز زیتونی است. تورق شدید در جهت لایه‌بندی بوجود آمده که تشخیص آن‌ها از یکدیگر مشکل است. مرمرها به رنگ‌های نخودی، کرم و خاکستری تیره دیده می‌شوند. این سنگ‌ها دگرشکلی شدیدی را تحمل کرده و ریزچین‌های بسیار فراوانی از نوع متشابه (Similar) در آن‌ها چشم می‌خورد که جالب توجه است. دگرشکلی در شیست‌ها بصورت خمیدگی و پیچش کانی‌های، ساخت‌های باقلایی (Pinch and swell) و ایجاد crenulation در سطح شیستوزیته می‌باشد. ترکیب کانی‌شناسی شیست‌ها (عبارت است از: آمفیبول، آکتینولیت و ترمولیت) بصورت سوزن‌های ظریف با قطر دهم میلیمتر؛ اپیدوت نسبتاً زیاد از نوع زوئیزیت، کلینوزوئیزیت و پیستاسیت؛ پلاژیوکلاز بصورت بلورهای کوچک و تجزیه شده به سریسیت و کانی‌هایی رسی، کوارتز به مقدار کم، کلریت، کربنات و اسفن نیز بعنوان کانی‌هایی فرعی است. سیلیس‌های موجود در این واحد اساساً از کوارتز است، بعلاوه پولک‌هایی از کانی مسکویت



که حدود ۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می‌دهد و در حد فاصل بلورهای کوارتز قرار دارند. بافت آن‌ها موزائیکی است و از نظر اقتصادی دارای ارزش می‌باشند. ضخامت واحد مورد گفتگو در شمال روستای میهم پائین حدود ۷۰۰ متر برآورد می‌گردد.

#### TRJ<sup>d</sup> - دولومیت و سنگ آهک کریستالین بصورت توده‌ای تا ضخیم لایه

این واحد کربناته، در جنوب باختری سریش آباد (کوه بیخیر) با ضخامتی در حدود ۱۵۰۰ متر برونزد دارد. دولومیت‌ها به رنگ‌های زرد مایل به کرم، نخودی و خاکستری و به حالت توده‌ای تا ضخیم لایه می‌باشند. سنگ آهک کریستالین غالباً به رنگ کرم مایل به خاکستری و نخودی و ضخیم لایه تا توده‌ای است. حدود ۹۵ درصد سنگ از بلورهای کلسیت و بقیه بصورت تجمع بلورهای ریز سیلیسی و کانی‌هایی مسکویت پراکنده می‌باشد. تفکیک آن‌ها مشکل است و به نظر می‌رسد که دولومیت‌ها از نوع ثانویه باشند. خردشدگی و برشی شدن سنگ‌ها بوضوح دیده می‌شود. با وجود وسعت و ضخامت زیادی که این واحد دارد، تاکنون مورد بهره برداری قرار نگرفته که شاید بیشتر به علت رنگ سنگ‌ها بوده است.

#### TRJ<sup>c</sup> - کالک شیست

بعنوان بخش فرعی از واحد یادشده می‌باشد که بصورت مجزا و نیز در تناوب با دولومیت کریستالین دیده می‌شود. رنگ آن‌ها سیاه زغالی است. بسیار منظم لایه و متورق بوده و بشدت چین خورده و سیلیس‌فیه شده‌اند. سیلیس بصورت نوارها و ندولهای چرت سیاه رنگ وجود دارد. ریز چین‌های فراوان و زیبایی در این سنگ‌ها ایجاد شده است.

#### TRJ<sup>m</sup> - سنگ آهک کریستالین چرت دار با درون لایه‌هایی از فیلیت و اسلیت

این واحد در خاور روستای مرزبان (جنوب باختری ورقه) گسترش دارد. سنگ‌های یاد شده بصورت ضخیم لایه تا توده‌ای بوده و تورق نسبتاً ضعیفی در آن‌ها قابل تشخیص می‌باشد. این سنگ‌ها چرت فراوان دارند که به رنگ خاکستری مایل به سیاه و غالباً بصورت نوارهای باریک و ممتد دیده می‌شوند.

#### TRJ<sup>mv</sup> - توف - متاولکانیک به همراه درون لایه‌هایی از سنگ آهک کریستالین

این واحد در جنوب روستای چشمه کره برونزد دارد. حجم اصلی سنگ‌ها از نوع آذرآواری ریزدانه (توفهای دگرگون شده) می‌باشد. همچنین ولکانیکهای زیردریایی با ترکیب متوسط تا بازیک (بیشتراندزیت) و سنگ آهک کریستالین به رنگ کرم و خاکستری تیره بصورت درون لایه و عدسی‌های پراکنده از دیگر اجزاء سازنده این واحد می‌باشند. ترکیب کانی‌شناسی نمونه ای از متاولکانیک‌های یادشده عبارت است از:

کلریت + (آمفیبول (ترمولیت، آکتینولیت) + فنوکریست‌هایی از پلاژیوکلاز طول تیغک‌های کلریت حدود ۰/۱ میلی‌متر و طول آمفیبول‌ها ۰/۳-۰/۲ میلی‌متر می‌باشد. ضخامت این واحد نزدیک به ۱۵۰۰ متر برآورد می‌گردد.

#### TRJ<sup>l,mv</sup> - سنگ آهک کریستالین با درون لایه‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی دگرگونه

این واحد نیز در جنوب باختری ورقه قروه برونزد دارد و دقیقاً هم ارز واحد TRJ<sup>mv</sup> و تغییر رخساره‌ای از آن است. بدین معنی که حجم سنگ‌های آذرآواری و گدازه‌ها، کاهش یافته و بر میزان سنگ آهک افزوده شده است. از اینرو، سنگ آهک بلورین با رنگ خاکستری تیره تا کرم، پیکره اصلی این واحد را تشکیل داده و سنگ‌های ولکانیک و آذرآواری ریزدانه‌دگرگونه بعنوان اجزاء فرعی و بصورت درون لایه دیده می‌شوند.

#### J<sup>l</sup> - گدازه‌اندزیتی، برش ولکانیکی

واحد یادشده، در ورقه قروه گسترش کمی دارد. در حالیکه گستردگی آن در ورقه سنقر (جنوب قروه) نسبتاً زیاد است. رنگ سنگ‌ها غالباً بنفش تیره و هوازده آن‌ها خاکستری مایل به کرم می‌باشد. این سنگ‌ها آلتراسیون نسبتاً شدیدی را تحمل کرده و کربناتیزه شده‌اند. هوازدگی در سطح زمین نیز مزید بر علت شده، بطوریکه بافت اولیه سنگ‌ها عمدتاً از بین رفته است، ولی بخشهای سالم تر بافت پورفیری را نشان می‌دهد. اساس سنگ را کانی پلاژیوکلاز، با فراوانی حدود ۷۰ درصد، تشکیل می‌دهد. کوارتز بصورت محدود و بعضاً با تبلور دوباره، کربنات به مقدار زیاد و بحالت پراکنده و نیز رگه‌های کوچک و اکسید آهن به مقدار قابل توجه دیده می‌شود.

واحد ولکانیکی مورد گفتگو، در بخش وسیعی از زون سنندج- سیرجان برونزد دارد. در ورقه نهاوند (مهدوی- ۱۳۷۱) بعنوان واحد  $K_1^v$  گسترش قابل توجهی دارد و با احتمال به کرتاسه پیشین نسبت داده شده است. سنگ آهک کرتاسه بر روی این واحد و بصورت رورانده (nappe) در نظر گرفته شده است. کمی به سمت جنوب خاوری، در ورقه بروجرد (حاجی ملاعلی- ۱۳۶۹)، این مجموعه ولکانیکی بعنوان واحد  $J^v$  معرفی شده و فسیل‌های ژوراسیک از آن‌ها ارائه گردیده است. در آنجا نیز سنگ‌های آهکی و مارنی منسوب به کرتاسه را بطور رورانده (nappe) بر روی ولکانیکها در نظر گرفته‌اند. در مجموع با توجه به قرار گرفتن سنگ‌های فسیل دار ژوراسیک پسین (ورقه قروه) و یا ژوراسیک- کرتاسه (ورقه سنقر) بر روی واحد آتشفشانی مورد بحث و بخصوص یافتن فسیل‌های ژوراسیک از داخل آن در ورقه بروجرد، سن ژوراسیک برای این واحد پیشنهاد می‌گردد.

#### **J<sup>c</sup> - کنگلومرا**

این کنگلومرا در ارتباط با واحد  $J^v$  در گوشه جنوب باختری ورقه، در معرض دید قرار دارد. ضخامت آن متغیر است و از حدود ۵ متر (شمال جاده پائیزآباد- گرجی بیان) تا ۱۲۰ متر در شمال خاوری گرجی بیان، مشاهده می‌گردد و شامل سه بخش شرح ذیل می‌باشد.

- کنگلومرای متشکل از قلوه‌های اندزیت بنفش رنگ، بصورت ضخیم لایه تا متوسط لایه، که از نظر گردشگی خوب ولی از لحاظ جورشدگی متوسط می‌باشد.

- کنگلومرای متشکل از قلوه‌های اندزیتی در داخل یک زمینه آهکی. این بخش بصورت ضخیم لایه بوده و گردشگی قلوه‌ها، خوب به نظر می‌رسد. در این کنگلومرا، حضور کربنات بعنوان سیمان، بسیار چشمگیر است.

- سنگ آهک دارای قلوه‌های پراکنده از جنس اندزیت. ابعاد این قلوه‌ها از حدود ۳ سانتیمتر تا ۲۵ سانتیمتر متغیر است. گردشگی خوبی را نشان می‌دهند. بر روی این بخش، سنگ آهک فسیل دار (واحد  $J^v$ ) قرار دارد، یعنی بتدریج از تراکم قلوه‌های اندزیتی کم شده و نهشته‌های کربنات غلبه یافته است. به بیان دیگر، حوضه ژوراسیک پسین بواسطه کنگلومرای یاد شده بر روی سنگ‌های آتشفشانی موجود در منطقه، پیشروی نموده است.

در خاور سنقر (اطراف روستای قره تپه) از داخل همین کنگلومرا، قلوه سنگ فوزولینیدار پرمین گزارش شده است (اشراقی- جعفریان- ۱۳۷۵). در گزارش نقشه سنقر، واحد کنگلومرای مورد گفتگو بر روی واحد  $J^v$  و در زیر واحد  $jk$  ارائه گردیده است.

#### **J<sup>d</sup> - سنگ آهک فسیل دار**

این سنگ‌ها ضخیم لایه تا توده‌ای و بطور پراکنده حاوی ندولهای چرت می‌باشند. رنگ آن‌ها خاکستری است. آثار خردشدگی و تکتونیزه بودن و نیز تورق ضعیف در این سنگ‌ها مشاهده می‌شود. لیکن نظم لایه‌بندی همچنان به چشم می‌خورد. فسیل‌های مرجان، گاستروپود، دوکفه‌ای و کرینوتید در این واحد وجود دارد. علاوه بر این، در مطالعه میکروسکوپی نیز فسیل‌های زیر تشخیص داده شده و بر اساس آن‌ها سن ژوراسیک پسین پیشنهاد گردیده است.

Kurnubia sp., Ammobaculites sp., Cristelaria sp., Valvulinids, Textularids, Tubiphytes sp., Cladocropsis mirabilis, Dasycladacea, Echinoids spine, Coral frag, Microproblematic (Hydrozoa), Bryozoa, Radiolaria. خوشبختانه در گزارش نقشه سنقر نیز سن آکسفوردین-کیمریجن، بر اساس میکروفسیل‌های موجود در این واحد، ارائه گردید، البته در گزارش مزبور، سنگ‌های آهکی مورد گفتگو بعنوان بخشی از واحد  $jk$  در نظر گرفته شده است (واحد  $jk$  در ورقه سنقر).

#### **E<sup>c</sup> - کنگلومرا- ماسه سنگ آهکی**

گسترش این واحد در ورقه قروه، محدود و منحصر به گوشه جنوب باختری منطقه می‌باشد. از نظر لیتولوژی عبارت است از میکروکنگلومرا، ماسه سنگ آهکی دارای قلوه سنگ‌های کوچک و پراکنده و کنگلومرا. رنگ آن‌ها سیاه مایل به قهوه‌ای تیره است. گردشگی قطعات و نیز جورشدگی آن‌ها خوب است. این قطعات عمدتاً از جنس ماسه سنگ‌های سیلیسی، سنگ‌های آتشفشانی و سنگ آهک می‌باشند. نظم لایه‌بندی دارند و از نوع ضخیم لایه به نظر می‌رسند. در مطالعه میکروسکوپی، میکروفسیل‌های زیر تشخیص داده شده و بر اساس آن‌ها سن ائوسن پیشین ارائه گردیده است. Alveolina sp., Miliola sp., Vavulina sp., Alveolina/Flosc.sp.

**دگرگونی (Metamorphism)**

دگرگونی بعنوان مهمترین و موثرترین رخداد زمین شناسی این منطقه عمل نموده و بیش از عوامل دیگر در تکوین زمین شناسی آن نقش داشته و بر پیچیدگی‌ها افزوده است. سنگ‌های دگرگونه موجود را به سه گروه اصلی می‌توان تقسیم نمود که به ترتیب عبارتند از:

- سنگ‌های حاصل از دگرگونی ناحیه ای
- سنگ‌های حاصل از دگرگونی مجاورتی
- سنگ‌های حاصل از دگرگونی دینامیکی (پدیده میلونیتی شدن)
- سنگ‌های حاصل از دگرگونی ناحیه ای

بطور کلی، سکانس‌های رسوبی موجود در این منطقه متشکل از سه نوع لیتولوژی عمده است که عبارتند از: ولکانیک‌های زیر دریایی (غالباً بازیک)، پلیت‌ها و سنگ‌های کربناته (غالباً سنگ آهک) که سن آن‌ها از تریاس تا ژوراسیک تغییر می‌کند. این مجموعه، قبل از ژوراسیک فوقانی تحت تاثیر دگرگونی ناحیه‌ای قرار گرفته و با طیفی نسبتاً وسیع از اواسط رخساره شیبست سبز تا اوایل رخساره آمفیبولیت دگرگون شده‌اند.

از دیدگاه درجات مختلف دگرگونی، متاپلیت‌ها را مبنای تقسیم بندی قرار داده‌ایم زیرا متابازیک‌ها در اغلب درجات دگرگونی، تنوع چندانی از نظر کانی‌شناسی نشان نمی‌دهند. از این رو در صحرا، ایزوگرادهای کمتری را می‌توان برای آن‌ها مشخص نمود. با توجه به نتایج حاصل از مطالعه میکروسکوپی سنگ‌ها، در محدوده مورد مطالعه، و بر اساس پارائز کانیهای موجود، زونهای کلریت، بیوتیت، گارنت و استروولیت قابل تشخیص می‌باشد که گسترش و محل بروزند هر یک از آن‌ها در نقشه کوچک ضمیمه نشان داده شده است. ذیلا شرح مختصری پیرامون هر کدام ارائه می‌گردد.

**- زون کلریت ( $Z^{Cl}$ )**

بخش اعظم سنگ‌های متاولکانیک، بعلاوه سنگ‌های اسلیت، فیلیت و کلریت- مسکویت شیبستها در این زون قرار دارند و واجد مشخصه زون کلریت در این منطقه هستند. گسترش این زون بیشتر از سایر زونها است و در جنوبی‌ترین نقاط ورقه قره برونزد دارد. پارائز کانی‌شناسی این زون در متاپلیت‌ها بصورت کلریت + مسکویت + کوارتز + سربیسیت + بیوتیت و در سنگ‌های متاولکانیک شامل کلریت + (اکتینولیت، ترمولیت) + اپیدوت می‌باشد.

سنگ‌های مربوطه متعلق به درجات ضعیف دگرگونی بوده و در حد اواسط رخساره شیبست سبز دگرگون شده‌اند.

**- زون بیوتیت ( $Z^{Bi}$ )**

مجموعه کانی‌شناسی شاخص در زون بیوتیت شامل بیوتیت + کلریت + مسکویت + کوارتز + آل بیت + کلسیت می‌باشد در منطقه قره، این پارائز بصورت بیوتیت + مسکویت + کوارتز + آل بیت مطالعه شده است. وسعت این زون کمتر از زون کلریت است و عمدتاً در شمال روستای پلوسرکان تا پادگان قدس برونزد دارد.

**- زون گارنت ( $Z^{Ga}$ )**

این زون با تشکیل و ظهور کانی گارنت، در سنگ‌های پلیتی دگرگونه، شناخته می‌شود و مشخصاً دارای کانی‌های گارنت + بیوتیت + کلریت + مسکویت + کوارتز + آل بیت می‌باشد. کانی‌هایی فرعی نظیر اپیدوت، ایلمنیت، آپاتیت و تورمالین نیز ممکن است در سنگ‌های

مربوطه تشکیل گردد. مجموعه کانی‌هایی مطالعه شده در منطقه قره از این قرار است:

گارنت + مسکویت + بیوتیت + کوارتز + آمفیبول + آل بیت + اپیدوت

وسعت این زون قابل توجه است و در باختر و جنوب باختری شهر قره برونزد دارد.

**- زون استروولیت ( $Z^{St}$ )**

این زون با ظهور کانی استروولیت، به همراه پارائز کانی‌هایی شاخص آن، مشخص می‌شود که عمدتاً در سنگ‌های دگرگونی حاصل از دمای متوسط (اپیدوت، آمفیبولیت و کیانیت شیبستها) بطور گسترده وجود دارد. مجموعه کانی‌هایی شاخص زون استروولیت عبارتند از:

استروولیت + گارنت + بیوتیت + مسکویت + کوارتز + پلاژیوکلاز

پاراژنز فوق در منطقه قروه بصورت زیر مطالعه شده است:  
استرولیت + بیوتیت + مسکویت + کوارتز + پلاژیوکلاز  
وسعت این زون، در مقایسه با سایر زونهای ارائه شده، کمتر بوده، منحصر در اطراف روستای بالوانه و جنوب قلعه برونزد دارد.

#### دگرگونی مجاورتی Contact metamorphism

با توجه به ماگماتیزم فعال منطقه و گسترش سنگ‌های آذرین درونی، بروز دگرگونی مجاورتی، کاملاً طبیعی می‌نماید همچنین به علت پراکندگی توده‌های نفوذی، رخساره‌های مجاورتی نیز پراکندگی نشان می‌دهند. قبل از توضیح پیرامون واحدهای مختلف این دگرگونی، زونهای مربوط به دگرگونی مجاورتی در منطقه قروه را معرفی می‌نمائیم.  
- زون اندالوزیت ( $Z^{an}$ ) - این زون با ظهور و تشکیل کانی‌اندالوزیت مشخص می‌گردد. نخستین آثار اندالوزیت در شیست‌های لکه دار منطقه، از جمله در جنوب خاوری روستای تازه آباد و باختر روستای گرمخانی (واحد  $TRJ^{ph.1}$ ) به چشم می‌خورد. گسترش این زون محدود است و در خاور تازه آباد، شمال باختری آصف آباد و باختر حسین آباد، بصورت سنگ‌های اندالوزیت شیست و اندالوزیت فلس در معرض دید قرار دارند. مجموعه کانی‌شناسی آن عبارت است از:

آندالوزیت + بیوتیت + مسکویت + کوارتز + فلدسپات. علاوه بر این در خاور روستای میمنت آباد عدسی‌های پراکنده‌ای از جنس اندالوزیت هورنفلس، در داخل واحد  $TRJ^{e2}$ ، تشکیل گردیده است.  
- زون کردیریت ( $Z^{co}$ ) - این زون با تشکیل و ظهور کانی کردیریت شکل می‌گیرد، که کانی آلومینوسیلیکاته آهن-منیزیم دار است و در سنگ‌های غنی از Al و رخساره‌های دمای بالا-فشار متوسط تا پائین شناخته می‌شود. گسترش این زون در ورقه قروه قابل توجه است و عمدتاً در گوشه جنوب خاوری، بصورت کردیریت هورنفلس و کردیریت شیست‌های به رنگ سیاه تیره، تشکیل شده است. کانی‌هایی یاد شده دانه‌ریزند ولی با چشم معمولی قابل رویت هستند. بخش عمده‌ای از این کانی در شیست‌های لکه دار جنوب میمنت آباد، آشکار گردیده است. مجموعه کانی‌شناسی موجود عبارتند از: کردیریت + بیوتیت + کوارتز + فلدسپات

#### $TRJ^{h1}$ - پیروکسن هورنفلس

این رخساره گسترش کمی داشته و در خاور سرتیپ آباد قرار دارد. مجموعه کانی‌شناسی آن شامل کلسیت + گارنت + دیوپسید + اولبوس می‌باشد که در فشار ۲ کیلو بار و حرارت حدود ۷۰۰ درجه سانتیگراد تشکیل شده و معادل بخش آغازین رخساره گرانولیت در دگرگونی ناحیه‌ای، است. درست در همین محل، آثار و نشانه‌هایی از مقدمات میگماتیت زایی در سنگ‌های کمپلکس سرتیپ آباد ( $TR^{com}$ ) دیده می‌شود که بیانگر ذوب بخشی آن‌ها و تولید متابازیت‌های میگماتیتهی همراه با لوکوسمهایی از پلاژیوکلاز و کوارتز می‌باشد.

#### $TRJ^{h2}$ - کردیریت هورنفلس

این سنگ‌ها در جنوب باختر روستای زرینه، در همبری توده‌های گابرویی و گرانیتهی موجود، تشکیل شده‌اند. بلورهای کردیریت ماکل تداخلی دارند و قطر آن‌ها تا ۰/۵ میلی‌متر می‌رسد این بلورها به سریسیت تجزیه شده‌اند. کانی‌هایی کوارتز و فلدسپات به همراه تیغک‌های بیوتیت، زمینه دانه‌ریز سنگ را تشکیل می‌دهند.

#### $TRJ^{an}$ - اندالوزیت شیست

بیشترین گسترش این سنگ‌ها در خاور تازه آباد است که با رنگ سیاه تیره و حاوی بلورهای نسبتاً درشت اندالوزیت می‌باشند. طول بلورها غالباً حدود ۳ سانتیمتر و عرض آن‌ها تا ۰/۵ سانتیمتر است. مجموعه کانی‌شناسی آن‌ها عبارتند از:

آندالوزیت + بیوتیت + مسکویت + کوارتز + فلدسپات. اندالوزیت‌ها انکلوزیونهایی از کوارتز دارند و بعضاً بصورت کیاستولیت مشاهده می‌شوند.

**TRJ<sup>c1</sup> - کردیریت شیست**

این سنگ‌ها گسترش نسبتاً زیادی در اطراف زرينه دارند و حداکثر ضخامت آن‌ها به بیش از ۱۰۰۰ متر می‌رسد و رنگ آن‌ها مایل به خاکستری تیره و حاوی کردیریت فراوان هستند. بافت سنگ‌ها، پورفیروبلاستیک، با زمینه خیلی دانه‌ریز و دارای تورق ظریف می‌باشد. کردیریت‌ها معمولاً، بصورت گرانوبلاستیک ستونی شکل، با قطر حدود ۳ میلی‌متر و عمدتاً در جهت تورق ظریف سنگ قرار گرفته و حاوی انکلوزیونهای از کوارتز و بیوتیت می‌باشند. این کانی به سریسیت تجزیه شده، نیز حاشیه برخی از آن‌ها با کلریت احاطه گردیده است. تشکیل کردیریت در این سنگ‌ها را می‌توان با واکنش زیر توجیه نمود:

آب + کوارتز + بیوتیت + کردیریت > ..... مسکویت + کلریت

زمینه سنگ اساساً از فلدسپات و کوارتز خیلی ریز و کانی‌هایی میکایی (عمدتاً تیغ‌های جهت یافته بیوتیت) تشکیل شده است. کانی‌هایی اپاک، بعلاوه معدودی از بلورهای تورمالین نیز بعضاً دیده می‌شوند. برونزدهای کوچک و پراکنده‌ای از جنس مونوزدیوریت، گابرو و گرانیت در داخل واحد TRJ<sup>c1</sup> تزریق شده است.

**TRJ<sup>c2</sup> - کردیریت شیست با درون لایه‌هایی از مرمر و عدسیه‌هایی از اندالوزیت هورنفلس**

این سنگ‌ها در اطراف زرينه و شمال ورمقان برونزد دارند. نسبتاً منظم لایه و متورق می‌باشند. مرمرها دارای چرت سیاه فراوان هستند و لذا سنگ‌هایی آلوده و با چهره ای خاص به نظر می‌رسند. شیست‌ها بسیار دانه‌ریزند و زمینه آن‌ها متشکل از کانی‌هایی میکایی، فلدسپات و کوارتز می‌باشد. این کانی‌ها، بویژه کانی‌هایی میکایی، دچار دگرشکلی شدیدی شده‌اند که در مبحث بعدی توضیح داده می‌شود. عدسی‌هایی از جنس بیوتیت-اندالوزیت-هورنفلس، در داخل این واحد، وجود دارد که متشکل از کانی‌هایی بیوتیت بسیار ریز (حدود ۲۰٪ حجم سنگ)، کوارتز، فلدسپات و مقدار کمی مسکویت که قطر آن‌ها کمتر از دهم میلی‌متر است، می‌باشند.

**TRJ<sup>c3</sup> - تناوبی از کردیریت شیست و مرمر**

شیست لکه‌دار (کردیریت شیست) حجم اصلی این واحد را تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر ضخامت تناوب‌های مرمر بسیار کمتر از شیست می‌باشد. مرمرها به رنگ خاکستری تیره، دارای چرت سیاه رنگ و بعضاً دارای کانی اسکاپولیت هستند. شیست‌ها دارای بافت پورفیروبلاستیک در یک زمینه شیستوز می‌باشند. کردیریت بصورت بلورهای ستونی شکل، با قطر حدود ۲ میلی‌متر و تجزیه شده به سریسیت و حاوی ادخالهایی از کوارتز و کانی‌هایی کدر، ظاهر شده است. زمینه سنگ متشکل از کانی‌هایی میکایی (بیوتیت، سریسیت)، کوارتز، کمی کلریت و کانی‌هایی کدر و اکسید آهن می‌باشد.

**- دگرگونی دینامیک (کاتاکلاستیک)**

این دگرگونی از پدیده‌های مهم و قابل توجهی است که در منطقه قروه صورت گرفته و در کارهای قبلی مورد شناسایی قرار نگرفته است. از نظر زمانی، بعد از تکوین سنگ‌های دگرگونه و تشکیل توده‌های آذرین واقع گردیده است. شواهد فراوان مربوط به دگرشکلی سنگ‌ها بر روی زمین، به همراه نتایج حاصل از مطالعه میکروسکوپی، عملکرد فاز مورد گفتگو را مسلم و مدلل می‌نماید. شواهد مربوطه از دو نظر قابل ارائه است.

**- از دیدگاه ماکروسکوپی و شواهد روی زمین -** آثار این دگرگونی، در وهله اول، در سنگ‌های آذرین نفوذی و سپس با دقت بیشتر در سنگ‌های قبلا دگرگون شده، قابل رویت می‌باشد. در این میان، گرانیتهای، دگرشکلی واضح و کاملتری نشان می‌دهند که علت آن وجود کانی‌هایی تیره و روشن در آن‌ها است. بدین ترتیب که کانی‌هایی فلسیک از مافیک جدا شده و نوعی لایه‌بندی ترکیبی (Compositional Layering) در سنگ بوجود آمده و بافت نواری (Ribbone Textute) شکل گرفته است. بنابراین طی این فاز، کانی جدیدی تشکیل نشده، بلکه بافت و ساخت سنگ‌ها متحول گردیده و دگرشکلی بارز و آشکاری ظهور یافته است. بهترین مثال و نمونه موجود، سنگ‌های به ظاهر گنیس منطقه می‌باشند که در واقع گرانیتهای میلیونیتی بوده و بعنوان بهترین مظاهر دگرگونی دینامیک (کاتاکلاستیک) قابل ارائه هستند. از جمله آن‌ها می‌توان توده سنگین آباد را نام برد که شامل دو بخش به شرح زیر است.

**gn<sup>1</sup> - گرانیته میلونیتی درشت بلور**

برونزد اصلی gn<sup>1</sup> در جنوب روستای سنگین آباد قرار دارد. رنگ هوازده سنگ‌ها قهوه‌ای سوخته است و از نظر کانی‌شناسی، شامل بلورهای درشت فلدسپات آلکالن تا قطر چند میلیمتر (تجزیه به سریسیت و کانی‌هایی رسی)، پلاژیوکلاز با قطر ۱-۲ میلیمتر به همراه مجموعه‌های عدسی شکل کوارتز می‌باشد. بلورهای درشت یاد شده، در متن دانه‌ریز تر کوارتز-فلدسپاتی، به همراه بیوتیت‌های جهت دار، اپیدوت و به ندرت مسکویت قرار دارند. فشردگی فلدسپات‌ها بسیار زیاد است و به موازات فشردگی و جهت یافتگی کانی‌های، فولیاسیون (Foliation) بطور کامل و پیشرفته ایجاد گردیده است. این سنگ‌ها ظاهراً بسیار شبیه به گنیس چشمی می‌باشند.

**gn<sup>2</sup> - گرانیته میلونیتی ریزبلور**

این سنگ‌ها دانه‌ریز تر از بخش فوق و در واقع یک میلونیت بارز (Typical) و کم نظیر هستند زیرا سائیدگی خردشدگی و دانه‌دانه‌شدن (Granulation) در آن‌ها بنحوی است که بر روی زمین و در وهله اول با ماسه سنگ دانه‌درشت اشتباه می‌شود. از نظر کانی‌شناسی شامل پورفیروبلاست‌های فلدسپات در زمینه ای دانه‌ریز و جهت یافته می‌باشد که عمدتاً از کوارتز و میکا تشکیل گردیده است. آلکالی فلدسپات و پلاژیوکلازهای سدیک و اسیدی، عموماً بی شکل با ماکل‌های آلبیت یا کارلسباد و بعضاً تجزیه شده به کانی‌هایی رسی و سریسیت و ریزبلورهای میکا مشاهده می‌شوند. که با رشدونمو خود، نسبت به زمینه دانه‌ریز، حالت چشمی را آشکار می‌سازند. در حاشیه برخی از فلدسپات‌ها، هم رشدی با کوارتز (بافت میرمکیتی) ایجاد شده است.

همچنین کانی‌هایی تورمالین، اسفن، زیرکن، آپاتیت، اکسید آهن و کانی کدر بطور فرعی وجود دارند. توده مورد گفتگو از یک طرف با واحد J<sup>sch.1</sup> همبری دارد که در آن تزریق گردیده، و از سوی دیگر با توده بزرگ متادیوریت و گابرویی برشی شده و دارای فولیاسیون، ارتباط دارد. به عبارت دیگر سرنوشت سنگ‌های آذرین بازیک (گابرو، دیوریت) نیز مشابه گنیس مجاور آن‌ها است؛ با این تفاوت که دگرشکلی گنیس‌ها به دلیل ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها، آشکارتر و چشمگیر به نظر می‌رسد.

وجود فولیاسیون (Foliation) منظم و بسیار پیشرفته در بخشی از توده‌های آذرین منطقه، آن‌ها را بحالت لایه لایه (Leyered) تبدیل کرده، بگونه ای که بعضاً ممکن است سکانس رسوبی را در ذهن تداعی نماید. این وضعیت در کوه دروازه (شمال باختری مجیدآباد) به چشم می‌خورد. این فولیاسیون، با روند شمال خاوری- جنوب باختری، در نقاط دیگر زون سنندج- سیرجان (منطقه ازنا دره زون)، در داخل دگرگونه‌های اصلی، بعنوان چهارمین دگرشکلی موجود در این زون شناسایی شده است. (محمد محجل، گفته شفاهی).

- از دیدگاه مطالعات میکروسکوپی - خوشبختانه دلایل و شواهد میکروسکوپی فراوان است و فقط اندکی از آن در توضیح واحدهای gh<sup>1</sup> و gn<sup>2</sup> ذکر گردید. اطلاعات بیشتر در مقاله‌ای با عنوان ویژگی‌های دگرگونی دینامیک گستره قروه (حلیمی - حسینی، تابستان ۷۶) آمده است که حاصل تعداد ۲۲۰ برش نازک از سنگ‌های منطقه است. دگرشکلی کانی‌های و تغییرات بافتی سنگ‌ها، مورد بحث و بررسی قرار گرفته و ذکر تمام یا قسمتی از آن مطالب، از حوصله این گزارش خارج است. فقط یادآور می‌شویم که، پدیده میلونیت زایی (Mylonitization)، بافت میلونیتی، کاتاکلاستیک و پورفیروکلاستیک، به همراه کانی‌هایی خردشده و دوباره تبلور یافته، ساخت‌های باقلایی (Pinch and swell) کانیها، از جمله مواردی هستند که در مطالعه میکروسکوپی سنگ‌های این منطقه، اعم از آذرین نفوذی و یا دگرگونه قبلی، بوفور مشاهده گردید و تاثیر فاز دینامیک بر آن‌ها مسلم و قطعی می‌باشد. در اینجا به ذکر دو نمونه از سنگ‌های کاتاکلازیتی (گابرو کاتاکلازیتی) کوه دروازه، در جنوب قلعه بسنده، می‌نمائیم.

- گابرو کاتاکلازیتی - بافت سنگ پورفیروکلاستیک، فراوان‌ترین کانی تشکیل دهنده آن، پلاژیوکلازهایی است که بیشتر کلسیک می‌باشند و به دو صورت پورفیروکلاست و خرده بلور، در متن سنگ، پراکنده‌اند. آثار خردشدگی، شکستگی و چین خوردگی ماکل را در آن‌ها می‌توان دید. کانی‌هایی مافیک درصد قابل توجهی داشته و شامل کلینوپیروکسن، بیوتیت، آمفیبول و پسودومرفهایی از کانی اولیوین می‌باشد که تماماً به کانی کدر، اکسید آهن و کمی سرپانتین تجزیه شده‌اند. کلینوپیروکسن نیز به آمفیبول (غالباً ترمولیت و آکتینولیت) و بیوتیت تجزیه شده است.

آثار خردشدگی در این کانی‌ها به چشم می‌خورد. شکستگی‌های ظریف سنگ، معمولاً با سرپانتین، کلریت و اکسید آهن پر شده است. این گابرو، بدون شک، تحت تاثیر دگرگونی دینامیک قرار گرفته، اما شدت آن در حد تشکیل گابرومیلونیتی نبوده است.

- **دیوریت - گابرو کاتاکلازیتی** - این نمونه از نقطه ای نزدیک به آنتن تقویت کننده تلویزیون، برفراز کوه دروازه، گرفته شده که متشکل از پورفیروکلاست و ریز بلورهای پلاژیوکلاز با آثار شکستگی، خردشدگی به سرسیت و اپیدوت است.

کانی‌هایی مافیک شامل کلینوپروکسن، آمفیبول و بیوتیت خیلی کم است که آمفیبول‌ها به دو صورت اولیه و ثانویه دیده می‌شوند. پروکسن‌ها، بعضاً به ترمولیت و اکتینولیت، سرپانتین، کلریت و گاه بیوتیت تجزیه شده‌اند. کانی کدر، اکسید آهن، آپاتیت و اسفن کانی‌هایی فرعی محسوب می‌شوند.

نظر به اینکه، توده‌های نفوذی قروه تعیین سن رادیومتری شده (J.Braud, 1968) و ۳۸-۴۰ میلیون سال بدست آمده است؛ از اینرو دگرگونی دینامیکی (کاتاکلاستیک) مورد گفتگو و دگرشکلی‌های ناشی از آن را می‌توان به فاز پیرنشن نسبت داد. لازم به یادآوری است که (بربریان و علوی، ۱۹۷۷) نیز دگرشکلی‌های حاصل از این فاز را، در منطقه همدان، معرفی کرده‌اند.

### زمین‌شناسی نیمه شمالی ورقه قروه

هر چند که از نظر زون‌بندی ساختمانی، کل ورقه قروه در زون سنندج-سیرجان قرار دارد؛ لیکن نیمه شمالی آن، ظاهراً، متفاوت از نیمه جنوبی به نظر می‌رسد. زیرا واحدهای سنگی موجود در سطح زمین، چهره دیگری به نیمه شمالی بخشیده که شامل سنگ‌های آتشفشانی بازیک تا متوسط، بعلاوه نهشته‌های توف، لاهار، مارن و سنگ آهک رسی متعلق به میو-پلیوسن تا کواترنر می‌باشند. ذیلاً شرح مختصری پیرامون هر یک از واحدهای موجود، داده می‌شود.

#### MP - تراکی اندزیت، لاتیت اندزیت و داسیت (آتشفشان شیدا - حسن خان)

این آتشفشان بصورت گنبد عظیمی در شمال روستای شیدا و با ارتفاع کمتر در شمال روستای حسن خان دیده می‌شود. ترکیب سنگ شناسی آن عمدتاً لاتیت‌اندزیت است بافت آن‌ها پورفیریتیک-گلوپورفیریتیک و متشکل از فنوکریست‌های پلاژیوکلاز شکل دار تا نیمه شکل دار، دارای حاشیه آلکالیک، و بیوتیت‌های شکل دار صفحه ای، با قطر حدود ۳ میلیمتر، بعلاوه زمینه میکروولیتی می‌باشد. بخشی از این سنگ‌ها بشدت آتره شده و کاملاً تغییر کرده‌اند. از اینرو واحد MP<sup>a</sup> را بعنوان بخش آتره نشان داده‌ایم که حاوی کانی‌هایی فلدسپات، کریستوبالیت و کائولینیت می‌باشد و بر روی زمین با رنگ سفید مایل به کرم روشن مشخص می‌شود. همچنین پدیده اپیدوتیزاسیون بطور پراکنده دیده می‌شود، که طی آن کانی‌هایی آمفیبول به اپیدوت تبدیل شده‌اند. فرسایش پوست پیازی، بگونه‌ای جالب توجه در این سنگ‌ها ایجاد شده است. زمین شناسان ایتالیایی، سن مطلق آتشفشان شیدا را برابر ۸/۳ تا ۸/۷ میلیون سال برآورد کرده‌اند. از نظر چینه شناسی نیز واحد P<sup>t</sup> متشکل از توف، توف برش پومیس دار و لاهار، بر روی سنگ‌های یاد شده قرار دارد که خود در شمال خاوری منطقه مورد مطالعه، در زیر آتشفشان‌های کواترنر دیده می‌شود.

#### P<sup>t</sup> - توف، لایبلی توف، توف برش پومیس دار و لاهار

P<sup>t</sup>، یک واحد آذر آواری است که در گوشه شمال باختری ورقه و در ارتباط با آتشفشان‌های میوپلیوسن منطقه (آتشفشان شیدا- حسن خان) تشکیل شده و از نظر چینه شناسی هم ارز واحد P<sup>l.m</sup> می‌باشد. سنگ‌های این واحد عمدتاً شامل لیتیک کریستال توف، توف برش پومیس دار و لاهار است که در فواصل دورتر، نسبت به محل آتشفشان، توف‌های ریزدانه‌نظیر توف سیلنتی، توف ماسه ای و ... تشکیل شده‌اند. در خاور منطقه (اطراف دلبران) جریان‌های لاهار، گسترش بیشتری دارند و سنگ‌های آذر آواری دیگر، کمتر به چشم می‌خورند. لاهار دارای قطعات با قطر ۲/۵ تا ۳ متر (تخته سنگ) در کنار قطعات در حد سانتیمتر می‌باشد. جنس قطعات عمدتاً اندزیت پورفیری و بازالت است که بیشتر به صورت زاویه‌دار تا نیمه زاویه دارند و بعضاً گردشگی ضعیفی را نشان می‌دهند. آثار لایه‌بندی، بندرت در آن‌ها دیده می‌شود. شیب آن‌ها کم و حدود ۵ تا ۸ درجه می‌باشد.

واحد  $P^t$  در نزدیکی روستای باغلوچه (خارج از ورقه)، بواسطه اندزیت‌های پورفیری، بر روی سازند قرمز فوقانی قرار گرفته که خود، در همین نقطه، بر روی سازند قم دیده می‌شود. همین واحد ( $P^t$ ) در گوشه شمال باختری، بر روی آتشفشان شیدا- حسن خان قرار دارد.

#### $P^{lm}$ - سنگ آهک رسی، مارن، توف ماسه ای، توف سیلتی، کنگلومرا و تراورتن

این واحد در نیمه شمالی ورقه گسترش زیادی دارد و با مورفولوژی خاص (تپه ماهورهای با ارتفاع متوسط) شناخته می‌شود. رنگ آن‌ها غالباً سفید مایل به کرم، نخودی و بعضاً قرمز، خاکستری تیره و زرد می‌باشد. منظم لایه و دارای شیب بسیار کم (حداکثر ۵ درجه) است. مرز زیرین این واحد، در خارج از ورقه، در ارتباط با سازند قرمز فوقانی معرفی شده است (گزارش چهارگوش سنندج). مرز فوقانی آن، در ورقه قروه، با آتشفشان‌های کواترنر پوشیده شده است. بالاترین افق‌های این واحد، معمولاً از جنس تراورتن است که به لحاظ داشتن استحکام، بیشتر خودنمایی می‌کند و غالباً دارای قله سنگ‌های ریز و درشتی از جنس کوارتز، ماسه سنگ، ذرات رس و قطعات ولکانیکی به همراه تخلخل نسبتاً زیاد است که آن‌ها را ناخالص و کم ارزش نموده است.

#### $P^{cg}$ - کنگلومرا

این واحد، بخش کوچکی از واحد اصلی  $P^{lm}$  محسوب می‌شود که گسترش محدودی، در خاور روستای قره بلاغ، دارد و شامل کنگلومرای است که بیشتر اجزاء آن از جنس سنگ‌های آتشفشانی و نیز سنگ آهک تخریبی است. از نظر جورشدگی ضعیف ولی از لحاظ گردشدگی قطعات، خوب است. این بخش، یک ساخت ناودیسی را نشان می‌دهد که یالهای آن حدود  $35^\circ$  شیب دارند و در این منطقه منحصر به فرد است. زیرا لایه‌های مربوط به واحد  $P^{lm}$  عموماً بسیار کم شیب هستند.

#### سنگ‌های آتشفشانی کواترنر

این آتشفشان‌ها در گوشه شمال خاوری ورقه قروه، تمرکز دارند و بخش کوچکی از برونزدهای ولکانیکی جوان محور تکاب- قروه به حساب می‌آیند. این آتشفشان‌ها بطور کلی در تیپ کاملاً متفاوت هستند که بخصوص از نظر مورفولوژی نیز بخوبی متمایز می‌باشند، با اینکه از لحاظ سنی تفاوت چندانی ندارند و عبارتند از:

الف: آتشفشان‌های دارای ترکیب تراکیت، تراکی اندزیت و داسیت ( $P^1$ )

ب: آتشفشان‌های دارای ترکیب بازالت و بازانیت ( $PI^b$ )

#### $PI^t$ - تراکیت، تراکی اندزیت و داسیت

این سنگ‌ها در خاور روستای قره بلاغ، منطقه ای به وسعت تقریبی ۲۰ کیلومتر مربع را پوشانده‌اند بخشی از آن به شیطان معروف است که منظره خاصی دارد و در دید کلی، قابل توجه و چشمگیر به نظر می‌رسد. رنگ هوازده این سنگ‌ها، غالباً سیاه مایل به قهوه‌ای است و بسیار خردشده و تکتونیزه می‌باشند. این واحد، از نظر مورفولوژی، بصورت مجموعه‌ای از مخروط‌های آتشفشانی به همه پیوسته، با ارتفاع متوسط (حدود ۸۰ متر)، قرار دارد. کانی‌هایی متشکله آن‌ها بطور عمده عبارتند از:

پلاژیوکلاز - عموماً ماکل دار، ترکیب متوسط، تجزیه شده به سریسیت و کربنات، با قطر حدود ۲ میلی‌متر، دارای ادخال‌های (Fluid Inclusion) شیشه ای و آپاتیت سوزنی آمفیبول - بصورت بلورهای منشوری، با قطر تا ۱/۲ میلی‌متر، دارای خواشی کدر و ادخال‌هایی از کانی اپاک بیوتیت - ورقه ای شکل و تراوانی آن کمتر از آمفیبول است. کانی‌هایی رسی، کربنات، آپاتیت، اکسید آهن و سریسیت نیز بعنوان فرعی هستند. زمینه، اساساً فلدسپاتیک و شامل میکروولیت‌های پلاژیوکلاز، ریزبلورهای آمفیبول، تیغک‌های بیوتیت، شیشه و کانی‌هایی اپاک است.

#### $PI^b$ - بازالت، بازانیت

این واحد، گسترش بیشتری داشته و بصورت پهنه‌های گسترده و مسطح تشکیل شده است. لذا، از نظر مورفولوژی، کاملاً متفاوت از واحد  $PI^t$  می‌باشد.

این فوران‌ها، از نقاط و یا شکاف‌های مختلفی صورت گرفته و تحت تاثیر گرانیروی کم ماگما، جریان یافته و پهنه‌های بازالتی با ضخامت تقریباً یکنواختی را (حدود ۵۰ متر) بوجود آورده‌اند. در حال حاضر محل خروج مواد مذاب، بصورت



مخروط‌های بسیار زیبا و بعضاً کامل، برفراز پهنه‌های یادشده، جلب نظر می‌کند. بیشترین ارتفاع این مخروط‌ها از سطح زمین، در کوه قرینه، حدود ۲۵۰ متر می‌باشد. در حاشیه این مخروط، حجم زیادی از قطعات اسکوری (Scoria) و به مقدار کمتر بمب‌های درکی و گلابی شکل، با رنگ سیاه تیره، انباشته شده که در حال حاضر بعنوان پوک‌ه ساختمانی تحت بهره برداری قرار دارند. در همین محل، پدیده جالب هضم سنگ‌های گرانیت گنیسی، توسط بازالت، دیده می‌شود. در این رابطه باید گفت که تاکنون دو نوع متفاوت گزنولیت و یک گزنوکریستال در سنگ‌های بازیک (آلکالن) و نسبتاً بازیک (کالکوالکالن) منطقه قروه به شرح ذیل قابل تشخیص می‌باشد.

- قطعات سنگی مربوط به گرانیت گنیسی که غالباً بصورت هسته‌های سفید رنگ و متخلخل، در میان قشری سیاه‌رنگ از بازالت متخلخل، بگونه ای زیبا و جالب، دیده می‌شود. معین وزیری (۱۳۶۴) این حالت را به علت آناکسی گرانیت گنیسی و آزاد شدن مواد فرار از کانی‌هایی پنوماتوزن، پس از رسیدن آنکلاویه سطح زمین، می‌داند. به هر حال، این پدیده نشانه وجود سنگ‌های مشابه جنوب قروه، در اعماق زمینهای شمال ورقه، می‌باشد. مطالعه میکروسکوپی، ترکیب گرانیتی این آنکلاوها را تأیید می‌کند.

- گزنولیت پریدوتیتی: این قطعات، هم در سنگ‌های بازیک و هم در سنگ‌های نسبتاً بازیک، قابل تشخیص است، ولی فراوانی آن‌ها در سنگ‌های بازیک بیشتر است و نشان می‌دهد که منشاء ماگمای اصلی، یکسان بوده است. بافت این گزنولیت‌ها، گرانولار است و از بلورهای درشت الیوین، اورتوپیروکسن و کلینوپیروکسن تشکیل شده‌اند (اورتوپیروکسن بیشتر است). فلوگوپیت نیز به مقدار کم (حدود ۵٪) وجود دارد. از این رو می‌توان آن‌ها را لرزولیت فلوگوپیت دار نامید که به همراه ماگمای شدیداً بازیک و آلکالن به سطح زمین آمده است. بر اساس داده‌های ح.معین وزیری و همکار (۱۳۶۴) و مطابق تعریف میشل (۱۹۹۴م)، این سنگ‌ها، ترکیب بازالت اولیه (Primitive basalt) را دارند. مطابق تعریف میشل بازالت اولیه دارای خصوصیات زیر است:

$$Mg/(Mg+Fe) > 0.7 \text{ و } Ni > 150 \text{ ppm, } MgO > 9.8\%$$

بازالت‌های شمال روستای نادرشاه دارای  $MgO=9/27$  و  $Ni=228\text{ppm}$  می‌باشند (ح.معین وزیری، ۱۳۶۴).

- گزنوکریستال کوارتز دگرگونی: وجود بلورهای کوارتز دگرگونی، در سنگ‌های آتشفشانی بازیک منطقه قروه، دلیلی بر وجود سنگ‌های دگرگونی در عمق‌های پائین تر و نیز نشانه آرایش نسبی سنگ‌های بازیک یا مواد پوسته‌ای است. در مورد رابطه آتشفشان‌های  $PI^b$  و  $PI^c$ ، باید گفت که درخاوار روستای قره بلاغ در مجاورت یکدیگر قرار دارند و تعیین تقدم و تاخر آن‌ها ممکن نگردید. مضافاً به اینکه هر دو واحد یادشده بر روی واحد  $P^{c\&g}$  قرار دارند. نیز تعیین سن مطلق آن‌ها ۰/۷ تا ۰/۸ میلیون سال را نشان داده است (ح.معین وزیری، ۱۳۶۴) با این همه، در شمال خاوری دلبران، در محلی بنام قوشه، بازالت‌های حفره دار برفراز اندزیت‌ها دیده می‌شوند یعنی علیرغم همزمانی آن‌ها بخشی از واحد آتشفشانی  $PI^b$  جوان تر از واحد  $PI^c$  به نظر می‌رسد.

#### $PI^c$ - کنگلومرا با استحکام ضعیف

این کنگلومرا در جنوب باختری ورقه مشاهده می‌شود و متشکل از قطعات گوناگون و عمدتاً از سنگ‌های دگرگونی اطراف می‌باشد. بافت سست دارد در نتیجه فرسوده شده و مورفولوژی پست را نشان می‌دهد.

#### $Q^{tr}$ - تراورتن

در نیمه شمالی ورقه قروه، تشکیل تراورتن بصورت گسترده و چشمگیر صورت گرفته و در حال حاضر نیز این فرآیند، بطور محدود، ادامه دارد. تراورتن‌های موجود، عمدتاً ناخالص و تخلخل بالایی دارند. ولی بخشی از آن‌ها مرغوب بوده و از کیفیت مناسبی برخوردار می‌باشد و بعنوان سنگ‌های تزئینی مورد بهره برداری قرار می‌گیرد. (تراورتن قصلان و تراورتن سریش آباد). در حال حاضر در اطراف روستای باباگرگر و کوه شیدا، چشمه‌های آهکساز فعالیت دارند که آب آن‌ها غالباً حاوی گازهای بدبو و عمدتاً  $SH_2$  و یا سایر ترکیبات گوگردی است. در نزدیک باباگرگر منفذی وجود دارد که قبلاً بصورت چشمه تراورتن ساز فعالیت داشته، ولی اکنون آن فقط گاز  $SH_2$ ، بادی قابل توجه، خارج می‌شود. در همین محل قسمتی از، تراورتن‌ها، ظاهراً به شکل اژدها است که طول آن حدود ۱۲۰ متر و با عرض ۱۰-۸ متر است و نام روستای باباگرگر و افسانه مربوط به آن، بر اساس همین تراورتن اژدهاگونه، شکل گرفته است.

Q<sup>1</sup> - این واحد با عناصر قله‌های، شنی و گاه ماسه‌ای، بدون سیمان و بصورت ناپیوسته، سطوح توپوگرافی بلندتر را اشغال کرده و بیشتر بصورت پادگانه‌های منفرد دیده می‌شود. خاستگاه آن‌ها، سیلابهائی است که در فازهای رسوبگذاری کواترن، ایجاد می‌شده است.

Q<sup>2</sup> - این آبرفت‌ها، از نظر دانه‌بندی و نیز از لحاظ سطح ترازوی که تشکیل شده‌اند، با آبرفت‌های Q<sup>1</sup> تفاوت دارند. اگرچه اجزاء آن‌ها درشت دانه‌است، ولی مصالح ریزدانه‌ای همچون ماسه‌های دانه‌ریز و سیلت هم دربردارند. این واحد با وسعتی بیشتر از Q<sup>1</sup> گسترش دارد.

Q<sup>3</sup> - این آبرفت‌ها بصورت مجموعه‌ای ناپیوسته و متشکل از قله‌های ریز، شن، ماسه و رس، تشکیل دهنده بستر دره‌های عریض قدیمی می‌باشند.

## زمین شناسی ساختمانی و تکتونیکی

چهره کلی منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر دگرگونی و ماگماتیسم شکل گرفته است. دگرگونی بعنوان مهمترین پدیده بارز و آشکار در ورقه قروه، نقش آفرین بوده و براساس شواهد و دلایل موجود در دو ورقه قروه و سنقر، در ارتباط با رخداد کوهزایی کیمیرین میانی (Mid-Kimmerian) تکوین یافته است. شواهد مربوط به کوهزایی (Orogeny) یادشده، در جنوب باختری قروه و بخش وسیعی از ورقه سنقر، دیده می‌شود بدین ترتیب که سنگ‌های آهکی پرفسیل با سن ژوراسیک فوقانی - کرتاسه (نئوکومین)، بواسطه کنگلومرای پیشرونده دارای ضخامت متغیر، بر روی سنگ‌های آتشفشانی منسوب به ژوراسیک قرار دارد. این ولکانیکها، گسترش قابل توجهی در زون سنندج - سیرجان نشان می‌دهند. بالطبع دگرگونی موجود در این منطقه، در ارتباط با فاز کوهزایی کیمیرین میانی معنی و مفهوم می‌یابد که در ورقه قروه از نوع پیشرونده بوده و شدت آن از جنوب به شمال افزایش می‌یابد.

محصول این فاز، مجموعه‌ای است از سنگ‌های مرمر - آمفیبولیت - شیست و فیلیت، بعلاوه متاولکانیکها که عمدتاً از نوع متابازیت می‌باشند. در این سنگ‌ها، سه دگرشکلی مجزا و قابل تفکیک مورد شناسایی قرار گرفته که به ترتیب تقدم و تاخر به شرح ذیل می‌باشند.

**دگر شکلی اول** - این دگرشکلی بصورت چین‌های کوچک مقیاس و نیز تورق (Schistosity)، موازی صفحه محوری چین‌ها، تظاهر نموده است.

صفحه محوری یادشده شیبی در حدود ۴۵ درجه، به طرف شمال خاوری، نشان می‌دهد. روند کلی این دگرشکلی، شمال باختری - جنوب خاوری (N130E) و منطبق بر روند زاگرس می‌باشد. ساختار فوق، در سنگ‌های مرمر و کوارتزیت، آشکارتر است ولی در شیست‌ها و متابازیت‌ها و سنگ‌های آذرین نفوذی، با زحمت و دقت بیشتری قابل تشخیص می‌باشد.

**دگرشکلی دوم** - در طی این دگرشکلی، تورق (Schistosity) ایجاد شده در مرحله قبل، دچار چین خوردگی شده و بدین ترتیب چین‌های نسل دوم (F2) شکل گرفته است. صفحه محوری این چین‌ها دارای روند شمال باختری - جنوب خاوری است و شیب آن بطرف شمال خاوری می‌باشد. این ساختار در سنگ‌های مرمر - شیست و آمفیبولیت با وضوح بیشتری در معرض دید قرار دارد.

**دگرشکلی سوم** - این دگرشکلی با ایجاد فولیاسیون گسترده و منظم، در سنگ‌های دگرگونی و نیز سنگ‌های آذرین میلیونیتی شده و تشکیل چین‌هایی که سطح محوری آن‌ها با جهت فولیاسیون فوق همخوانی دارد، شناخته می‌شود. روند کلی دگرشکلی مورد بحث در جهت شمال خاوری - جنوب باختری، یعنی عمود بر روند زاگرس، اندازه گیری شده است (N-45-55E).

لازم به یادآوری که این ساختار در سنگ‌های آذرین نفوذی میلیونیتی شده از وضوح بیشتری برخوردار می‌باشد. محمود صادقیان (۱۳۷۳) نیز در منطقه همدان، فولیاسیون‌های با روند شمال خاوری - جنوب باختری را معرفی نموده و از آن بعنوان موضوع جالب توجه یاد کرده است. البته وی این روند را در ارتباط با نیروهای حاصل از نفوذ توده گرانیتوئیدی

الوند توجیه کرده است. از سوی دیگر محجل (۱۳۷۶) این روند را در منطقه درود-ازنا (دره ژان) بعنوان چهارمین و آخرین تغییرات ساختاری و دگرشکلی معرفی نموده است.

#### میلونیت‌ها و کاتاکلازیت‌ها

سنگ‌های میلونیتی و کاتاکلازیتی، با گسترش قابل توجه و تنوع زیاد، بخشی از سیمای دگرشکلی منطقه قروه را تشکیل می‌دهند. پاره‌ای از این سنگ‌ها بصورت گرانیت میلونیتی برونزد دارند که ظاهراً گنیس چشمی (Augen gneiss) به نظر می‌رسند لیکن برداشت‌های روی زمین و نیز مطالعه میکروسکوپی آن‌ها نشان می‌دهد که تغییرات ایجاد شده صرفاً بر روی بافت و ساخت سنگ پدیدار گشته و فابریک آن‌ها را متحول نموده است. سنگ‌های دیوریتی و گابرویی نیز دستخوش چنین تغییراتی شده و در آن‌ها بافت‌های میلونیتی و کاتاکلازیتی، با وضوح کامل، ایجاد گردیده است.

مجموعه سنگ‌های میلونیتی، به همراه ساخت‌های باقلایی (Pinch and swell) و حالت‌های دوکی شکل و بیضوی (Ellipsoid) مربوط به قطعات و کانی‌هایی تشکیل دهنده سنگ‌ها، جملگی مبین فاز دینامیکی موثر بر منطقه مورد مطالعه می‌باشند که در مبحث دگرگونی دینامیک توضیح بیشتری در مورد آن‌ها ارائه گردید.

#### گسل‌ها

محدوده مورد مطالعه منطقه‌ای است خردشده و تکتونیزه که بر اثر شدت فشارش، ساختار کلی آن بصورت دگرشکلی‌های یاد شده و نیز درزه‌ها و گسل‌های پرشمار شکل گرفته که پاره‌ای از آن‌ها در نقشه نشان داده شده است. در مجموع می‌توان گفت که گسل‌ها، در بخش جنوب خاوری ورقه قروه، تمرکز بیشتری را نشان می‌دهند. دو روند غالب و کلی می‌توان برای گسل‌ها در نظر گرفت.

– گسل‌های دارای روند شمال باختری- جنوب خاوری که سازوکار آن‌ها، عمدتاً، بصورت راستالغز چپ گرد می‌باشد.  
– گسل‌های دارای روند شمال خاوری- جنوب باختری که با سومین دگرشکلی موجود در سنگ‌های منطقه، همخوانی و هماهنگی نشان می‌دهند و سازوکار آن‌ها، عمدتاً، بصورت راستالغز راست گرد تعیین شده است.

#### چین‌ها

یکی از ویژگی‌های ساختاری منطقه قروه، عبارت است از ظهور چین خوردگی بصورت ریز چین‌های فراوان که گسترش آن‌ها در واحدهای سنگی مختلف و حتی در سنگ‌های آذرین نفوذی میلونیتی شده (گرانیت میلونیتی، دیوریت میلونیتی و ...) نیز دیده می‌شود. به بیان دیگر؛ چین‌های بزرگ مقیاس و قابل ارائه در سطح نقشه، کمتر بوجود آمده است. تمرکز چین‌ها در مرمرها و شیست‌ها بیشتر دیده می‌شود و عمدتاً از نوع ایزوکلینال (Isoclinal)، و موازی می‌باشند. محور (b axes) این چین‌ها بطور کلی در دو جهت شمال باختری- جنوب خاوری و شمال خاوری- جنوب باختری شکل گرفته است.

نیمه شمالی ورقه قروه، پوشیده از نهشته‌های پلیوسن، کواترنر و نیز سنگ‌های آتشفشانی وابسته بدان‌ها است. از این رو فقط ردیابی آخرین حرکات آلی امکان پذیر است. ویژگی‌های هندسی لایه‌های مربوط به واحدهای  $P^t$  و  $P^{l,m}$ ، بوضوح نشان می‌دهد که منطقه یاد شده، بصورت بسیار خفیف، تحت تاثیر حرکات آلی، قرار گرفته است، زیرا میزان شیب طبقات یاد شده غالباً کمتر از ۱۰ درجه می‌باشد و چین خوردگی لایه‌ها از این حد، تجاوز نکرده است. البته بطور محلی و کاملاً استثنایی، لایه‌های واحد  $P^{cg}$ ، در خاور روستای قره بلاغ، شیبی در حدود ۳۰ درجه را نشان می‌دهند و یک ساخت ناودیسی را در معرض دید قرار داده‌اند. این وضعیت احتمالاً می‌تواند در ارتباط با ولکانیسم این محدوده (واحد آتشفشانی  $P^l$ ) و نیز عملکرد گسل‌ها، توجیه گردد.

#### ماگماتیسم

ماگماتیسم، در ورقه قروه، دو چهره کاملاً متفاوت و متمایز دارد. در نیمه شمالی ورقه، سنگ‌های آتشفشانی بازیک تا متوسط به سن میوسن تا کواترنر پسین، با مورفولوژی خاص خود، برونزد دارند و قبلاً توضیح داده شدند. ماگماتیسم در نیمه جنوبی خود به دو دسته تقسیم می‌شود.

- بصورت فوران‌های زیر دریایی و تشکیل سنگ‌های بازالت، اسپیلیت، اندزیت و بعضاً ریولیت که به همراه سنگ‌های آهکی، شیل، ماسه سنگ و نهشته‌های آذر آواری، سکانس‌های گسترده و پرضخامتی را بوجود آورده‌اند. اوج این فعالیت آتشفشانی زیر دریایی در تریاس بوده که در بسیاری از نقاط دیگر زون سنندج-سیرجان نیز گزارش کرده‌اند. با وجود دگرگونی، ساخت بالشی (Pillow structure) در بازالت‌ها دیده می‌شود.

- بصورت توده‌های نفوذی قروه که مهمترین و برجسته ترین نمود ماگماتیسم در این منطقه است. حدود یک سوم از نیمه جنوبی ورقه را، توده‌های نفوذی پوشش داده‌اند و مورفولوژی موجود، عمدتاً تحت تاثیر آن‌ها شکل گرفته است. تمرکز اصلی آن‌ها در کوه دروازه، حسین بک و کوه بیر قرار دارد. سنگ‌های نفوذی قروه، از نظر ترکیب سنگ شناسی، طیف نسبتاً کامل و جالبی دارند که از گابرو تا گرانیت آپلیتی را در برمی‌گیرد.

#### گابروها

این سنگ‌ها بعنوان بخش‌های فرعی مربوط به توده عظیم دیوریت- مونزودیوریت بوده، رنگ آن‌ها سیاه تیره می‌باشد. شامل اولیوین گابرونوریت، پیروکسن گابرو، هورنبلند گابرو و هورنبلند گابرونوریت بوده و میانگین مقادیر عناصر اصلی در آن‌ها بشرح ذیل است.

$SiO_2=49.14$ ,  $Al_2O_3=18.75$ ,  $Fe_2O_3=8.22$ ,  $CaO=2.43$ ,  $K_2O=0.92$ ,  $MgO=5.31$ ,  $MnO=0.18$ ,  $TiO_2=1.23$ ,  $P_2O_5=0.40$

آثار دگرسانی و تجزیه کانی‌هایی تشکیل دهنده گابروها بوضوح دیده می‌شود. پلاژیوکلازها به سریسیت و گاهی به پرمینیت و کلینوپیروکسن‌ها به اورالیت تبدیل شده‌اند.

#### دیوریت‌ها

سنگ‌های دیوریتی بیشترین حجم توده‌های نفوذی قروه را تشکیل می‌دهند و از نظر سنگ شناسی عبارتند از: دیوریت، مونزودیوریت، کوارتز دیوریت و دیوریت گابرو.

تمرکز اصلی آن‌ها در کوه دروازه و نیز اطراف روستای کنگره قرار دارد و عمدتاً با رنگ سبز تیره مشخص می‌شوند. کانی‌هایی تشکیل دهنده آن‌ها شامل پلاژیوکلاز با ترکیب متوسط و آمفیبول است. کانی‌هایی فرعی و ثانویه عبارتند از: کلریت، سریسیت، اپیدوت، کربنات، آپاتیت، اسفن، کانی‌هایی کدر و اکسید آهن.

دایک‌ها و آپوفیزهای فراوانی از جنس گرانیت سفید تا صورتی روشن در دیوریت‌ها تزریق گردیده که غالباً فاقد کانی‌هایی مافیک می‌باشند. مونزودیوریت‌ها نیز از گسترش قابل توجهی برخوردار بوده و حاوی فلدسپات آلکالن (بعضاً بصورت کائولینیزه و پرتیتی شده)، پلاژیوکلاز (غالباً در حد الیگوکلاز) و آمفیبول می‌باشند.

#### گرانیت‌ها

این سنگ‌ها گسترش زیاد و پراکنده‌ای، در سراسر بخش جنوبی ورقه قروه، دارند و به دو صورت دیده می‌شوند. ۱- توده‌های بزرگ و مجزا در باختر روستای زرینه، اطراف چرمه و جنوب روستای قلائی لان. ۲- بصورت دایکها و آپوفیزهای فراوان و پراکنده در سایر توده‌های نفوذی و نیز سنگ‌های دگرگونی که پاره ای از این دایکها در نقشه نشان داده شده است. گرانیت‌های مورد بحث، علاوه بر کانی‌هایی معمول (فلدسپات آلکالن، پلاژیوکلاز و کوارتز) غالباً حاوی درصد قابل توجهی آمفیبول می‌باشند (حدود ۵ درصد) که بعضاً به کانی‌هایی کلریت و اپیدوت تجزیه شده‌اند. میانگین درصد عناصر اصلی گرانیت‌های قروه بصورت زیر می‌باشد:

$SiO_2=66.5$ ,  $Al_2O_3=14.2$ ,  $CaO=3.94$ ,  $MgO=1.45$ ,  $K_2O=4.8$ ,  $Na_2O=3.8$ ,  $TiO_2=0.5$ ,  $MnO=0.08$

آخرین مرحله ماگماتیسم، در منطقه قروه، بصورت گرانیت آپلیتی ظاهر شده و بطور چشمگیر و پراکنده در میان سنگ‌های آذرین نفوذی دیده می‌شود. رنگ آن‌ها، سفید تا کرم روشن است و از کانی‌هایی کوارتز، فلدسپات دانه‌ریز و بندرت فلوگوپیت و کلریت تشکیل شده‌اند.

گرانیت آپلیتی، عمدتاً بصورت رگه ای، تزریق شده ولی بعضاً به شکل توده‌ای نیز دیده می‌شود. بیشترین تمرکز این سنگ‌ها در اطراف روستای میهم بالا قرار دارد.

یکی از مسائل مهم و جالب توجه در مورد توده‌های نفوذی قروه، بروز دگرشکلی در بخشی از آن‌ها است که در گذشته، توجه لازم بدان منظور نشده است. این دگرشکلی در طیف‌های مختلف سنگ‌ها، اعم از بازیک (گابروها)، متوسط

(دیوریت‌ها) و اسیدی (گرانیت‌ها) و حتی گرانیت آپلیتی، پدیدار شده است. لیکن در دیوریت‌ها و گرانیت‌ها چشمگیرتر می‌باشد، بطوریکه ظاهر آن‌ها را تا حد گنیس تغییر داده که در واقع گرانیت میلونیتی هستند. دگرشکلی سنگ‌های نفوذی مورد گفتگو، هم در مقیاس میکروسکوپی و هم بطور ماکروسکوپی قابل اثبات است، که در بحث دگرگونی دینامیک، توضیح بیشتری ارائه گردید.

### دگرسانی

دگرسانی، از جمله پدیده‌هایی است که، بگونه ای بارز و نسبتاً گسترده، در توده‌های آذرین منطقه قروه و عمدتاً بصورت اپیدوتیزاسیون و کلریتیزاسیون، ایجاد شده است. در نتیجه رگه‌ها و رگچه‌های فراوانی از کانی‌هایی خانواده اپیدوت با رنگ سبز مایل به زرد تشکیل گردیده که از تجزیه کانی‌هایی آمفیبول و پلاژیوکلاز و بیوتیت حاصل شده‌اند. همچنین رگه‌های بسیار فراوان و گسترده ای از کانی آمفیبول، با رنگ سبز تیره و با حداکثر ضخامت ۱۰ سانتی متر، در داخل توده‌های نفوذی این منطقه و بخصوص سنگ‌های دیوریتی دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که منشاء این رگه‌های آمفیبولی، در ارتباط با درصد قابل توجه کانی آمفیبول در ترکیب کانی‌شناسی سنگ‌های یادشده می‌باشد که تمرکز و تجمع آن‌ها در شکستگی‌ها و نقاط ضعف سنگ‌ها، شبکه سبز آمفیبول‌ها را پدیدار ساخته است.

### خلاصه‌ای از ویژگی‌های ژئوشیمیایی سنگ‌های آذرین نفوذی

- همانطور که قبلاً اشاره شد، طیف نسبتاً کاملی از سنگ‌های آذرین درونی وجود دارد که ترکیب آن‌ها از الیون گابرو تا گرانیت آپلیتی تغییر می‌نماید. این سنگ‌ها بر روی زمین، رابطه خاصی را نشان می‌دهند، بدین ترتیب که سنگ‌های اسیدی در سنگ‌های بازیک تر از خود تزریق شده‌اند. مخصوصاً تاخر گرانیت‌ها، نسبت به سنگ‌های بازیک، قطعی و مسلم می‌باشد. از طرف دیگر حجم توده‌های گرانیتی نسبت به توده بازیک، قابل توجه است. لذا با وجود آنکه تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی در مقابل سیلیس، دیاگرام خطی نشان می‌دهد، ولی نمی‌توان پدیده تفریق و تبلور پخشی ماگما را، بعنوان عامل تشکیل توده‌های گوناگون، در نظر گرفت.

- موقعیت گرانیت‌ها و گنیس‌های گرانیتی، بر روی تمام نمودارهای مورد استفاده و از جمله نمودارهای مربوط به تغییرات اکسیدهای عناصر اصلی در مقابل سیلیس، یکسان می‌باشد. از این رو گرانیت‌ها و گنیس‌ها، خصوصیات ژئوشیمیایی کاملاً مشابهی را نشان می‌دهند و این موضوع با مشاهدات و برداشت‌های روی زمین نیز کاملاً انطباق دارد.

- ماگمای سازنده سنگ‌های بازیک از نوع تولنیتی و ماگمای سازنده سنگ‌های اسیدی از نوع کالک آلکالن بوده است.

### زمین‌شناسی اقتصادی

منطقه مورد مطالعه، بیشتر از نظر سنگ‌های تزئینی اهمیت دارد که از سال‌ها قبل مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. این سنگ‌ها را به سه دسته می‌توان تقسیم نمود.

- **مرمرها** - در نیمه جنوبی ورقه قروه و عمدتاً در کوه ابراهیم عطار، برونزد دارند. رنگ آن‌ها غالباً سفید شکر و نیز خاکستری روشن است. علاوه بر این در بیشتر واحدهای دگرگونه قروه ذخایر پراکنده‌ای از مرمر وجود دارد که غالباً شناسایی شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند.

- **سنگ‌های آذرین درونی** - با توجه به حجم زیاد این سنگ‌ها و تنوع سنگ‌شناسی موجود، ذخیره‌های با ارزشی از آن‌ها در جنوب قروه وجود دارد که تا به حال تحت تاثیر وجود مرمرها و مشکلات استخراج، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. لیکن مدتی است که کار بر روی آن‌ها آغاز شده. از اینرو بعضی از توده‌های آذرین قروه را می‌توان در زمره منابع اقتصادی این منطقه بحساب آورد.

-تراورتن- این سنگ‌ها در نیمه شمالی ورقه جای دارند. ذخیره کلی آن‌ها زیاد است؛ ولی غالباً فاقد کیفیت لازم و مناسب می‌باشند. با این همه، نمونه‌های خوب آن‌ها در چند نقطه محدود مورد استفاده قرار گرفته و از کیفیت مطلوبی برخوردار هستند.

سایر مواد معدنی و یا آثار و نشانه‌های آن‌ها را می‌توان به شرح ذیل معرفی نمود.

- پوکه ساختمانی- در اطراف بعضی از مخروط‌های آتشفشانی جوان بازالتی، ذخیره قابل توجهی از مواد اسکوری (Scoria) وجود دارد که به علت وزن مخصوص کم آن‌ها، بعنوان پوکه در ساختمان سازی استفاده می‌شوند. در نزدیک روستای قزلجه کند، معدن فعالی از این ماده در حال بهره‌برداری است.

- پوزولان- در اطراف آتشفشان شیدا (شمال باختری ورقه) حجم زیادی از مواد پوزولانی بصورت توف برش پومیس دار (واحد  $P^t$ ) وجود دارد که در صنعت سیمان و تولید سیمان پوزولانی کاربرد موثری دارد و مطالعات مقدماتی بر روی آن‌ها صورت گرفته است.

- کائولینیت- با توجه به آلتراسیون شدید سنگ‌های آتشفشانی شمال ورقه و از جمله پیرامون کوه آتشفشانی شیدا (واحد  $MP^a$ ) و نیز بر اساس نتایج کانی‌شناسی (XRD) بعضی از نمونه‌ها، وجود کائولینیت به همراه فلدسپات، کریستوبالیت و کوارتز مشخص گردیده است.

- آهن- در حال حاضر، معدن آهن گلالی (جنوب خاوری ورقه) در حال بهره‌برداری است. آهن، بصورت مانیتیت و از نوع اسکارن، در سنگ‌های دگرگونی تشکیل شده است. علاوه بر این آثار پراکنده‌ای از آهن در ارتباط با گرانیتهای موجود می‌باشد از جمله در کوه کمرسیاه، شمال میهم بالا و پیرامون روستای تکیه بالا را می‌توان نام برد.

- تیتان - تجزیه شیمیایی سنگ‌های گابرویی و گابرو دیوریتی قروه نشان می‌دهد که میزان متوسط  $TiO_2$  در این سنگ‌ها حدود ۱/۱ درصد می‌باشد که بالاترین میزان آن ۲/۲ درصد اندازه‌گیری شده است. از اینرو با توجه به حجم توده‌های یاد شده و احتمال افزایش این عنصر در بخشی از توده احتمال، وجود ذخیره اقتصادی از این عنصر ممکن به نظر می‌رسد.