

## گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

## برگه شماره ۷۲۴۹ - چهار گنبد

## جغرافیا و زمین ریخت شناسی

ورقه چهارگنبد، بخشی از چهارگوش سیرجان است، که با مختصات  $56^{\circ}30' - 56^{\circ}30'$  طول خاوری و  $29^{\circ}30' - 30^{\circ}05'$  عرض شمالی، در شمال خاوری شهرستان سیرجان جای دارد. محدوده مورد مطالعه، منطقه ای است کوهستانی، که به جز بخشهای مرکزی، دورتا دور آن را کوههای بلند، فراگرفته است. از جمله این کوهها می توان از کوه ((بیدخوان)) (۳۹۶۱ متر)، در خاور و جنوب خاوری، کوه ((چهلتن)) (۳۶۶۰ متر) در خاور، کوه ((پنج)) (۳۰۶۰ متر) در شمال خاوری و بالاخره کوه ((خرسی)) (۳۱۰۱ متر) در جنوب نام برد. بنابراین بلندترین نقطه در این ورقه، ((کوه بیدخوان)) و کوتاهترین نقطه ارتفاعی، در کناره های رودخانه ((حجیم)) یا رودخانه سرخ، با بلندای تقریبی ۲۰۰۰ متر است. دیگر بلندیهایی این ورقه، عبارتند از ((کوه نطع))، ((کوه خاکستری))، ((کوه خاکی)) و ((کوه قله بلند)). مهمترین رودخانه در این ورقه، رودخانه سرخ است، که از شمال خاوری وارد منطقه مورد مطالعه شده و در حین گذر از پهنای ورقه به آبهای روان از دامنه شمالی کوه ((چهلتن)) و دامنه جنوبی ((کوه پنج)) می پیوندد. رودخانه تنگو(سوخته چال) نیز، با روند شمال خاوری - جنوب باختری، با آبهای دامنه جنوبی ((کوه چهلتن)) به سوی شمال دشت سیرجان روانه می گردد. از دیگر رودهای موجود در ورقه چهارگنبد، می توان از رودخانه های ((پلنگی))، ((بابوجهر)) و ((دهو)) نام برد.

اصلی ترین راه ارتباطی در ورقه مورد مطالعه، راه ترانزیت کرمان - سیرجان - بندرعباس است، که تقریباً با راستای خاوری - باختری پهنای ورقه را پیموده و آنگاه به سوی جنوب (سوی سیرجان) امتداد می یابد. به جز بخشهای بلند و گذرگاههای دشوار، بقیه راههای ارتباطی، به صورت شبکه ای مناسب، همه مراکز تجمع انسانی را به یکدیگر می پیوندد.

از بزرگترین روستاهای موجود در منطقه می توان از ماهوتک - کرپوئیه - دیشگان - فیروزآباد - دستجرد - سفته و محمود آباد نام برد.

ریخت کوهستانی، به همراه بارندگی کم، موجب گشته تا کشاورزی، تنها در محدود بخشهایی از ورقه مورد مطالعه رونق داشته باشد. از جمله فرآورده هایی که در منطقه بدست می آید، چغندرقد در بخش خاوری و مارچوبه در بخش مرکزی است. ورقه چهارگنبد، از نظر سیاسی تابع استان کرمان است، مردم آن مسلمان شیعه و زبانشان فارسی است، که با گویش مخصوص به خود سخن می گویند. زمین ریخت شناسی ورقه، توسط سه عامل فرایندهای زمین ساختی، فرسایش و لیتولوژی کنترل شده و می شود. چکادهای نوک تیز و دیواره های بلند و پرشیب و دره های ژرف با دیواره های تقریباً قائم در کوهها، بویژه در دامنه های کوه چهلتن و کوه بیدخوان، گواه بر آن است، که منطقه مورد مطالعه، هنوز در گامه ی جوانی بسر می برد. وجود زمین ریخت تپه ماهوری، به ویژه در بخش مرکزی ورقه، به دلیل سست بودن لیتولوژی (لاهار) است، تا شدت فرسایش. ولی در عین حال، پدیده فرسایش باعث گردیده تا برونزد گرانیتی در حد فاصل معدن چهارگنبد تا چنار کف، فرسوده شده و زمینهای پست به وجود آید. شیب دامنه کوهها، در راستای محور بر لایه بندی، بسیار بیشتر از شیب دامنه در راستای موازی با لایه بندی است. از اینرو، دامنه شمالی کوه چهلتن و دامنه خاوری کوه بیدخوان از شیب دامنه یی شایان توجهی برخوردارند. پیدایی دره ها بدلیل رویداد گسلش، از جمله فراوانترین ریخت های موجود در محدوده مورد بررسی است. این دره ها با توجه به شیب لایه ها و جنس سنگها، شکلهای گوناگونی دارند، در نقاطی که سنگها سخت و پایدار هستند دره ها به شکل V و برعکس در نقاطی که جنس مواد سازنده، سست و ناپایدار است، دره هایی به شکل U پایدار گشته است. بیشتر این دره ها، دارای تقارن محوری می باشند.

در مرکز ورقه چهارگنبد، آنجا که توفها و خاکسترهای آتشفشانی سست و ناپیوسته برونزدگی دارند، فرسایش، موجب پیدایش زمینهای تقریبا هموار با دره های پهن و دیواره های کوتاه شده است. در دامنه جنوبی کوه ((چهلتن)) و دامنه باختری کوه ((بیدخوان)) برده شده واریزه های حاصل از فرسایش، توسط جریانهای سیلابی و گاه رودخانه یی، موجب پیدایش پادگانه هایی با سترای حداکثر ۴۵ متر گردیده است.

بودن ته نشستهای دانه ریز در کناره رودخانه سرخ (شمال خاوری ورقه)، گواه بر آن است که رودخانه کنونی، نخست به صورت شاخه های بیشمار "Braided Pattern" وجود داشته است (در فاز رسوبگذاری)، ولی با آغاز فازهای فرسایشی در منطقه این شاخه ها به تنها دره موجود امروزی تبدیل شده و در نتیجه رودخانه توانسته مصالح درشت دانه را نیز با خود بیاورد. آنگونه که در دیواره های رودخانه مصالح دانه ریز رسی - سیلتی و ماسه ای، گاه با لایه هایی از شن قابل دیدن است، در حالیکه در بستر رودخانه آبرفتهای دانه درشت و شنی را می توان دید.

### مروری بر زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

سنگهای موجود در ورقه چهارگنبد را اغلب سنگهای آتشفشانی - رسوبی ائوسن پدیدار ساخته اند، که از شمال تا جنوب ورقه، گسترش دارند. هم چنین، نهشته های نئوژن، چه به صورت نهشته های کربناتی و یا آواری و چه به صورت سنگهای آتشفشانی، عموماً در جنوب باختری، خاور و مرکز ورقه برونزدگی دارند. بخشهای جنوبی و جنوب باختری ورقه نیز، قلمرو گسترش آمیزه رنگین است. در حالیکه شمال و شمال خاوری ورقه را نهشته های آبرفتی کواترن جایگاه ویژه خود کرده است، از سنگهای کهنتر از کرتاسه، تنها مقدار بسیار اندکی از سنگهای دگرگونه پالئوزوئیک را در جنوب ورقه چهارگنبد می توان دید.

#### پالئوزوئیک

در کناره جنوب باختری ورقه مورد مطالعه، برونزد بسیار کوچکی از نهشته های دگر گونه، شامل دولومیت های بلورین خاکستری رنگ، همراه با سنگهای شیستی سبز و آبی رنگ (سریسیت - کلریت شیست)، به چشم می خورد، که کهنسالترین سنگ برونزده در ورقه چهار گنبد است. برای این واحد سنگی که هیچ گونه فسیل راهنمایی کننده ای ندارد، در گزارش زمین شناسی کرمان (۱:۵۰۰۰۰۰)، با توجه به فسیلهای یافت شده در آن، بیرون از ورقه چهار گنبد، سن پالئوزوئیک بالایی را تعیین کرده اند. هم چنین، بر اساس آنچه که در نقشه نیریز (۱:۲۵۰۰۰۰) آمده است، سن دگرگونی در این واحد، کیمبرین پیشین می باشد. این واحد سنگی در ورقه چهار گنبد با نشانه ( $P^{mt}_z$ ) معرفی شده است.

#### مزوزوئیک

##### آمیزه افیولیتی

زون آمیزه افیولیتی با روند شمال باختری - جنوب خاوری در حد فاصل دو زون ارومیه- دختر و سنندج - سیرجان وجود دارد. بخشی از این زوم از جنوب ورقه چهار گنبد گذشته و سنگهای آن در کوه (خرسی) برونزدگی پیدا کرده اند. این مجموعه با پیکره های سنگی جوانتر همبری عادی نداشته و تقریباً در همه جا در سطح همبری نوعی زون برشی Sheared Zone دیده می شود. آمیزه رنگین در این منطقه، از پیکره های سنگی گسسته و تکه تکه شده ای پیدایش یافته، که درون زمینه ای الترامافیک سرگردان است. سنگهای الترامافیک در سنجش با سنگهای آذرآواری و گدازه های برشی شده برونزد بسیار کمتری دارد. در این مجموعه واحد های سنگی زیر از یکدیگر جدا گردیده و نقشه زمین شناسی این واحد، بر اساس آن فراهم گردیده است:

#### تپ

سنگهای دیوریتی - گابرو، آتیره شده، شامل پیروکسن (کلینوپیروکسن - اوژیت)، آمفیبول (غالباً ترمولیت - آکتینولیت)، پلاژیوکلازهای سریستیزه می باشد. رنگ عمومی این سنگها، آبی و سبز است و در ضلع جنوبی گسله چهار گنبد برونزد دارد. همبری آن در پیرامون گسلیده است. علیرغم وجود پدیده دگرسانی، سنگ بافت اصلی خود را نگهداشته است.

**sr**

در کناره جنوبی گسله واژگون (چهارگنبد) و نیز در ضلع جنوب خاوری کوه (سفیدسنگ)، در جنوب ورقه- لکه های کوچک از سنگهای سر پانتینی شده به رنگ عمومی سبزبرونزد دارند. پیکره اصلی این واحد سنگی، سنگهای هارزبورژیستی است با بافت دانه ای و شامل کانی های اولیوین و پیروکسن که تحت تاثیر پدیده سر پانتینی شدن، اولیوین به سرپانتین (کریزوتیل) تبدیل شده است.

**sp**

مجموعه ای است دگرسان شده با رنگ سبز تیره، شامل سنگهای بازالتی کاوک دار Vesicular که به طور ثانوی از کلسیت و کالسدونی انباشته شده است. بافت سنگ پورفیریتی با زمینه میکروولیتی و کاوکدار است، که درشت بلورهای پلاژیوکلاز، غالباً به سریسیت، کانی های رسی و در بخشهایی به اپیدوت تجزیه شده است. زمینه سنگ شامل میکروولیت های پلاژیوکلاز می باشد، که لابلای آن، گدازه های آندزیتی برشی شده، دیاباز و عدسیه های کوچکی از آهک های plagic به صورت میان لایه ای قابل دیدن است. آهکهای یاد شده نازک به رنگ صورتی و نیز دارای چرت های سیاه رنگ است. سن این آهکها، با توجه به میکروفسیل های موجود در آن، کامپانین- ماسترشتین است (شرح فسیل در اندکس شماره ۶). از جمله سنگهایی که به صورت لکه های پراکنده در این سری واحد سنگی دیده می شود، عبارتست از چرت، سرپانتینیت و دایکهای کوارتز دیوریتی که در برخی جایها این مجموعه را قطع کرده است.

**st**

آمیزه ای از سنگهای اسپیلیتی با بافت اینترسرتال میکروولیتی، با کلریت فراوان به رنگ سبز، به همراه توفهای لیتیک اسیدی، ساخته شده از میکروولیت های شدیداً اکسید شده پلاژیوکلاز و شماری لکه های چرت ساخته شده از کوارتز کریپتوکریستالین است که در زمینه ای سیلیسی شده، شامل کوارتز- فلدسپات و مقدار زیادی اکسید آهن قرار دارند. در بخشهای پائینی این سری سنگها، عموماً گدازه های برشی شده برنزد دارند که به سوی بالا، رادیولاریت ها با رنگ متمایل به قرمز (به خاطر وجود آهن)، به صورت میان لایه ای در اسپیلیت ها آشکار می گردند. در بخشهایی، توفهای سنگی یاد شده، با آگلومرا نیز همراه است.

**agg**

شامل قلوه های اسپیلیتی و دیاباز (شبهه بمب های آتش فشانی) با سیمان شدگی ضعیف است، که عناصر سازنده آن پیوستگی چندانی با یکدیگر ندارند. با این حال، از نظر زمین ریخت شناسی، سری بالا، دیواره های بلندی را ایجاد کرده و دایکهای دیا بازی نیز در آن تزریق شده اند. دیا بازها بافت اینتر گرانولار داشته و شامل کانیهای فلدسپات و کلینو پیروکسن می باشد. کلریت و لوکوکسن اسفن نیز در آن قابل دیدن است، رنگ عمومی این واحد، سیاه تا سبزه است.

**vb**

در ضلع جنوبی کوه (خرسی)، مجموعه ای از ولکانیک برشهای آندزیتی، سنگهای اسپیلیتی و آگلومرا را می توان دید. ولکانیک برشها، دگر سان شده و کانیهای ارالیت (که جایگزین پیروکسن ها شده است)، و اپیدوت، به روشنی در آن دیده می شود. کانیهای فلسیک، با رشد توام، حجم اصلی سنگ را ساخته است. رگه هایی نازک از نوع گابرو- دیوریت این سنگها را در چند نقطه قطع کرده است.

بخشهای بالای آمیزه رنگین را آهکهای ژرف دریایی صورتی رنگ، میکریتی- چرت دار و نازک لایه درست کرده است، که در حدود ۴۵ متر ستبراً داشته و فسیلهای گلو بوتورانکانا در آن، سن کامپانین - ماستریشترین دارند. (شرح فسیلها در اندکس شماره ۵). در میان آمیزه افیولیتی و در ضلع خاوری آن، مجموعه ای از ولکانیک برش- ماسه سنگ و آهک به چشم می خورد، که با وجود همانندی به عناصر شرکت کننده در آمیزه افیولیتی، به لحاظ دارا بودن لایه بندی و دست نخوردگی ردیف چینه ای، به عنوان واحد های سنگی جداگانه ای در آمیزه افیولیتی در نظر گرفته شده است. این مجموعه در بخشهای پائینی شامل ماسه سنگهای توفی خاکستری رنگ، با میان لایه هایی از میکرو کنگلومرا و آهکهای بلورین شده ( $K^{sl}_2$ ) است، که به سوی بالا، تبدیل به ولکانیک برش و گدازه های اسپیلیتی برشی شده، آندزیت پورفیری و نیز توفهای آندزیتی و دیابازی ( $K^{vb}_2$ ) می گردد. نواری از آهک ستبر لایه- توده ای بلورین به صورت

میان لایه ای در این واحد سنگی به چشم می خورد، که در ورقه بلورد(جنوب ورقه چهار گنبد)، از ستبرای شایانی بر خوردار است. این واحد آهکی ( $K_2$ ) براساس میکرو فسیلهای موجود در آن کامپانین - ماستریشتین می باشد. از ویژگیهای این سنگهای آهکی ریخت خشن و دیواره ساز آن است. سری سنگهای یاد شده، بدلیل همانندی با بخشهای بالایی آمیزه افیولیتی، به عنوان واحدی جداگانه در آمیزه رنگین، که امکان هیچگونه جدایشی در آن نیست، با علامت کلی (Cm)، در نقشه نشان داده شده است. این مجموعه شامل بازالتهای اسپلیتی سبز و خاکستری، عدسیهای رادیولاریتی و آهکی- گابروهای ارالیتیزه، ماسه سنگهای توفی و سیلتستون و گدازه های آندزیت بازالتی کلریتیزه و اپیدوتیزه و ولکانیک برشهای آندزیتی می باشد.

### سنوزوئیک

#### ائوسن

کهنترین سنگهای وابسته به ائوسن، در هسته تاقدیس (چهلتن)، واقع در دامنه شمالی کوه (چهلتن) برونزد دارد. این واحد سنگی شامل کنگلومرا خاکستری- قهوه ای و ماسه سنگهای قرمز رنگ می باشد ( $E^c$ ). قلوه های کنگلومرا، عموماً ماسه سنگی است و سیمان شدگی آن سختی زیادی ندارد. گردشگری آن ضعیف و جور شدگی آن متوسط است. به سوی بالای واحد، میکروکنگلومرا و ماسه سنگ آشکار می گردد. ستبرای این واحد در حدود ۲۰۰ متر برآورده شده است و با مرزی عادی، توسط ستبرای شایان ملاحظه ای (۴۵۰ متر) از سنگهای آندزیتی ( $E^{pa}$ )، تراکی آندزیتی پورفیریتی پوشیده می گردد. نمونه ای از این سنگ، بافت پورفیریتی - میکروولیتی دارد و بیشتر یا همه فنوکریست های فلدسپات آن به کلریت و کربنات تجزیه گردیده اند. لایه های اندکی از ولکانیک برش آندزیتی را نیز به صورت میان لایه ای در این واحد می توان دید. در بخشهای بالاتر، سری سنگهای آذر آواری - آواری آشکار می گردند. نخست توف های کریستالی ( $E^{at}$ )، سپس توف و ماسه سنگهای قرمز رنگ خوب لایه بندی شده ( $E^{ls}$ ) و در بالاترین بخش توف برش های داسیتی و توف های جوش خورده اسیدی ( $E^{ti}$ ) جای گرفته اند. در کوه نطع، واقع در شمال خاوری ورقه، مجموعه ای از توفهای اسیدی سیلیسی شده، به همراه ماسه سنگهای توفی، توف برش داسیتی و کمابیش گدازه های آندزیت پور فیری و پیروکسن آندزیت (به صورت میان لایه ای)، قابل دیدن است ( $E^{als}$ )، که با مرزی هم شیب سنگهای ( $E^{pa}$ ) را می پوشاند. به همین دلیل این واحد سنگی برابر سنگهای آذر آواری کوه (چهلتن) در نظر گرفته شده است. این سری سنگها، توسط سنگهای آتش فشانی آندزیت پور فیری، همراه با میان لایه های آندزیت بازالتی- توف برشی و ولکانیک برشی آندزیتی ( $E^{la}$ ) با مرزی عادی پوشیده می شوند. یک نمونه از گدازه های آندزیت پورفیری، دارای بافت میکروولیتی پور فیریتی است و پور فیرهای آن شامل پلاژیو کلازهای سر یستیزه و کلسیتیزه، کلینوپیروکسن های کلریتیزه و ارالیتیزه و بلورهای سوزنی و کشیده آمفیبول است، که بیشتر آنها بطور کامل به اوپاک تبدیل شده و یا کلسیتیزه شده اند. دنباله این واحد سنگی به سوی باختر، در زیر آبرفتهای دشت (تله سیخ) پنهان شده است. با اینحال، در جنوب ناودیس (ماه خاتونی) این واحد بار دیگر برونزد یافته و به سوی جنوب امتداد می یابد. در میان این واحد سنگی، فعالیت آتش فشانی زیر دریایی رخ داده، که فرآورده آن سنگهای آذر آواری و گدازه هایی است، که جملگی در ناودیس (گهدیج) و پیرامون آن، برونزدگی دارند. این واحد های سنگی از پایین به بالا عبارتند از:

- گدازه های پیروکسن آندزیتی با ردیفهایی از گدازه های آندزیت پور فیری و آندزیت بازالتی ( $E^{abv}$ ) به ستبرای ۱۶۰ متر. گدازه های مگا پورفیر آندزیتی ( $E^{mpa}$ ) دارای فنوکریست های پلاژیوکلاز به درازای ۲ تا ۳ سانتی متر. این واحد با لایه بندی ضخیم تا بسیار ضخیم، در بیشتر نقاط فرسایش یافته و در حدود ۲۵۰ متر ضخامت دارد.

- ردیفهای از توف های سنگی و بلوردار، با توف برشهای داسیتی، که دارای میان لایه هایی از هیالوداسیت پورفیری ( $E^{dv}$ ) به رنگ خاکستری متمایل به آبی است و در شمال باختری ورقه گسترش زیادی دارد. یک نمونه از توفهای موجود در این واحد، دارای بافت پورفیریتی و پورفیروکلاسیک- جریانی بوده و فنوکریست ها و فنوکلاست های آن شامل بلورهای درشت پلاژیوکلاز (حدود آندزین) است، که به تیغه های ریز سیریسیتی و گاه کانی رسی تبدیل شده اند. ماتریکس این سنگ از کوارتز های سیلیسیفیه شده، شیشه و پلاژیوکلازهای میکروولیتی است. هیالوداسیت های موجود در این واحد سنگی، بافت پورفیریتی با زمینه تمام شیشه شیشه ای دارد و فنوکریست های آن پلاژیوکلاز و

کمی کوارتز می‌باشد، که در زمینه ای از فلدسپار تجزیه شده، اکسید آهن (شیشه اکسید شده)، کوارتز و شیشه جریانی قرار دارند. جریانهای شیشه ای گاه به زمینه سنگ، حالت بافت ایگنمبریتی می‌دهد. ستبرای کل این واحد سنگی، بیش از ۴۰۰ متر برآورده شده و در جنوب روستای هارونوئیه به صورت جانبی به مجموعه ای از سنگهای توفی - آواری نازک لایه تبدیل می‌گردد، که شامل ماسه سنگهای توفی قهوه‌ای - زرد، لایه های متوسط توفهای اسیدی سبز و آبی و نیز لایه هایی از توفیت های سبزرنگ ( $E^t$ ) است. بافت سنگها بیشتر کلاسیک - شیشه ای و کلاستیک لیتیکی می‌باشد که معمولا اپیدوتیزه و اکسید شده و ترکیب شیمیایی آنها اسیدی است. توفیت های اکسید شده با ترکیب آندزیتی رانیز در میان آنها می‌توان دید.

بالترین بخش از این واحد آتش فشانی را، گدازه های آندزیتی ( $E^{sa}$ )، با ساختهای بالشی Pillow lava و سطح کاوکار درست کرده، که با ستبرایی بیش از ۵۰۰ متر، هسته، ناودیس - گهدیج را پدیدار کرده است. لایه هایی از توف برش آندزیتی و نهشته های پیروکلاست اسیدی تا حد واسط را با رنگهای سبز و خاکستری در این واحد سنگی می‌توان دید. بافت غالب در گدازه های این واحد سنگی، با بافت میکروولیتی است. در جنوب روستای گهدیج، عدسیهایی از گدازه های آندزیت بازالتی دگرسان شده قرمز رنگ در بخش قاعده ای این واحد دیده می‌شود.

همان سان که بیان شد، واحد سنگی ( $E^{la}$ )، در جنوب ناودیس (ماه خاتونی) به سوی جنوب ادامه داشته و به سوی بالا، به ولکانیک برشهای آندزیتی - تراکی آندزیتی، همراه با میان لایه هایی از گدازه های آندزیتی و توف برش ( $E^a$ ) تبدیل می‌گردد. نمونه این واحد، بافت میکروولیتی پور فیریتی داشته و فنو کریست های آن شامل پلاژیوکلاز سریسیتیزه، پروکن و آمفیبول است، که در زمینه ای آغشته به اکسید آهن شامل میکروولیت های پلاژیوکلاز قرار دارند.

از جمله کانیهای ثانویه در این واحد سنگی، کلریت - سریسیت و کلسیت است. واحد سنگی ( $E^a$ ) در بخش باختری ورقه (روستای سلوئیه) توسط عدسی کم ضخامتی (۵۰ متر) از سنگهای آندزیت بازالتی و بازالتی ( $E^{ab}$ ) و در بخش مرکزی ورقه با ۱۲۰ متر ستبرای، توسط توف برشهای ریولیتی - داسیتی - ولکانیک برشهای داسیتی - تراکیتی، همراه با بافت ایگنمبریتی ( $E^{dvt}$ ) پوشیده می‌شود، هم چنین واحد ( $E^{la}$ ) در بخش خاوری ورقه، (جنوب مقصودک) رفته رفته به مجموعه ای از گدازه های آندزیت پور فیری و سنگهای آذر آواری داسیتی - آندزیتی ( $E^{avp}$ ) تبدیل می‌گردد. به سوی جنوب ورقه چهار گنبد، هر سه واحد یاد شده، توسط دو واحد سنگی پوشیده می‌گردند. این دو واحد سنگی که در بخش مرکزی ورقه بتدریج به یکدیگر تبدیل می‌گردند، عبارتند از:

( $E^{lav}$ ) - گدازه های ترکیبی - تراکی آندزیتی، که در بخش خاوری ورقه، بخشهای بلند کوه چهلتن را ساخته اند. این گدازه ها ریخت خشن و دیواره سا ز داشته و رنگ عمومی آنها، سبز مایل به آبی است. نمونه ای از این سنگ، بافت هیالوپورفیریتی دارد و پور فیرها، شامل پلاژیوکلازهای دارای شکستگی است، که در زمینه ای شیشه ای با میکروولیت های پلاژیوکلاز و دانه های ریز اوپاکو مواد ثانوی همچون کلریت و کربنات همراه می‌باشند.

( $E^{av}$ ) - مجموعه ای از گدازه های آندزیتی آفانتیک سبز رنگ دگرسان شده، همراه با ولکانیک برشهای لاتینی - آندزیتی است، که از تکه هایی با بیشترین قطر ۴۰ سانتی متر، با سیمان شدگی ضعیف و پیوندی سست ساخته شده است. در دامنه جنوبی کوه چهلتن، برونزدی گسترده از توف برشهای تراکیتی به رنگ سبز مایل به آبی ( $E^{dt}$ )، همراه با میان لایه های توف سنگی Lithic Tuff، قابل دیدن است.

یک نمونه از این سنگ، دارای بافت میکروولیتی پورفیریتی و به صورت کلاسیک است، که پورفیرها، شامل پلاژیوکلاز شکل دار با ما کل آلبیت کارلسباد و مقدار کمی فلدسپات آلکالن است.

با ماکل آلبیت کارلسباد و مقدار کمی فلدسپات آلکالن است. زمینه، حالت فلسیتیک یا میکروولیتی داشته و مواد شیشه ای دگرسان شده به کانیهای رسی به مقدار کم در آندیده می‌شود. تکه هایی بشمار از مواد سنگی مربوط به آتش فشانی بازیگ وجود دارد، که گمان می‌رود ترکیب آنها بازیگ - حد واسط است. این واحد به سوی باختر ورقه، اگرچه در زیر نهشته های پلیوسن پنهان گردیده، ولی برونزدهایی کوچک از آن پیرامون روستای (مجید آباد) آشکار می‌شود.

که به نهشته های آذرآواری رنگین، شامل توف های سنگی و کریستالی تراکیتی- تراکی آندزیتی، همراه با توفیت های زرد- کرم، توف های ماسه سنگی و گدازه های برشی شده تراکی آندزیتی ( $E^{ts}$ ) تبدیل می گردد. در شمال روستای (دیشگان) واقع در بخش خاوری ورکه، بر روی واحد ( $E^{tav}$ ) و ( $E^{dt}$ )، نهشته های رسوبی- آتش فشانی ( $E^s$ ) برونزد دارند. این مجموعه شامل میان لایه هایی از توف های کریستال دار، ماسه سنگهای توفی، توفهای ماسه سنگی همراه با شیل و گدازه های اسیدی تا متوسط می باشد، که خوب لایه بندی شده، و در ضلع خاوری ورکه توسط سنگهای پیروکسن آندزیتی ( $E^{ap}$ ) پوشیده می گردد. سنگهای پیروکسن آندزیتی یاد شده، هسته ناودیسسی را با روند خاوری- باختری تشکیل می دهد، که بخش عمده آن در ورکه بردسیر، برونزدگی دارد، سنگهای پیروکسن آندزیتی ( $E^{ap}$ ) شامل ولکا نیک های برشی شده و توف برش با عناصر آندزیتی است، که میان لایه هایی از گدازه های آندزیتی ( $E^{avb}$ ) در آنها به چشم می خورد.

اگر چه مرز بالایی این سنگها مشخص نیست، ولی با توجه به اینکه سری سنگها ائوسن، در این بخش، تغییرچندانی در ردیف خود ندارند، جایگاه چینه ای این واحد، بر روی واحد ( $E^s$ ) در نظر گرفته شده است. در جنوب معدن مرمر تنگویی و لبه شمالی آمیزه رنگین (جنوب باختر ورکه)، سری سنگهایی متشکل از گدازه های برشی شده آندزیتی، به همراه ولکا نیک برشهای وابسته و نیز سنگهای رسوبی آهکی- ماسه ای ( $E^v$ ) برونزدگی دارند. سنگهای آذرآواری آن شامل کریستال توف شیشه ای- کریستال توف سنگی سیلیسی شده، بهمراه گدازه هایی از داسیتیک آندزیت تا بازالت (به صورت برشی شده) می باشد. یک نمونه از توفهای این سری که بیشترین برونزدگی را دارد، کریستال توفی است، که بافت کلاسیک (پور فیرو کلاسیک) دارد و فنوکلاست های آن شامل پلاژیوکلاز های غالباً سربسیتیزه و کربناتیزه، فلدسپات آلکالی (که به کانی های رسی تجزیه شده) و کوارتز می باشد. زمینه سنگ نیز شامل کوارتز کریپتو کریستالین، سربسیت، کربنات، اکسید آهن و مقداری شیشه است. در بخشهایی از این سری سنگ آتش فشانی- رسوبی، ماسه سنگهای توفی زرد رنگ بهمراه آهکهای ماسه ای نیز دیده میشود، که در برخی جایها، به صورت ردیفهایی از ماسه سنگهای نازک لایه زرد رنگ و آهکهای خاکستری رنگ سرشار از فسفیل نومولیت ( $E^{sl}$ )، خود به صورت واحدی جداگانه بشمار رفته است. فسفیلها موجود در آهکهای این سری سنگها، سن ائوسن میانی را دارا می باشد (شرح فسفیلها در اندکس شماره ۴ آورده شده است). در شمال رودخانه پلنگی، واحد آهکی ( $E^{sl}$ ) بر روی سنگهای آذر آواری با ترکیب آندزیت ( $E^{avb}$ ) جای می گیرد. گرداگرد معدن مس چهار گنبد، قلمرو برونزد سنگهایی است، که همگی خاستگاه آذر آواری دارد و بخشی از آن سری (علیمرادی) نامیده شده است. این مجموعه سنگی، در ورکه چهارگنبد به دو بخش تقسیم گردیده است:

#### واحد $E^{tr}$

از توفهای کریستالی با ترکیب ریولیتی- ریوداسیتی سیلیسی شده درست شده و در دو سوی رودخانه پلنگی برونزد دارد. بیشترین ستبرای این واحد سنگی که به خاطر سختی مواد سازنده آن، بخشهای بلندی را پدیدار کرده است، در باختر معدن چهار گنبد است، که به سوی خاور، از ستبرای آن کاسته شده و در جنوب روستای (کرپوئییه) به صفر می رسد. در لابه لای این واحد سنگی، سنگهای داسیتی و داسیت آندزیتی به صورت ولکانیک برش و توف وجود دارد.

#### واحد $E^{tv}$

از توف برشهای تراکی آندزیتی- آندزیتی با میان لایه هایی از گدازه های آندزیتی به رنگ سبز مایل به آبی درست شده، که تپه های بسیار کوتاه و پهنه های پستی را در پیرامون روستای (علیمرادی) و (سلطان حسین) ایجاد نموده اند. این واحد سنگی، به سوی خاور تا روستای (سطاق)، واقع در جنوب ورکه قابل دیدن است. در جنوب روستای (باغ قند) و در راستای گسله علیمرادی برشهایی Slices کوچک از سنگ آهک سرشار از میکروفسیل دیده می شود، که با توجه به فسفیلها موجود در آن، سن ائوسن بالایی را دارد. (فسفیلها در اندکس شماره ۳) آهکهای مذکور ( $E^{lv}$ ) که در جنوب روستای (علیمرادی) سری سنگهای ( $E^{lv}$ ) را زیر پوشش می گیرد، آخرین بخش از سری سنگهای ائوسن در منطقه است.

بنابراین بر خلاف نظر Sjerp (گزارش شماره ۱۶ سازمان زمین شناسی کشور)، سن سنگهای سری علیمرادی، حداکثر تا ائوسن بالایی است و نمی تواند سن الیگوسن داشته باشد.

### الیگوسن

در دامنه جنوبی کوه چهلتن، نهشته هایی شامل کنگلومرا با میان لایه هایی از توف برش داسیتی، به صورت باریکه ای خاوری باختری برونزد دارد، که لبه باختری با همبری ناپیوسته زاویه دار بر روی سنگهای ائوسن جای گرفته و لبه خاوری آن تا ورقه بردسیر امتداد می یابد. این سری توسط زمین شناسان یوگسلاوی (ورقه چهار رگنبد) به نام سازند گزجرد به سن الیگوسن معرفی گردیده، ولی در گزارش زمین شناسان ناحیه کرمان و نقشه ۵۰۰،۰۰۰-۱ مربوط به این گزارش، به عنوان واحد پائینی (Ng<sup>1</sup>) معرفی شده است، که هنوز بدرستی هیچگونه گواهی دال برد این دو نظریه وجود نداشته و به هردو زمان می تواند منسوب گردد در ورقه چهار گنبد و همین گزارش با توجه به جای داشتن این مجموعه میان سنگهای ائوسن و پلیوسن پنداشته شده است.

این مجموعه با یک کنگلومرا ی قاعده ای قرمز رنگ با سیمان ماسه ای سخت نشده (Ol<sup>c</sup>) آغاز می شود، که در دامنه جنوبی کوه خاکستری جنوب روستای (گوگ) با همبری ناهمساز نهشته های ائوسن را می پوشاند. پیکره اصلی این مجموعه را کنگلومراهایی به رنگ خاکستری روشن می سازد (Ol<sup>v</sup>)، که به ندرت لایه بندی مشخصی از خود نشان می دهد. قله های آن که گرد شدگی خوب وجور شدگی متوسطی دارد، بیشتر سنگهای آتش فشانی اسیدی تا متوسط درست شده، که در سیمانی نه چندان سخت جای گرفته اند. میان لایه هایی از توف برش داسیتی (Ol<sup>th</sup>) صورتی کم رنگ با ضخامتی در حدود ۱۵ متر نیز وجود دارد، که تنها در بخش هایی از آن قابل جدایش است. در بخشهای بالایی این واحد نیز لایه های زئولیتی شده (Ol<sup>z</sup>) سفید رنگ قابل تشخیص است، که به سوی خاور (در ورقه بردسیر) گسترده تر شده و از نظر معدنی، دارای اهمیت است.

ستبرای این مجموعه رسوبی - آتش فشانی به ۵۰۰ متر می رسد، که به سوی جنوب با ناهمسازی در زیر سنگهای آتش فشانی بید خوان (پلیوسن) جای گرفته است.

### الیگومیوسن

سنگهای وابسته به این روزگار در شمال و جنوب ورقه، با دو رخساره دو گانه برونزد یافته است. در بخش شمالی، رخساره هاهمگی تخریبی - آواری است، که از ماسه سنگ، کنگلومرا و مارن های گچ دار درست شده، در حالیکه در بخش جنوبی ورقه رخساره چیره در نهشته ها، رخساره دریایی است.

در پیرامون برونزده های آمیزه رنگین، معدن چهار گنبد و کوه گلی سنگو، نهشته هایی ضخیم لایه-توده ای از آهکهای ریفی با بافت گرهی و جلبک دار به چشم می خورد، که با همبری ناهمساز (ناپیوسته ی زاویه دار) سری سنگهای آتشفشانی علیمرادی را زیر پوشش می گیرد (OM<sup>ch.s</sup>). این آهکها که به نام عضو سعید آباد از سازند (غیر رسمی) چهار گنبد نامیده شده اند، در کوه گلی سنگو با ۱۲ متر کنگلومرای قرمز - ارغوانی قاعده ای بر روی آمیزه فیولیتی جای گرفته اند. فسیلهایی که در این عضو چینه ای موجودند سن آن را از الیگوسن میانی (Rupelian)، تا میوسن زیرین Aquitanian- Burdigalian تعیین می نمایند (اندکس شماره ۲) بر روی عضو آهکی ماسه ای به رنگ خاکستری، شیل و مارن سبز و خاکستری (و گاه سفید)، ماسه سنگهای دانه درشت تا میکروکنگلومرا، با میان لایه هایی از آهکهای ائولیتی به صورت گرهی و با اثرات فراوان مرجان وجود دارد. این مجموعه نیز دارای میان لایه هایی از توف های کریستالی ریولیتی - داسیتی کرم رنگ و همچنین به ندرت افقهایی از گدازه های آندزیتی است، که به طور غیررسمی (سازند چهار گنبد) نامیده شده و در نقشه حاضر با نشانه OM<sup>ch</sup> نمایانده شده است. افقهای آهکی که چندان هم کم نیست، در لابلای این سازند پدیدار است، ولی بر عکس، عضو آهکی سعیدآباد، جایگاه چینه ای ثابتی ندارد، از اینرو آهکهای مزبور در راهنمای نقشه به صورت مثلث نشان داده شده است. هیچگونه ناهمسازی در همبری عضو سعیدآباد و سازند (غیر رسمی) چهار گنبد وجود ندارد و این دو با همبری عادی با یکدیگر پیوستگی دارند. سازند چهار گنبد افزون بر سن، از نگاه رخساره ای نیز کم وبیش با سازند قم همانند است و با توجه به فسیلهای موجود در این سازند،

سن آن را میوسن میانی بر آورد کرده اند (اندکس شماره ۱) برش تیپ این سازند در حاشیه معدن مس چهارگنبد و در ناودیس چهارگنبد تشکیل شده است.

در بخشهای شمالی ورقه مورد مطالعه سنگهای الیگو میوسن، عموماً رخساره آواری دارد. در کناره (کوه پنج) سنگهای برشی کنگلومرا به رنگ قرمز- ارغوانی با افقهای ماسه سنگی، سیلتستون قرمز رنگ ( $OM^{bc}$ ) برونزد دارد. این سنگها به عنوان واحدی در بخش پائینی نهشته های نئوژن (معادل لایه های قرمز رنگ میوسن) در نظر گرفته شده و سن قاعده آن را می توان حتی تا الیگوسن نیز بشمار آورد. به سوی خاور، این واحد برشی - کنگلومرای، توسط ماسه سنگهای قرمز رنگ با تیغه بندی رسوبی، مارن های گچ دار همراه با کمی کنگلومرا و برش ( $M^{sm}$ ) پوشیده می شود، که در بخشهای خاوری تر از ضخامت آن کاسته و رفته رفته به صفر می رسد. در خاور کوه پنج و دریال شمالی ناودیس (گهدیج)، در میان این دو واحد تخریبی - آواری، سنگهایی متشکل از توف برش داسیتی - توف های سنگی و کریستالی به رنگ سبزروشن - خاکستری روشن برونزد دارند، که بیشترین ستبرای آنها تا ۵۵ متر نیز می رسد ( $M^{da}$ ). بالاترین واحد سنگی نهشته های نئوژن را در هسته ناودیس (ماه خاتونی) در ضلع شمالی جاده کرمان - سیرجان می توان دید. این بخش از نئوژن، شامل ردیف هایی از کنگلومرا - ماسه سنگ به رنگ خاکستری تیره و خوب لایه بندی شده ( $M^{cs}$ )، با اثرات چینه بندی چلیپائی (Cross bedding) است، که در بالاترین بخش خور دارای مارن هایی به رنگ قهوه ای - قرمز و بدون هر گونه فسیل است. بهرحال، با توجه به همانندی این مجموعه سنگی به سازند قرمز بالایی، سن آن را از پایان الیگوسن پسین تا میوسن در نظر گرفته ایم.

#### پلیوسن

مجموعه آتش فشانی بیدخوان در بخش خاوری - جنوب خاوری محدوده مورد مطالعه، مجموعه آتش فشانی بیدخوان، کوههای بلندی را به همین نام دیدار کرده است. این مجموعه آتش فشانی که به صورت شعاعی گسترش دارد، فرآورده فعالیت استراتو ولکانی است، که دهانه و بخشی از آن در ورقه برد سیر قرار گرفته است. سنگهای آذر آواری بیانگر فعالیت انفجاری این آتش فشان است که تا کیلومترها دورتر (در ورقه چهار گنبد به سوی باختر) حمل و ته نشست شده، آن سان که نهشته های لاهار را تا پایانی ترین بخش باختری ورقه می توان دید و ردیابی کرد، ضمن آنکه پس از هر فعالیت انفجاری، گدازه های داسیتی - آندزیتی نیز بیرون ریخته و آشکار هستند، که البته حجم آنها نسبت به مواد انفجاری اندک است. سیلابهای آتش فشانی چنان نیرومند بوده اند، که تکه سنگهای آتش فشانی را حتی به ابعاد ۳ متر به همراه توف و خاکستر های آتش فشانی، تا پایانی ترین بخش باختری ورقه آورده اند. واحد های سنگی این مجموعه آتش فشانی، از آغاز فعالیت آتش فشانی تا پایان به شرح زیر جدا گردیده اند.

#### $PI^d$

ردیفهایی از برشهای داسیتی - آندزیتی، اگلومرا، دارای بمب های آتش فشانی اوژیت آندزیتی، با قطر حداکثر ۳۵ سانتی متر و گدازه های داسیتی که توسط دایکهای تراکی آندزیتی بریده شده و فازهای گرمایی انتهایی موجب دگرسانی پیشرفته در آن شده است.

#### $PI^{vb}$

شامل توف برش - آگلومرا - لاپیلی توف با ستبرای ۴۰ متر و ترکیب عمومی داسیتی - تراکیتی که به صورت نواری واحد  $PI^d$  را می پوشاند.

#### $PI^a$

شامل گدازه های هیالو پیروکسن آندزیت با ستبرای در حدود ۸۰ متر. این واحد سنگی، اگر چه در کوهها به صورت گوه در آمده و از میان می رود، ولی در کوهپایه های باختری کوه بیدخوان، برونزدهایی از آن را می توان دید. این سنگها بدلیل جایگیری در بلندی های و دور بودن از رخساره مرکزی، از تاختن محلولهای گرمایی دگرگون کننده تا حد زیادی مصون مانده اند. نمونه های این سنگ عموماً بافت هیالومیکرولیتی پورفیری دارند و پورفیرها شامل پلاژیوکلاز گاهی سیریسیتی شده، کلینوپیروکسن، آمفیبول (بازالتیک هورنبلند) هستند، که در زمینه ای از مواد شیشه ای به همراه میکرولیت های پلاژیوکلاز قرار دارند.



**PI<sup>lt</sup>**

مجموعه ای دانه ریز که از پومیس توف، خاکستری های آتش فشا نی - لاهار- گل آتش فشانی به همراه کنگلومرا و برش به رنگ عمومی کرم مایل به زرد کمرنگ پیدایش یافته است. ابعاد تکه سنگهای موجود در این سری آذرآواری در حدود ۴۰ سانتی متر و بیشتر از سنگهای داسیتی - آندزیتی با سیمان شدگی بسیار ضعیف است. تکه ها و قلوه های سنگ به آسانی از پیکره سنگ جدا گشته و فرو می غلتند. نا پایداری این سری سنگها در برابر پدیده فرسایش، باعث شده تا قلمروی آنها، ریخت تپه ماهوری (hilly land escape) پیدا کند. این مجموعه احتمالاً نوعی Ash and blok pyroclastic flow میباشد.

**PI<sup>lc</sup>**

این واحد از لاهار، کنگلومرا و توف برش پیدایش یافته است. واحد یاد شده به دلیل رخساره درشت دانه اش، از واحد زیرین جدا گردیده و تنها در دامنه باختری کوه بید خوان و کناره جاده کرمان - سیرجان گسترش دارد. در این منطقه، بخش دانه ریزتر که در زیر سنگ افت های فراوان که به دلیل سست بودن این واحد سنگی می باشد، پنهان است. درازای برخی از تکه های آندزیتی به ۳ متر نیز می رسد.

**PI<sup>t</sup>**

آخرین فاز ماگمایی در کوه بیدخوان شامل سنگهای درشت دانه تراکی بازالتی و تراکی آندزیتی است، که به صورت شومینه گنبد یا دم یا پلاگ به سطح زمین راه یافته و سنگهای کهنتر مجموعه بید خوان را می پوشاند. دایکهای که واحد PI<sup>d</sup> را گسسته اند، فرآورده همین فاز ماگمایی - آتش فشانی هستند. بررسی میکروسکوپی نمونه های این واحد سنگی، نشان دهنده بافت هیالومیکرولیتی پورفیری آنهاست. درشت بلورهای آن شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن و هورنبلند بازالتی است، که در زمینه ای از شیشه - اپیدوت و همراه با بلور های ریز پیروکسن می باشد.

برونزد این سنگ را همچنین در شمال و شمال خاوری معدن تنگو می توان دید، که در واحد PI<sup>lt</sup> تزریق شده است. با توجه به اینکه واحد PI<sup>lt</sup> از مجموعه سنگهای بید خوان توسط واحد کنگلومرای (PIQ<sup>c</sup>) با همبری ناپیوسته پوشیده میشود (شمال سوخته چال)، می توان سن این استراتولکان را به پلیوسن نسبت داد.

**پلیو- کواترنر****واحد کنگلومرای PIQ<sup>c</sup>**

بخش شمال خاوری ورقه، محل برونزد کنگلو مرایی، که در زمین شناسی ایران به نام سازند های هزار دره و بختیاری نامیده شده و سن پلیوسن - پلیستوسن (پلیوکواترنر) را به آن نسبت داده اند.

این واحد سنگی، که هم در کرانه شمالی رودخانه سوخته چال و هم در جنوب خاوری کوه پنج دیده میشود، نهشته های کنگلو مرایی با سیمان شدگی ضعیف است، که بنا پیوستگی سنگهای کهنتر را پوشانیده است. در خاور کوه پنج نیز این واحد کنگلومرای برشهای میوسن را با نا پیوستگی پوشانیده است. رنگ این واحد سنگی خاکستری تیره و قلوه های آن گرد شدگی خوب و جور شدگی متوسط دارند. در این واحد، تا حدودی کج شدگی دیده میشود. ستبرترین بخش این واحد، در کوهپایه های شمالی کوه (چهلتن) برونزدگی دارد. ستبرای این واحد در این منطقه حدود ۵۰ متر است.

**کواترنر****واحد تراورتن Q<sup>tr</sup>**

در پیرامون معدن تنگوئی- رودخانه سوخته چال - شمال رودخانه چوران و بخش شمالی تاقدیس (خاردون) پهنه های تراورتنی، به صورت لایه های افقی و با ستبرای متغیر برونزد یافته اند. این لایه های افقی با ستبرایی از ۰/۵ تا ۴/۵ متر و به رنگ خاکستری روشن متمایل به سبز دیده می شوند. چنین به نظر می رسد که این واحد سنگی، نخست ریخت مخروطی (fan) داشته و سپس زیر تاثیر پدیده های ژئودینامیکی به صورت تک تپه های امروزی در آمده است. پهنه های تراورتنی، همگی درهمسایگی گسله های اصلی برونزد پیدا کرده است. از اینرو خاستگاه پیدایش آنها، می تواند با گسلش و آوردن محلولهای آهکی توسط آنها بیان گردد.

جایگاه چینه ای پهنه های تراورتنی، در زیر واحد آبرفتی  $Q^{t1}$  است، ولی در برخی جایها مانند شمال تاقدیس خاردون دیده می شود، که واحد تراورتنی بتدریج وهم ارز به واحد  $Q^{t1}$  (به صورت بخشی) تبدیل گردیده است. در میان برونزدهای تراورتنی موجود در ورقه (چهار گنبد)، معدن (تنگوئی) از دیدگاه یک سنگ تزئینی کیفیتی مطلوب دارد. از اینرو سنگهای تراورتنی سبزرنگ وزیبای این معدن، هم اکنون استخراج و به نام (مرمرتنگوئی) به بازار مصرف ارائه می شود.

### آبرفت ها

آبرفتهای دوران چهارم را، بویژه در بخش شمال خاوری ورقه می توان دید. این آبرفتها بر پایه سطح تراز توپوگرافی که اشغال کرده اند ولیتولوژی به دو دسته تقسیم گردیده است.

### $Q^{t1}$

این واحد با عناصر قله ای و شنی وگاهی ماسه ای، سطوح توپوگرافی بلند را در ورقه اشغال کرده است. ولی در بخشهای دیگر ورقه، به صورت پادگانه های تک تک وجود دارد. عناصر سازنده آن ناپیوسته بوده و هیچگونه سیمان شدگی در آن دیده نمی شود. خاستگاه پیدایش این آبرفت، سیلابهای نیرومندی بوده که در فاز رسوبگذاری کوتاهتر، در کوهپایه ها روان می گردیده است. در شمال تاقدیس خاردون تبدیل تدریجی بخشهای بالایی  $Q^{t1}$  به  $Q^{t2}$  کاملاً قابل دیدن است.

### $Q^{t2}$

این واحد با مصالح دانه ریز همچون شن، ماسه و دانه ریزتر همچون سیلت و رس سطوح توپوگرافی پائین تری را در ورقه اشغال کرده و در بخش شمال خاوری ورقه، حتی دشت های آبرفتی را پدیدار کرده است. این واحد در شمال و جنوب روستای فیروز آباد، تنها از مصالح دانه ریزتر همچون سیلت و رس پیدایش یافته، که میتواند دلیل وجود شبکه های آبراهه ای فراوان و کم توان (Braided pattern) باشد.

### $Q^{al}$

جدیدترین واحد آبرفتی موجود در منطقه مورد بررسی، آبرفتهایی است، که در رودخانه های سوخته چال- چوران، امروزه در حال درست شدن است. عناصر سازنده آن با توجه به موقعیت توپوگرافی متفاوت است، ولی بطور کلی دانه بندی درشتی داشته و پاره سنگها و قله سنگها، به همراه شن و ماسه، مصالح اصلی این آبرفت راساخته اند.

## پارینه جغرافیا - زمین شناسی ساختاری

گسله های علیمرادی و چها رگنبد، با روند شمال باختری - جنوب خاوری و شیب زیاد به سوی شمال، جدا کننده دو بخش متفاوت زمین شناختی در محدوده مورد بررسی است.

در ضلع شمالی، سنگهای آتش فشانی - رسوبی ائوسن - پلیوسن در سبزی زیاد وجود دارد، که از نظر ساختاری بخشی از کمر بند آتش فشانی ارومیه - دختر می باشد (کمر بند دهج - ساردوئی). در جنوب ورقه نیز ساختاری هورست مانند پدیدار است، که از سنگهای مافیک و الترامافیک به همراه نهشته های رادیو لاریتی و آهکهای پلاژیک ساخته شده و بیانگر رخساره پوسته اقیانوسی است، که در کامپانین - ماستریشتین هنوز وجود داشته و پس از این زمان است، که بسته شده و پوسته آن جا به جا، به صورت حلقوی در کناره های ایران مرکزی برونزد پیدا کرده است. فاز کوهزایی کرتاسه بالایی - پالئوسن، که در بیشتر جایهای ایران، در حد فاصل سنگهای ائوسن و سنگهای کهنتر به چشم می خورد، در این منطقه، به دلیل برونزد نداشتن سنگهای کهنتر، قابل دیدن نیست. ولی کهن ترین سنگهای برونزد یافته در تاقدیس (چهلتن) موید بودن یک حوضه رسوبی کم ژرفاست، که سنگهای حاصل از ولکانیسم کف آن، به همراه نهشته های آورده شده از خشکی به درون حوضه، منجر به پیدایی چندین هزار متر سنگهای آتش فشانی - رسوبی شده است. بودن این حوضه، حتی تا ائوسن بالایی نیز ادامه داشته است. این سنگهای آتش فشانی - رسوبی در پایان ائوسن چین خورده اند، که در نتیجه آن چینهای بازو گسترده ای با روند شمال باختری - جنوب خاوری است.

در الیگوسن (الیگوسن میانی؟) باردیگر بر بخشهایی از منطقه حوضه هایی کم ژرفا چیره می‌گردد، که چیرگی آنها تا میوسن میانی ادامه داشته است. حوضه های اخیر، در شمال ورقه چهار گنبد جایگاه رسوبگذاری نهشته های ماسه سنگی، کنگلومرایبی و ما رنی است که تغییرات همیشگی رخساره های آن، نشانی از تلاطم و کم ژرفایی حوضه است. در حالیکه در جنوب ورقه، افزودن بر نهشته های آواری، هم آهکهای سرشا راز مرجان ته نشست می‌شده وهم در کف حوضه، فعالیت ولکانیکی وجود داشته است (توف ها و گدازه های آتش فشانی موجود در سازند چهار گنبد).

پس از پایان میوسن (ظاهرا در اواخر میوسن)، حرکات زمین ساختی، نهشته های موجود در ورقه بوده بررسی را زیر تاثیر گذارده و آنها را چین داده است. روند چین خوردگیها که همگی شمال باختری - جنوب خا وری است، بیانگر نیروهای فشارشی با روند شمال خاوری - جنوب باختری است، که در عین حال بیشترین دگرشکلیها را در منطقه پدید آورده است. چین پنداشته می‌شود که در پایان این چین خوردگی (یا کمی پس از آن)، فعالیت ماگمایی نیز در منطقه روی داده که نتیجه آن، جایگیری توده ها دیوریتی در پوسته به ویژه از راه ترکها و شکافهای حاصل از گسلش است. فاهای گرمایی این توده نفوذی متعاقبا در درزها و شکافهایی که عمدتا حاصل حرکات زمین ساختی است، نفوذ کرده و از راه پدیده متازوماتیسم با سنگهای در بر گیرنده، رگه های بیشماری از کانه مس را ایجاد نموده است.

با آغاز پلیوسن، حوضه های رسوبی از منطقه مورد مطالعه رخت بر بسته و محیط های خشکی، فراگیر می‌شود، در این زمان، استراتوولکانوی بید خوان، شکل گرفته و محصول عمدتا انفجاری آن، به صورت شعاعی، بخشهای زیادی را زیر پوشش می‌گیرد (دهانه این آتش فشان به شعاع ۵ کیلومتر در کناره باختری ورقه بردسیر قرار دارد).

وجود شیب ۱۳-۱۷ درجه در سنگهای مجموعه بید خوان روشنگر آنست که حرکات کوهزایی پلیوسن نیز در این منطقه موثر بوده است، هر چند که این اثر تنها در بالا آمدن زمین (Uplift) و کج شدن لایه های سنگی باشد. ناپیوستگی میان واحد کنگلومرایبی (PIQ<sup>c</sup>) و بخشی از سنگهای بید خوان (PI<sup>h</sup>) و ناپیوستگی آبرفتیهای Q<sup>1</sup>، Q<sup>2</sup> با سنگهای کهنتر نشان دهنده حرکات زمین ساختی کواترنر است.

چین خوردگی و گسلش، از جمله مهمترین پدیده های دگر شکلی (deformation) در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. چین خوردگی در منطقه به صورت مجموعه ای از تاقدیسها و ناودیسها با روند شمال باختری - جنوب خاوری آشکار می‌گردد چینهها عموما دارای زاویه میل (یکسویه و دوسویه) بوده و محورشان اغلب خمیده است (بخش محدب محور چین خوردگی به سوی جنوب قرار دارد). چینهها عموما متقارن بوده و با توجه به جنس سنگهای سازنده، که بیشتر سخت و پایدار هستند، به صورت چینههای باز، بزرگ و ساده است و از ریز چینهها خبری نیست. شیب سطح محوری چینهها تقریبا نزدیک به قائم است.

شدت چین خوردگی، چه در نهشته های ائوسن و چه در سنگهای جوانتر، کم و بیش یکسان و روند کلی همه آنها با یکدیگر هماهنگ و در راستای چین خوردگیهای زاگرس است، که در پلیو- پلیستوسن رخ داده است. چینهها خود نیز به وسیله گسله های گوناگون تحت تاثیر قرار گرفته که در این میان، چینههای عرضی، بیش از همه دیده می‌شود.

مهمترین چینهها در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

- ناودیس گهدیج با خمیدگی ملایمی که در لایه های آن قابل ردیابی است.
- ناودیس ماه خاتونی که چینی بازو دارای زاویه میل دوسویه است.
- ناودیس چهار گنبد که آشکارا چین نا متفاوتی است، که دامنه جنوبی آن توسط گسله چهار گنبد بریده شده است.
- تاقدیس چهلتن با زاویه میلی که از سوی جنوب توسط گسله جوان چهلتن بریده شده است.
- گسلش نیز با سازو کارهای گوناگون در منطقه مورد مطالعه گسترش دارد.
- گسله های واژگون که عموما شیب بیش از ۵۵ درجه داشته و روند به آنها بیشتر شمال باختری است. در این میان گسله واژگون چوران با شیب قائم، علیرغم سازه و کار معکوس، روندی متضاد با دیگر گسله های واژگون دارد.

گسله واژگون دیشگان نیز روندی شمال باختری - جنوب خاوری داشته و شیب آن ۶۳ درجه به سوی شمال خاوری است. گسله های نرمال نیز با روند شمال باختری - جنوب خاوری دیده میشود، که از مهمترین آنها گسله های چهار گنبد وعلیمرادی است که شیبی بیش از ۶۰ درجه به سوی شمال خاوری دارد. گسله های راستا لغز نیز به صورت مکمل Conjugate با دو روند شمال خاوری - جنوب باختری و شمال باختری - جنوب خاوری در منطقه عملکرد داشته اند که دسته اول توسط گسله های دسته دوم جا به جا شده اند. در این گسله ها علاوه بر مولفه افقی، مولفه قائم نیز کار ساز بوده است. علاوه بر این، گسله های دیگری در منطقه به چشم می خورد، که نهشته های کواترنر را تحت تاثیر قرار داده اند. این موضوع نشان میدهد که گسله های مذکور در کواترنر نیز فعال بوده و بالطبع فعالیت دوباره آنها نیز محتمل است. این گسله ها متاسفانه تنها در بخشهایی که نهشته های کواترنر را قطع کرده اند، قابل شناسایی بوده و در جایهای دیگر، تشخیص گسله های فعال امروزی با گسله های قدیم امکان پذیر نیست. گسله های کواترنر که بیشتر در بخش شمال خاوری ورقه دیده می شوند، روند شمال باختری - جنوب خاوری داشته و سازوکار آنها معکوس است، که توسط گسله های راستالغزی با روند شمال خاوری - جنوب باختری جا به جا شده اند. مهمترین این گسله ها، گسله چهلتن با درازایی بیش از ۲۰ کیلومتر است. از دیگر گسله های کواترنر در ورقه چهار گنبد می توان از گسله واژگون فیروزآباد (با شیب به سوی جنوب باختری) و گسله ماهوتک نام برد. شیب گسله های جوان بیش از ۵۰ درجه است. با توجه به ثبت آبی سنتز زمینلرزه در راستای این گسله ها (در ورقه مجاور، بردسیر)، آنها به عنوان گسله های زلزله زا معرفی شده اند.

### ماگما تیسیم در ورقه چهار گنبد

در منطقه مورد مطالعه سه فاز ماگمایی قابل شناسایی است: سنگهای گرانیتی - گرانودیوریتی (g) به سن پس از ائوسن (الیگوسن؟) - توده های نفوذی کوارتز دیوریتی - گرانودیوریتی (gd) به سن پس از میوسن آغازین و سنگهای نیمه عمق تراکی بازالتی (Pl<sup>th</sup>) به سن پلیوسن - سنگهای گرانیتی - گرانودیوریتی که همگی در بخشهای مرکزی ورقه برونزد دارند، سنگهایی دارای بافت دانه ای تا دانه ای ریز (microgranular) و حاوی رگه ها و پیچ های سفید رنگ آپلیتی به ویژه در بخشهای حاشیه ای هستند. دو برونزد مهم این سنگ، یکی در خاورروستای سلوئیه است و دیگری که بزرگترین برونزد در منطقه است، از جنوب خاوری معدن تنگوئیه تا روستای کرپوئیه - چنار کف و تخت در حدود ۱/۵ کیلومتر مربع گسترش دارد. این سنگها به رنگ عمومی خاکستری روشن و در بخشهایی از آن، هوازدگی (Weathering) پیشرفته است. مطالعه میکروسکوپی یک نمونه از این سنگ در باخترروستای تخت، بافت دانه ای (Granular) دارد که در این میان، بلورهای فلدسپات از دیگر بلورها از رشد بیشتری برخوردار است. چون پیدایش این سنگها در ژرفای کم و دمای پائین بوده در نتیجه نتوانسته است، دگرگونی مجاورتی شایان ملاحظه ای را در سنگهای آتش فشانی - رسوبی در برگیرنده ایجاد نماید و تنها هاله ای از دگرسانی، در حد سرسیتی شدن و اپیدوتی شدن، در حاشیه خود ایجاد نموده است. تنها در این نقطه است که هورن فلسی شدن به صورت رخساره آلبیت - اپیدوت قابل پذیرش است. تزریق توده گرانیتی در سنگهای آهکی نومولیت دار تنها منجر به دگر شکلی جزئی در فسیلهای نومولیت شده ولی ساختمان آن را از بین نبرده است.

با توجه به اینکه سنگهای گرانیتی مذکور، فقط سنگهای ائوسن را قطع کرده اند. بنابراین از نظر سنی، این سنگها را حداقل به ماگماتیسیم پس از ائوسن (الیگوسن؟) می توان نسبت داد.

### سنگهای کوارتز دیوریتی - دیوریتی (gd)

ماگمای تشکیل دهنده این سنگهای علاوه بر سنگهای ائوسن، هم توده گرانیتی تخت و هم نهشته های سازند چهار گنبد (میوسن پائینی) را در جنوب روستای علیمرادی (امامزاده شاه صالح) تحت تاثیر قرار داده است. بنابراین سن آن

را می‌توان به بعد از میوسن پیشین نسبت داد. سنگهای مذکور با توجه به اینکه عاملی مهم در پیدایش کانه های مس در منطقه است، از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد. ترکیب این سنگها در چهار گنبد به صورت کوارتز دیوریت پورفیری و دیوریت پورفیری، در شمال رودخانه پلنگی به صورت کوارتز دیوریت تا حدودی متمایل به تونالیت، در جنوب روستای کنگردون به صورت میکرو پیروکسن – کوارتز دیوریت و دره کوه پنج و جنوب روستای تخت به صورت کوارتز دیوریت می‌باشد.

بررسی میکروسکوپی یک نمونه از این سنگ در کوه پنج نشان می‌دهد که سنگ، دارای بافت گرانو پورفیری بوده و بخش بزرگی از فنوکریست های آن را پلاژیو کلازهایی تشکیل می‌دهد که در برخی جایها سوریتیزه شده و به کلریت – کلیست و اپیدوت تبدیل گشته است. افزون بر پلاژیو کلاز، از دیگر فنوکریست های این نمونه، کوارتز به صورت بلورهای بی شکل و فلدسپات آلکان است، که در زمینه ای از بلورهای پلاژیو کلاز، کلیست و کلریت قرار دارند. کانیهای ثانویه این نمونه نیز شامل: کلریت – کلیست – اپیدوت – زوئیزیت و کانیهای رسی می‌باشد. بودن دایکهای دیوریت پورفیری در گرانیات (تخت) بیانگر تزریق سنگهای گرانیتی تخت درالیگوسن و تزریق سنگهای دیوریتی در بعد از میوسن پیشین (قطع سازند چهار گنبد) است. جایگیری این سنگها در ژرفای کم بیانگر آن است که آنها نتوانسته اند دگرگونی مجاورتی شایان ملاحظه ای را ایجاد نمایند، به ویژه آنکه، جنس آنها از سنگهای آتش فشانی است. اما در عوض، در کناره این توده نفوذی، هاله ای از دگرسانی، شامل اپیدتی شدن – سریستی شدن – کلسیتی شدن و سیلیسی شدن آشکار گشته است.

### سنگهای نیمه عمق تراکی بازالتی (P1<sup>th</sup>)

در انتهای پلیوسن (و شاید پس از آن) – جوانترین فاز ماگمایی نیمه عمق در ورقه چهار گنبد، سنگهای آتش فشانی بید خوان را قطع کرده و به صورت کلاهدک (Cap) روی آنها جای گرفته است. در باره این سنگهای نیمه عمق، در بخش چینه شناسی، سخن گفته شده است.

دایکها و سیل های فراوان، با روندی نامنظم، سنگهای قدیمی تر را قطع کرده اند. ترکیب شیمیایی این سنگها از داسیت تا دیوریت متغیر است.

دیوریت کوه پنج توسط دایکهای فراوان داسیتی (d) با روند شمال – جنوبی گسسته شده است، در حالیکه در خاور ورقه، سیلها و دایکهای داسیت پورفیری (da)، سنگهای آتش فشانی کوه چهلتن را قطع کرده است، در این منطقه، داسیتها به صورت گنبدهای کوچک نیز دیده می‌شوند.

در شمال ورقه نیز سنگهای آذر آوری میوسن (M<sup>da</sup>) توسط دایکهای و سیلهای آندزیتی (an) گسسته شده اند. رگه‌هایی از دیوریت پورفیری (dp) نیز گرانیات تخت را در جهت عمومی شمال خاوری – جنوب باختری قطع کرده و باعث قطع کرده و باعث دگرسانی خفیف گرانیات تخت شده است. جوانترین دایک در منطقه، دایکهای تراکی آندزیتی (tr) است، که در واحد (P1<sup>d</sup>) نفوذ کرده و آن را شدیداً تجزیه نموده است (سریست – آرژیل – اکسید) این دایک نیز می‌تواند وابسته به آخرین فازهای ولکانیستم بید خوان باشد.

### کانی سازی در منطقه مورد مطالعه

در بیشتر نقاط چهار گنبد کانی سازی مس صورت پذیرفته است، این کانی سازی، بطورعموم شامل رگه های مس است که در پیوند با نفوذ توده های نیمه ژرف کوارتز دیوریتی میوسن به وجود آمده است.

محلولهای گرمایی این ماگما تیسیم، پس از جایگیری در مراحل پایانی، به درون درزه های و درزها (از راه گسله های اصلی) که به صورت کانه های هدایت کننده محلولهای گرما بی عمل کرده اند، نفوذ نموده و بتوسط پدیده متازومانیسیم با سنگ دیواره، سبب تشکیل رگه های کانه های فلزی (کالکوپیریت و پیریت) گردیده است.

نسبت کالکوپیریت با پیریت، نسبت متغیری است که به سوی سطح توپوگرافی، اندازه پیریت بر کالکوپیریت افزوده می‌گردد. در سطوح توپوگرافی نیز، همچنین کانه های مالاشیت و آزوریت به وجود آمده، که عامل پیدایی آنها دگرسانی

تانویه، با میا نجیگری آبهای جوی است. سرب (گالن) نیز به صورت فرعی همراه با کانه های مس، در کوه پنج دیده شده است.

ماگمای دیوریتی - افزون بر کانی سازی - موجب دگرسانی در سنگهای در بر گیرنده نیز شده است، که در میان پدیده اپیدوتی شدن، سریسیتی وسیلیسی شدن عمومیت بیشتری دارد.

در نقاط زیادی، این کانی سازی به صورت رگه هایی کم و بیش پرعیار صورت پذیرفته که در میان آنها، منطقه چهارگنبد از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و هم اینکه نیز عملیات بهره برداری در آن انجام می گیرد. از دیگر مناطق مهم کانی سازی می توان از کوه پنج - تخت بنه - بلبلی - تخت - رودخانه پلنگی نام برد.

با توجه به نقش اساسی ماگماتیسیم بعد از میوسن پیشین در کانه سازی مس، سن این کانی سازی می توان احتمالاً وابسته به فاز پیرنین (فازهای انتهایی) باشد.

با توجه به نقش گسله ها (با روند تقریبی خاوری - باختری) در تشکیل کانی ها از نظر ژنیتیک، علاوه بر ماگماتیسیم میوسن - ژنز ساختاری را می توان برای این کانی سازی در نظر گرفت.

علاوه بر مس شاخصهای معدنی دیگری نیز در این ورقه وجود دارد، که عبارتند از:

#### تراورتن

که محل استخراج آن معدن تنگوئیه و محصول آن به نام مرمیریت تنگوئیه معروف است. در نقاط دیگر، این سنگ، مرغوبیت چندانی برای استخراج ندارد.

#### ژئولیت

در سنگهای گاز جرد، این کانی به صورت ثانوی تشکیل شده و در ورقه چهارگنبد مرغوبیت ندارد، ولی به سوی خاور (در ورقه بردسیر)، از گسترش بیشتری برخوردار بوده و شاید بتوان با کیفیت بهتر را ردیابی کرد.