

## گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

## برگه شماره ۶۱۶۰ - زاویه

## جغرافیا و ریخت شناسی

گستره نقشه زمین شناسی زاویه در گوشه جنوب خاوری نقشه چهارگوش ۱:۲۵۰,۰۰۰ ساوه قرار دارد. این نقشه بین طولهای شرقی ۵۱°۰۰' تا ۵۰°۳۰' و عرضهای شمالی ۳۵°۰۰' تا ۳۵°۳۰' محدود بوده و نام برگه از زاویه واقع در ۴۶ کیلومتری ساوه که بزرگترین آبادی موجود در این منطقه می باشد، گرفته شده است.

بزرگترین مرکز جمعیتی منطقه شهرک زاویه است که با توجه به نزدیکی به شهرهای ساوه، تهران و کرج در سالهای اخیر توسعه نسبتاً زیادی یافته و جمعیت آن نیز افزوده گردیده است. همین پدیده موجب گسترده‌گی و توسعه دهستانهای فراوان واقع در دشت جنوب زاویه شده است.

کوههای قلیچ و نظولو با ارتفاع ۱۹۷۳ متر بلندترین نقطه این منطقه در ارتفاعات شمال باختری بوده و کوههای گولاغ و غرب آن با بلندترین نقطه ارتفاع ۱۹۴۰ متر از سطح دریا بلندی های جنوب خاوری این منطقه را می سازند. بقیه محدوده شامل دشت زاویه و نواحی مسطح و پست شمال خاوری شامل رسوبات نیوژن و کواترنزی و کوههای کم ارتفاع و تپه ماهوری جنوب باختری است که در ان عوامل اصلی ریخت‌سازها سنگ‌های ولکانیکی می باشند. پست ترین نقطه این منطقه دریاچه حوض سلطان واقع در جنوب خاوری این گستره است که ارتفاع آن ۷۹۴ متر از سطح دریا میباشد.

آبراههای این گستره همگی فصلی هستند و مهمترین آنها رودخانه شور واقع در شمال خاوری منطقه و دیگری رودخانه سرود است که سرچشمه آن دشت زاویه می باشد.

گستره برگه زاویه از دیدگاه جغرافیایی در منطقه ایران مرکزی جای گرفته و دارای آب و هوای بیابانی و نیمه خشک است. تابستان گرم و بی باران (بیش از ۴ ماه در سال) و زمستانهای سرد می باشد. مضافاً به اینکه وزش بادهای خشک موجب افزایش درجه حرارت در تابستان و برودت در زمستان می گردد. درجه حرارت در این منطقه بین ۴۲+ در تابستان و حداقل ۱۰- در زمستان تغییر می کند و متوسط درجه حرارت سالانه در منطقه زاویه ۳۰ درجه است. میانگین بارندگی در منطقه زاویه کمتر از ۲۰۰ میلی متر در سال می باشد که قسمت اعظم بارش در زمستان و بهار صورت می گیرد.

علاوه بر راه آهن تهران- اهواز راه های دسترسی به منطقه زاویه شامل دو راه آسفالت و دو آزاد راه های تهران- ساوه و تهران- قم میباشد. افزون بر این راهها، تعداد زیادی راه های آسفالت، خاکی، شنی بین روستاهای در این منطقه باعث سهولت دسترسی به تمامی مناطق این ورقه شده اند.

از دیدگاه ریخت شناسی منطقه زاویه را در بخش های زیر می توان مورد بررسی قرار داد:

بخش تپه- ماهوری که در آن واحدهای سنگی آتشفشانی ائوسن و جوانتر از آن تشکیل دهنده عوارض ریخت شناسی بوده و در کوههای شمال غرب زاویه مانند کوه قلیچ، کوشک در جنوب شرق و کوههای قره برون و قرمزی برون واقع در جنوب غرب رخنمون دارند. به علت سخت فرسایگی گدازه های آتشفشانی و یا گسلش های رخ داده در این واحدها، در بعضی نقاط ریخت های صخره ای نیز در آنها دیده می شود. بام این ریختها در برخی نقاط صخره- ای، پرتگاهی بوده و ستیغ مانند است. ولی نقاطی که از گستره سنگ های نرم فرسا (مانند توف یا توفیت ها) می باشند، بامهای این ریختها از پشته های و تپه ماهورهای نسبتاً کم ارتفاع تشکیل شده اند.

بخش دیگری از ریخت های این منطقه که تحت حاکمیت نهشته های نرم فرسایگی چون مارن، شیل و ماسه سنگهای دانه درشت (سازند قرمز بالایی) بوده و تپه- ماهورهای کم ارتفاع با پشته های کوتاهی را میسازد. در این مناطق، دره های عمیق V شکل می باشند و بیشتر در بخش های شمال و شمال خاوری گسترش دارند.

ریختار دیگری که در گوشه جنوب خاوری این برگه وجود دارد، فرونشست دریاچه نمک است که قسمتی از آن در محدوده نقشه زاویه دیده می شود. در حاشیه آبدار این فرونشست پوسته های نمکی و بخش باتلاقی آن ریخت شناسی ویژه ای تشکیل داده اند که از اختصاصات ریختاری این ناحیه است. در نهایت بخش نسبتاً وسیعی از این منطقه زیر پوشش پادگانه های آبرفتی کهن و جوان و مخروطهای افکنه قرار دارد که ریخت شناسی نسبتاً همواری دارند. ضمن آنکه پادگانه های کهن ( $Q^{fg1}$ ) که در ارتفاعات بلندتر نسبت به سایر پادگانه ها قرار گرفته اند بامی صاف و هموار با لبه های بریده پادگانه ای همراه هستند.

### چینه شناسی

گستره ورقه زاویه از دیدگاه منطقه بندی زمین شناسی ایران در بخشی از کمر بند ماگمایی ارومیه- دختر جای دارد. این کمر بند که به موازات و بین دو پهنه ساختاری ایران مرکزی در شرق و سنجند- سیرجان در غرب قرار می گیرد از شمال باختری تا جنوب خاوری ایران تا حد غسل میناب کشیده شده است.

سنگها و سازندهای موجود در محدوده ورقه زاویه مربوط به زمان نوزیستی (Cenozoic) بوده و سنگهای قدیمتر از آنها در منطقه برونزد ندارند. مجموعه واحدهای سنگی و رسوبی موجود در ناحیه را می توان به سه گروه تقسیم کرد: - سنگهای آتشفشانی و نفوذی متعلق به ائوسن و جوانتر از ائوسن - نهشته های مارنی گچدار با میان لایه های ماسه سنگ و کنگلومرای که بوسیله سنگهای آواری جوانتر پوشیده شده اند و دارای سن میوسن- پلیستوسن می باشد و - بالاخره نهشته های آبرفتی و غیر آبرفتی (تبخیری) کواترنر و به مقدار کمتر سنگهای آتشفشانی بوده که در سطوح مختلف نهشته های کهن تر را می پوشانند.

جدایش و پراکندگی برونزدها سنگهای آتشفشانی ائوسن که کهن ترین رخنمون های موجود در گستره ورقه را تشکیل می دهند به نحوی است که ارتباط واحدها را به علت ویژگیهای آتشفشانی آن و تغییرات سریع رخسارهای سنگی مشکل می نماید. گاهی این برونزدها بوسیله پهنه های وسیع از رسوبات بسیار جوان جدا می شوند که ارتباط دادن واحدها چندان ساده نیست. از این رو با توجه به موقعیت سنی ساختار و ترکیب سنگ شناس و تا حدودی زمین ساخت، آنها را می توان در سه برونزد عمده قرار داد و به شرح زیر به ویژگیهای آنها پرداخت.

#### سنگهای آتشفشانی ایوسن در تاقدیس کوشک نصرت

تاقدیس نامتقارن کوشک نصرت ساختار بسیار پیچیده ای دارد که گسلهای متعددی از انواع مختلف یالهای آن را جابجا و قطع نموده است. چنین به نظر می رسد که در بخش خاوری آسه این تاقدیس جنوب خاوری شمال باختری باشد که در قسمت شمالی تغییر جهت داده و شرقی - غربی می شود. احتمالاً بخش عمده ای از واحدهای سنگی تشکیل دهنده پهلوی جنوبی این تاقدیس در اثر گسلش و یا پوشیده شدن به وسیله رسوبات جوان رخنمون ندارند. در این ساختمان واحدهای زیر از سنگهای ائوسن را می توان تفکیک نمود:

#### واحد آذرآواری - آتش فشانی ( $E_1^{Pr}$ )

این واحد کهن ترین سنگهای ائوسن را در بخش مرکزی تاقدیس کوشک نصرت تشکیل می دهد که به نظر می رسد همراه با گدازه های ریولیتی ( $E_1^f$ ) طی یک فاز آتشفشانی قاره ای در روی زمین جای گرفته باشند. این واحد به طور عمده از سنگهای آذرآواری تشکیل که با تناوبهایی از گدازه های آتش فشانی همراه است. پایین ترین بخش این واحد شامل توفها و برشهای داسیتی دانه ریز ارغوانی رنگ بوده که با گدازه هایی از همین جنس همراه است. این سنگها به طرف بالا به توفهای اسیدی سفید و ارغوانی رنگ تبدیل می شود. به سمت بالای، واحد  $E_1^{Pr}$  شامل توفهای دانه ریز سبز مایل به آبی می باشد که به تدریج در آن گدازه های نازک ریولیتی به رنگ صورتی روشن که از جنس واحد  $E_1^f$  می باشند ظاهر میگردند. مجموعه واحدهای  $E_1^f$  و  $E_1^{Pr}$  به نظر می رسند که سنی قدیمی تر از لوستین زیرین داشته و احتمالاً میتوانند متعلق به ایپرزین (Ypresian) باشند. در این واحد دو زیر واحد زیر قابل تشخیص هستند:

#### زیر واحد داسیتی - ( $E_1^d$ )

شامل گدازه های داسیتی به رنگ سبز تیره و ارغوانی می باشند که در آن بلورهای درشت کوارتز با حاشیه خورده شده، پلاژیوکلاز از نوع اولیگوکلاز دگرسان شده و بیوتیت در متنی هیالوکریستالین از کوارتز و فلدسپات که با کانی های ثانوی فراوان همراه می باشند، قرار گرفته اند.

زیر واحد دیابازی (d) که به نظر می رسد بیشتر بصورت سیل در داخل واحد  $E_1^{Pr}$  جایگرفته اند. این سنگها دگرسان شده و سبز رنگ می باشند. بلورهای درشت پلاژیوکلاز و باقیمانده کانی های تیره کاملاً دگرسان شده در متنی از پلاژیوکلاز و کانیهای سنگ شناسی این واحد است.

#### واحد ریولیتی ( $E_1^r$ )

واحد  $E_1^{Pr}$  به وسیله ستبرای زیادی از گدازه های ریولیتی که ستیغ ساز بوده و رنگ زرد مایل به صورتی دارند پوشیده میشود. این گدازه ها دارای فرسایش پوست پیازی بوده و ریخت شناسی آن بیشتر پشت گوسفندی است. فعالیت های ماگمایی ریولیتی که از اواخر واحد  $E_1^{Pr}$  شروع شده است بصورتی کامل در شکل دادن واحد  $E_1^r$  تجلی می نماید. در بررسی های میکروسکوپی این سنگها حاوی بلورهای درشت کوارتز، پلاژیوکلاز (اولیگوکلاز اسید) و دگرسان شده، فلدسپات آلکالن (میکروکلین و آنتی پرتیت) و کانی های تیره تجزیه شده می باشد که در متنی از کوارتز و فلدسپات که با درصد زیادی از کلسیت همراه است، واقع گردیده اند. کلسیت به صورت ثانوی ناشی از تجزیه شدید کانی های تیره موجود در سنگهای ریولیتی است.

#### واحد توفهای ریولیتی ( $E_2^{rt}$ )

سنگهای واحد  $E_1^{Pr}$  سپس بوسیله دریای پیش رونده و کم ژرفا پوشیده می شوند. در این شرایط محیطی، نهشته های آواری حاصل از فرسایش سنگهای آتشفشانی اسیدی ائوسن زیرین به صورت سنگهای آذرآواری (Pyroclastics) رسوب نموده اند. نهشته هایی از توفیتهایی با سیمان ماسه ای و آهکی همراه با توفها حاصل از فعالیتهای آتشفشانی از گونه اسید سنگ شناسی این واحد را تشکیل می دهند. این رسوب ها دارای لایه بندی منظم و مشخص بوده و رنگ روشن آن حاکی از ترکیب اسیدی اجزاء تشکیل دهنده آن می باشد. بررسی های میکروسکوپی توفهای دانه درشت و لاپیلی توفهای این واحد نمایانگر پورفیروکلاستهای پلاژیوکلاز و فلدسپاتهای آلکالن دگرسان شده و کوارتز می باشد که در متنی از بلورهای کوارتز و فلدسپات شکسته جای گرفته اند که کانیهای ثانوی چون رس، کلسیت و اکسید آهن همراهی شده اند. این واحد در حوالی کوشک نصرت بوسیله دایک ها دیابازی و تراکی آندزیتی که اکثراً روند شمال خاوری - جنوب باختری دارند قطع می گردد. دایک ها دیابازی به شدت دگرسان شده بوده و پلاژیوکلاز و کانی های تیره در آن به مجموعه ای از کانی های ثانوی بدل گردیده اند. دایک های تراکی آندزیتی سالمتر بوده و در آن بلورهای درشت فلدسپاتی در زمینه فلدسپاتیکی با بافت اینترسترال جای گرفته اند. کانی های تیره کاملاً تجزیه شده و به مجموعه ای از کلریت و اکسید آهن بدل شده اند.

#### واحد ( $E_2^{an}$ )

واحد  $E_2^{rt}$  بصورت هم شیب با سنگهایی که نتیجه فوران ماگمایی با ترکیب متوسط تا بازیک میباشد پوشیده میشوند. حالت شبه بالشی گدازه ها که بخش فوقانی آن برشی شده است میتواند دلیلی بر ظهور این ماگما در محیطی آبی باشد. اجزاء برشها معمولاً زاویه دار بوده و دارای ترکیبی واحد میباشد که بوسیله خود ماگما و یا رسهای حاصل از تجزیه سریع گدازه در یک محیط آبی سیمانی شده اند. بلورهای درشت پلاژیوکلاز و پیروکسن در متنی میکروولیتی از پلاژیوکلاز با حالتی جریان و پیروکسن های دگرسان شده جای گرفته اند که همراه با کانیهای ثانوی مانند کلسیت، کلریت و اکسید آهن ترکیب سنگ شناسی این واحد را میسازد. دگر سانی گرمایی تاخیری و زایش کانیهای ثانوی باعث رنگ سبز این واحد روی زمین گردیده است.

#### واحد کنگلومرای ( $E_3^c$ )

واحد سنگی  $E_2^{an}$  توسط سنگهای آواری قرمز تا ارغوانی به ستبری ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر (واحد  $E_3^c$ ) پوشانده می شود. چنین به نظر می رسد که همبری آنها دگرشیب باشند. این واحد تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ با دانه بندی

متفاوت و رس سنگ می باشد. سنگدانه های تشکیل دهنده کنگلومرا همگی از انواع سنگهای آتشفشانی قدیمتر به خصوص از واحد ( $E_2^{T1}$ ) بوده که زاویه دار تا نیمه مدور با جور شدگی کم می باشند. اندازه این اجزاء از حدود ۱ تا چندین ده سانتیمتر متغیر است و دارای سیمانی از ماسه سنگ و یا توفیتهای ماسه ای است. در برشها گسل نخورده، بخش فوقانی این واحد شامل تناوبی از کنگلومرا، توف و توفیتهای برشی ( $E_3^{C1}$ ) است که دارای میان لایه هایی سفید رنگ از نوع توف و توفهای برشی اسید می باشد. وجود این میان لایه ها نمایانگر شروع ماگماتیسمی است که در نهایت به صورت واحد  $E_3^F$  تکمیل می گردد. ظهور این واحد کنگلومرای در بین سنگهای آتشفشانی ایوسن اسیدی زیرین و واحدسنگی فوقانی می تواند نشانه های از حرکات زمین شناسی لوستین زیرین- میانی باشد که در سایر مناطق ایران مرکزی به روشنی شناخته شده است.

#### واحد ریولیتی ( $E_3^R$ )

روی سنگهای آواری و آذرآواری  $E_3^C$  و  $E_3^{C1}$ ، سنگهای آتش فشانی اسید و ستیغ ساز ظاهر میشود که از گدازه های ضخیم ریوداسیتی صورتی رنگ تشکیل یافته اند. این سنگها در شمال کوه الهیار و کوه قرمز و در خاور تاقدیس کوشک نصرت گستردگی زیاد دارند که در بعضی مناطق حالت ایگنمبریتی داشته و با توفهای اسید همراه است. در این سنگها بلورهای درشت کم و بیش سالم اولیگوکلاز، فلدسپات آکالن از نوع پرتیت و آنتی پرتیت، بیوتیت نسبتاً سالم و آمفیبولهای کاملاً دگرسان شده در متنی کوارتز و فلدسپاتی واقع شده اند که تا حدودی حالت جریان یافته نشان می دهند.

#### واحد ( $E_3^{IV}$ )

در برخی از مناطق ورقه زاویه، مجموعه ای از سنگهای رسوبی و آتشفشانی که امکان تفکیک آنها وجود ندارد را منطقه بصورت واحد  $E_3^{IV}$  نشان داده شده اند. در این واحد دو زیرواحد  $E_3^{IVa}$  و  $E_3^{IVb}$  قابل تفکیک است.

زیرواحد  $E_3^{IVa}$  که در روی زمین با رنگ زرد روشن مشخص است شامل تناوبی از سنگهای آهکی ماسه ای و توفیتهای آهکی - ماسه ای فسیل دارو توفهای آندزیتی - داسیتی می باشد. دانه بندی این نهشته ها از حد ماسه ای بسیار ریز تا حد ماسه ای درشت دانه و حتی میکروکنگلومرای تغییر نموده و لایه بندی آنها از ضخیم لایه تا بسیار نازک (تیغه ای) متغیر است. فسیلهای زیر در سنگهای آهکی این واحد نمایانگر سن ایوسن میانی تا بالایی میباشند.

*Nummulites sp., Sphaerogypsina sp., Ditropan sp., Assilina sp., miliolids., Lochartina sp., Globorotalia sp., Globorotalia cf, Asterigerina sp., Bryozoa, shell fragments, Echinoderma*

Age: Middle- Late Eocene

در حوالی مزرعه دربندک بخش هایی از این واحد با سنگهای آتشفشانی با ترکیب متوسط تا بازیک همراه می باشد که این سنگها در بعضی نقاط ساختار بالشی داشته و در قالب زیر واحد قابل بررسی می باشند که پیدایش این واحد سنگی دلیلی بر ماگماتیسم در محیط کم ژرفای آبی است. بررسی های میکروسکوپی نمونه هایی از زیر واحد  $E_3^{IVa}$  نشان می دهد که بیش از ۵۰ درصد بافت سنگ از بلورهای درشت پلاژیوکلاز دگرسان شده تشکیل یافته است که در متنی از بلورهای پلاژیوکلاز با بافت اینترسرتال واقع شده اند. زمینه سنگ با درصد زیادی از اکسید آهن که خود ناشی از تجزیه کانی های تیره می باشند همراه است.

#### واحد لاتیتی - تراکیتی ( $E_3^{LT}$ )

در شمال مزرعه حاجی بلاغی و در کوه زیره واقع در غرب تاقدیس کوشک نصرت، سنگهای ائوسن دارای ترکیب یکنواخت بوده و شامل مجموعه هایی از گدازه های لاتیتی - تراکی اندزیتی می باشند که در آنها سنگهای آذرآواری نقش فرعی دارند. در متنی میکروولیتی و جریانی که در آن کوارتز نقش بسیار فرعی دارد بلورهای درشت تر پلاژیوکلاز با بزرگی تا ۱-۲ میلی متر قرار می گیرند. این سنگها فاقد بلورهای درشت از کانی تیره بوده ولی وجود کانی های ثانوی مانند کلریت، کلسیت، اپیدوت و اکسید آهن که نمایانگر وجود کانی تیره اولیه در متن سنگ می باشند، به فراوانی یافت می شوند.

**واحد لاتیتی - آندزیتی ( $E_3^{P1}$ )**

واحد گفته شده در بالا بطرف شمال بوسیله تناوبی از گدازه های لاتیتی تا اندزیتی همراه با توفهای اندزیتی با دانه بندی متعیر از ریز تا لاپیلی پوشیده میشوند. رنگ عمومی این واحد در روی زمین خاکستری تیره تا سبز است. درصد گدازه در این واحد به مراتب بیشتر از سنگهای آذر آواری است. گدازه ها در این واحد بافت پورفیریک داشته که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز نوع الیگوکلاز- آندزین و پیروکسن دگرسان شده در متنی فلدسباتیک شامل بلورهای پلاژیوکلاز و کانی های ثانوی فراوان همانند کلسیت، کانیهی رسی، اپیدوت و اکسید آهن واقع شده اند. سنگهای آذر آواری متشکل از انواع توفهای بلورین و توفهای برشی با ترکیبی متوسط میباشد.

**واحد آذر آواری ( $E_3^{P2}$ )**

به طرف شمال تاقدیس کوشک نصرت واحد سنگی جدا شده است که وجه تمایز آن افزایش سنگهای آذر آواری و آواری میباشد که در صد آنها به سوی شمال به تدریج افزون شده و در نقشه با نشانه  $E_3^{P2}$  نمایش داده شده است. این واحد دارای روند کلی شرقی- غربی می باشد و به طرف غرب به علت گسل خوردگی متعدد و پیچش تاقدیس ساختاری پیچیده ای یافته که تعیین روابط چینه شناسی را مشکل می سازد. این واحد شامل تناوبی از توفهای بلورین و توفیتهای آهکی و ماسه ای و ندرتاً ماسه سنگ و کنگلومرا می باشد که با گدازه هایی که ترکیبی متغیر بین لاتیت تا آندزیت حتی آندزیت بازالت دارند همراه می شوند. لایه های توفیت در این واحد فسیل دار بوده که سن لوتسین بالایی را نشان می دهند.

*Nummulites cf. globulus. Discocyclina sp. Operculina sp.*

بخش زیرین این واحد بیشتر از نوع گدازه های آندزیتی بازالتی بوده که در مواردی با تناوبهایی از آندزیت پورفیری با بلورهای درشت پلاژیوکلاز به بزرگی تا ۹ میلی متر همراه می باشد.

( $E_3^{an}$ ) پلاژیوکلازها دارای ترکیب آندزین بازیک بوده که برخی دارای حالت منطقه ای میباشد. این بلورهای درشت در متنی از پلاژیوکلاز و پیروکسنها کاملاً تجزیه شده به کلریت کلسیت، اپیدوت و اکسید آهن قرار گرفته اند.

**واحد توفهای ریوداسیتی ( $E_3^{ri}$ )**

این واحد از سنگهای آتشفشانی اسیدی سفید رنگ که ضخامت آن از ۱۵۰ متر متجاوز نبوده تشکیل یافته است. در شمال تاقدیس کوشک نصرت این واحد دارای روندی خاوری- باختری است ولی به سمت باختر به علت گسل خوردگی فراوان ساختار پیچیده ای پیدا می نماید. این واحد مجموعه ای از توف و توفهای برشی، و ندرتاً گدازه های ریوداسیتی است که در برخی قسمت ها حالت ایگنمبریتی بخود میگیرد. توفهای بلورین، دارای بلورهای شکسته کوارتز، پلاژیوکلاز و فلدسپات آکالین است که در متنی ویتروکلاستیک از کوارتز و فلدسپات واقع شده اند. همبری این واحد با واحدهای زیرین  $E_3^{P2}$  و زیرین  $E_3^{lta}$  هم شیب است.

**واحد آذر آواری بالایی ( $E_3^{lta}$ )**

این واحد به صورت هم شیب بر روی واحد  $E_3^{ri}$  می نشیند. بخش زیرین این واحد از تناوبی از توف و توفهای برشی با ترکیب آندزیتی و گدازه های آندزیت بازالتی که گاهی حالت پورفیری دارند تشکیل یافته است. بخش بالای این واحد شامل سنگهای آذر آواری خاکستری تا سبز از نوع توف با دانه بندی متفاوت تا حد لاپیلی، توفیتهای کربناته و آگلومرا می باشد که دارای ترکیبی لاتیتی- آندزیتی هستند. این توف ها دارای فسیل نومولیت (*Nummulites*) *Marpe bouillei* می باشد که سن پریابونین را نشان می دهد. گدازه های آندزیتی- بازالتی دارای بافت پورفیریک بوده که دارای بلورهای درشت پلاژیوکلاز آندزین بازیک تا لابردور نسبتاً سالم، پیروکسن و احتمالاً پسدومورفهای اولیوین به شدت تجزیه شده می باشد که در متنی از پلاژیوکلاز و پیروکسن و کانی های ثانوی مانند اپیدوت، کلریت، کلسیت و اکسید آهن قرار دارند. همراه این واحد و به صورت محلی و میان لایه ای یک واحد ریوداسیتی سفیدرنگ می آید که به صورت زیر واحد  $E_3^{ri2}$  تفکیک شده است.

### واحد ریوداسیتی بالایی $E_3^{ri2}$

جوانترین سنگ های ائوسن در شمال کوشک نصرت شامل گدازه های ریوداسیتی به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای است که تا حدودی ویژگی جریان‌ی و ایگنمبریتی دارد. در بررسی های میکروسکوپی این سنگ دارای بلورهای درشت پلاژیوکلاز که به مجموعه ای از کائولینیت، کلسیت، کلریت و کوارتز تجزیه شده اند و فلدسپات آلکالن به صورت آنتی پرتیت و بیوتیت می باشند. این بلورها درشت در متنی از هیالوکریستالین کوارتز و فلدسپات که همراه با کانی های ثانوی مانند کانی های رسی، کلسیت و اکسید آهن همراه میشوند قرار گرفته‌اند.

### واحد آندزیت پورفیریک بالایی ( $E_3^{an2}$ )

در خاور تاقدیس کوشک نصرت و در حوالی علی آباد ضخامت زیادی از گدازه های آندزیتی که بیشتر ویژگی پورفیری دارند ظاهر می شوند که بشدت دگرسان بوده و دارای ریخت شناسی تپه ماهور هستند. این سنگها دارای بلورهای درشت پلاژیوکلاز تا بزرگی ۱۳ میلی متر می باشند. شدت دگرسانی در این سنگها به قدری است که مطالعات میکروسکوپی را در آنها مشکل میسازد. رنگ هوازگی به علت دگرسانی پیشرفته سبز، زرد و قهوه ای می باشد که ظهور کانیهای کربنات مس برنگ سبز آن فزونی می بخشد.

### واحد رسوبی - آذر آواری ( $E_3^{ml}$ )

روی واحد آندزیت پورفیری یاد شده در بالا سنگهایی که عمدتاً شامل ماسه سنگهای کربناته و سنگ آهکهای ماسه ای، مارن و توفیتهای اسیدی میباشند قرار میگیرند که روی نقشه با نشانه  $E_3^{ml}$  نمایش داده شده است. در مرز بین  $E_3^{an2}$  و  $E_3^{ml}$  در شمال شرق علی آباد یک لایه آهکی صورتی رنگ دیده میشود که دارای آثاری از صدف دو کفه ای میباشند.

واحد  $E_3^v$  از یکسری سنگهای غیرقابل تفکیک که شامل گدازههای آندزیتی و سنگهای اذراواری میباشد تشکیل یافته است. سنگهای این واحد به شدت دگرسان بوده و میتواند مجموعه ای از دو واحد های  $E_3^{ml}$  و  $E_3^{tb}$  باشد. در جنوب شرقی کوشک نصرت در کوه شور چشمه در حد فاصل دو واحد  $E_3^{ml}$  و  $E_3^{ig}$  یک واحد سفید رنگ قابل تفکیک می باشد که شامل توف های اسیدی است که با نشانه  $E_3^{tb}$  در نقشه نمایش داده شده است.

### واحد ایگنمبریتی ( $E_3^{ig}$ )

از جمله سنگهای موجود در تاقدیس کوشک نصرت سنگهای ایگنمبریت ریولیتی تا ریوداسیتی برنگ بنفش مایل به قهوه‌ای تا قرمز است که جوانترین سنگهای موجود در این بخش از ورقه زاویه بوده و بعلت سخت فرسای صخره ساز هستند و شبیه به طرف شمال خاوری دارند. در خمون های سطحی دارای بافت جریان‌ی و ایگنمبریتی بسیار زیبایی میباشد. در بافت میکروسکوپی این سنگها بلورهای درشت پلاژیوکلاز بی شکل تا شکل دار سربستیزه با حاشیه خورده شده و کوارتز بی شکل دیده می شود که در متنی میکروکریستالین تا هیالوکریستالین بسیار ریز دانه تا شیشه ای با حالتی جریان‌ی قرار گرفته اند. در زمینه شیشه ای تکه های شیشه هابی (flame) دیده میشود که در اثر تبلور دو باره به مجموعههای از کوارتز و فلدسپات تبدیل شده اند.

### سنگهای آتشفشانی ائوسن تاقدیس توکل آباد

تاقدیس توکل آباد در شمال باختری ورقه زاویه واقع بوده و دارای روند شمال باختری- جنوب خاوری است که بوسیله گسلهای متعددی با همان روند بریده شده است. یکی از مشخصات ساختمانی این تاقدیس ظهور چین های بسیار باریک و برگشته ای است که در آن مجموعه سنگهای اندریتی پورفیری و آندزیت بازالتی بصورت تاقدیس و ناودیس چین خورده اند. پیدایش واحدهایی با سنگ شناسی و ساختمانی مشابه در جنوب علی شار می تواند شاهدهی از ادامه واحدهای موجود در تاقدیس توکل آباد تا مرکزی ورقه زاویه باشد.

سنگهای آتشفشانی موجود در تاقدیس توکل آباد از نظر سنگ شناسی و ژئوشیمی به نظر میرسد با سایر سنگهای ائوسن در نواحی دیگر متفاوت باشند. در این ورقه بعلت عدم وجود شواهد سن سنجی فسیل شناسی و یا رادیو متری سن این سری رابطه آنها با سایر سنگهای موجود در ورقه زاویه چندان روشن نیست ولی بعلت تشابه کمی که با سری سنگهای ائوسن در تاقدیس کوشک نصرت دارند، معادل سنگهای ائوسن در آن ناحیه منظور شده اند.

سنگهای موجود در این تقادیس دارای ترکیبی متغیر بین ریولیت تا بازالت بوده و از نظر ژئوشیمی تا حدودی آلکالن می باشند. واحدهای سنگی در این تقادیس عبارتند از:

#### واحد گدازه وایگنبریتها ریوداسیتی ( $E^{rig}$ )

کهن ترین سنگهای ائوسن در تقادیس توکل آباد در کوه قلیچ در منتهی الیه شمال باختری ورقه زاویه رخ نموده است. این واحد حالت توده ای داشته و عمدتاً شامل گدازه های لاتیتی تا ریوداسیتی میباشد که بطور فرعی با توفهای بلورین و ایگنبریتهایی با همان ترکیب همراه هستند. این واحد بوسیله توده های کوچک و دایکهای دیابازی ( $E^{db}$ ) قطع میشود. گدازه های اسیدی در زیر میکروسکوپ بلورهای درشت پلاژیوکلاز اولیگوکلاز به بزرگی تا ۲ میلی متر که بشدت کائولینتیزه شده اند همراه با بیوتیتهای دگرسان شده در زمینه که از کوارتز، فلدسپات که با در صد زیادی از کانیهای رسی همراه است واقع شده اند. توفهای موجود در این واحد دارای بافت پورفیروکلاستیک بوده که در آن پورفیروکلاستهای کوارتز در زمینه ای از کانی های فلسیک قرار میگیرند. بافت متل سنگ میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین میباشد.

#### واحد ریوداسیتی - ریولیتی ( $E^{rd}$ )

این واحد که بخش عمده ای از هسته تقادیس توکل آباد را تشکیل داده با رنگ زرد روشن تا زرد مایل سبز مشخص میگردد. لایه بندی آن نازک بوده و ترکیب سنگ شناسی غالب در آنها از نوع ریوداسیت تا ریولیت میباشد این واحد شامل انواع توفهای بلورین با دانه بندی متفاوت بوده که تا حد توفهای لاپیلی نیز میرسند که با میان لایه هائی ایگنبریتی و یا گدازه های اسید همراه هستند. این واحد با سنگهای دیابازی که بیشتر بصورت سیل ظاهر گردیداند همراه است. رنگ تیره این سنگهای دیابازی چنین خوردگیهای موجود در واحد  $E^{rd}$  را بهتر می نمایاند.

#### واحد ( $E^{ph}$ )

واحد  $E^{rd}$  بصورت هم شیب بوسیله سنگهای خاکستری تیره و ارغوانی رنگ پوشیده می شود که دارای ریخت شناسی صخره ساز هستند. این سنگها دارای بافتی آفانیتیک بوده و ترکیب آن از انواع گدازه های تراکیتی - لاتیتی است که تا حد تراکی بازالتی نیز تغییرمینماید و تدریجاً در برخی موارد حالت برشی ریز دانه بخود میگیرند. پیروکسن تراکی بازالت بخش عمده این واحد را میسازد که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز و پیروکسن در متنی میکروولیتی جریانی از همین کانی ها قرار میگیرند. بخش زیرین این واحد بیشتر از نوع تراکی - لاتیت تا تراکی آندزیت است که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز در زمینه ای جریانی بسیار ریز دانه از فلدسپات (برخی موارد کمی کوارتز و فلدسپاتی) قرار گرفته اند و دارای قطعات سنگی از نوع آندزیت پورفیری میباشد. سری فوق از نظر ترکیب شیمیائی دارای ترکیب آلکالن بوده که نوع تراکی بازالت آن می تواند تا حد فنولیت نیز برسد.

#### واحد ایگنبریتی زیرین ( $E^{ig}$ )

این واحد دارای رنگ بنفش روشن تا ارغوانی بوده و با واحد  $E^{ph}$  داری همبری هم شیب است. این سنگها حالت جریانی داشته و تا حدودی ایگنبریتی است. در زیر میکروسکپ دارای بافت پورفیریتیک بوده که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز که برخی پرتیتیک بوده و در متنی کوارتز و فلدسپاتی که در صد کوارتز آن چندان زیاد نیست واقع میشوند. سنگ دارای حفرات فراوانی است که بوسیله کوارتز ثانوی پر شده است. این سنگها را میتوان داسیتی دانست که از نظر ژئوشیمی دارای تمایل الکلانی میباشد.

#### واحدهای آندزیت - بازالتی ( $E^{a-b}$ ) و آندزیت پورفیری $E^{ap_1}$

روی واحد گفته شده در بالا یکسری سنگهای تیره رنگ با ستبرای حدود ۵۰۰ متر می نشیند که به طور عمده از گدازه های آندزیت پورفیری به رنگ بنفش تیره با بلورهای پلاژیوکلاز به بزرگی تا ۷ میل متر تشکیل شده اند. این سنگها متناوباً با گدازه های تراکی - آندزیتی ریز دانه همراه میباشد. در بخش زیرین سنگهای زیربافت با ترکیب آندزیت - بازالتی بیشتر بوده روی نقشه با نشانه  $E^{a-b}$  نمایش داده شده است. این دو واحد در خاور مزرعه جیران بلاغی دارای حدود ۸۰۰ متر ستبرای می باشد. در شمال باختری تقادیس توکل آباد مجموعه این دو واحد بالا تشکیل آنتی کلینوریومی را داده اند که در آن چند تقادیس و ناودیس باریک و برگشته دیده می شوند. واحدهائی مشابه با

آنچه که در فوق گفته شد در جنوب روستای علی شار نیز یافت میشوند که ساختاری مشابه تاقدیس مرکب توکل آباد را به نمایش گذاشته اند. بافت پور فیبریتیک در این سنگها با بلورهای درشت و شکل دار آندزین- لابرادور و کلینو پیروکسن سالم یا با دگرسان شدگی کم مشخص می گردد. بافت متن در این سنگها اینتر سرتال ریز می باشد که شامل بلورهای پلاژیوکلاز، پیروکسن و اکسید آهن می باشد. آندزیت بازالتها دارای بافت بسیار ریز بوده که در آن بلورهای درشت پیروکسن و پلاژیوکلاز در متنی هیالوکریستالین واقع شده اند.

#### واحدهای ایگنمبریتی - توفی ( $E^{igt}$ ) و تراکی اندزیتی ( $E^{ta}$ )

در شمال باختری روستای شورک سنگهای روشن صورتی رنگ مایل به بنفش برون زد دارند که دارای بین لایه هایی از سنگی تیره تراکی آندزیتی می باشد ( $E^{tan}$ ). این واحد دارای تغییرات سنگ شناسی زیادی است. بخش عمده این واحد ایگنمبریت داسیتی آلکالن بوده که با عدسی های کشیده سفید رنگی که در بافت زیبای جریان می نشینند مشخص می شود. در این سنگ ها بلورهای درشت اولیگوکلاز که کائولینیتی و سریسیتی شده اند همراه با بیوتیت های سالم و احتمالاً آمفیبول های کاملاً تجزیه شده در متنی هیالوکریستالین جریان همراه با تکه های شیشه ای گدازه (flame) و حفره های بادامکی قرار می گیرند. گاهی این سنگ ها در اثر زایش کانی های ثانوی ناشی از دگرسانی گرمابی مانند اپیدوت، کلسیت، کلریت و سریسیت به رنگ سبز تا زرد مایل به قهوه ای درمی آید. واحد  $E^{igt}$  در بخش فوقانی به وسیله یک واحد تراکی آندزیتی ( $E^{ta}$ ) پوشیده می شود که متعلق به جوانترین فعالیت آتشفشانی در تاقدیس توکل آباد می باشد. این واحد شکل کاملی از ظهور بین لایه های تیره تراکی آندزیتی ( $E^{tan}$ ) در داخل واحد  $E^{igt}$  می باشد.

#### سنگ های ائوسن جنوب غربی گستره ورقه زاویه

توالی واحدهای سنگی آتشفشانی ائوسن در گسترده جنوب غربی ورقه زاویه به علت گسل خوردگی فراوان چندان مشخص نبوده و تفکیک آنها به سادگی صورت نگرفته است و به همین دلیل رابطه آنها با واحدهای موجود در تاقدیس های کوشک نصرت و به ویژه در تاقدیس های توکل آباد چندان روشن نیست. واحدهای سنگی موجود در این گسترده از ورقه زاویه از قرار زیرند

#### واحد پیروکسن آندزیت ( $E^{pa}$ )

در جنوب غربی گستره ورقه زاویه و در امتداد آزاد راه تهران- ساوه واحد سنگی آتش فشانی به رنگ سبز روشن، خاکستری و قهوه ای رخنمون دارد که شامل انواع توف های بلورین، سنگی و برشی با ترکیب اسید تا متوسط وجود دارد که به احتمال زیاد می تواند معادل واحد  $E_3^{p2}$  در تاقدیس کوشک نصرت باشند. این واحد به طرف خاور با همبری عادی به وسیله یکسری سنگ های آتش فشانی بنفش تیره رنگ تا ارغوانی مایل به قهوه ای پوشیده می شوند که تنابوی از گدازه های آندزیتی که در مواردی به صورت ریز بافت پورفیری بوده و با لایه هایی از برش توف های آندزیتی همراه می باشند پوشیده شده اند. این واحد در امتداد آزاد راه با یک زیر واحد از نوع برش گدازه ای از نوع آندزیت پورفیری همراه است که بزرگی سنگدانه های آن تا چند ده سانتی متر می رسد. این زیر واحد برشی نقش عمده ای در سنگ شناسی واحد  $E^{pa}$  ندارد. آندزیت های واحد  $E^{pa}$  از نوع پیروکسن آندزیت بوده که بلورهای درشت پلاژیوکلاز آندزین و پیروکسن در متنی میکروولیتی جریان مشتمل بر سوزن های پلاژیوکلاز و بلورهای پیروکسن که با کانی های ثانوی همراه هستند قرار می گیرند.

#### واحد آندزیت پورفیری ( $E^{ap2}$ )

این واحد از ضخامت زیادی از آندزیت پورفیری تشکیل شده است که دارای بلورهای درشت پلاژیوکلاز تا بزرگی ۱۳ میلی متر می باشند که به طرف شرق دارای گستردگی زیاد است. گدازه های ضخیم آندزیت پورفیری به وسیله لایه های نازکی از توفهای آندزیتی به رنگ ارغوانی تیره تا قرمز از یکدیگر جدا می شوند. آندزیت پورفیری ها در بعضی نقاط حفره دار (Vesicular) بوده که حفرات بوسیله کلسیت و ندرتاً کوارتز و زئولیت پر شده اند. در بررسی های میکروسکوپی بافت پورفیریتیک این سنگها دارای بلورهای درشت پلاژیوکلاز آندزین- لابرادور شکل دار که در مواردی حالت منطقه ای داشته و به صورت رگه ای سرسپتیزه شده با بلورهای درشت پیروکسن که اکثراً دگرسان شده،



گاهی بیوتیت و ندرتا پسودومورفهای اولیوین همراهی میشوند. خمیره در این سنگها از بافت اینترسرتال و گاهی سوزنی درشت میباشد که شامل بلورهای پلاژیوکلاز و پیروکسن دگرسان شده هستند. نتیجه تجزیه، زایش کانی های ثانوی فراوانی مانند اکسید آهن، کلسیت، کلریت، سریسیت و اپیدوت در این سنگها می باشد. نام این سنگها در حد اندزیت، تراکی اندزیت تا اندزیت بازالت تغییر میکند. این واحد بیشتر در شمال منطقه گسل تخت چمن یافت می شود و در جنوب منطقه چندان توسعه ندارند.

#### واحد توف آندزیتی ( $E^p$ )

این واحد در کوه های خیرورمز و محک لی و شرق عباس آباد نار بلاغی دیده می شوند که ارتباط تنگاتنگ با سنگهای آندزیتی ( $E^{pan}$ ) دارد. هر چند که در کوه های یاد شده واحد  $E^p$  قدیمی تر از  $E^{pan}$  می باشد ولی رابطه این دو واحد به صورت بین انگشتی ( $Interfignering$ ) است. این واحد از انواع توفهای آندزیتی با دانه نبدی متفاوت تا حد برش تشکیل یافته است که دارای میان لایه هایی از گدازه های آندزیتی می باشند و به علت تجزیه و زایش کانی های ثانوی رنگ سبز روشنی یافته اند. در انواع توفهای سنگی، قطعاتی از پیروکسن آندزیت با بافت میکروولیتی مشاهده می گردد.

#### واحد توف داسیتی ( $E^{dt}$ )

در حوالی مزرعه کوه منگ یک واحد توفی به رنگ زرد روشن تا صورتی تیره دیده می شود که به نظر می رسد رابطه آن با واحدهای گدازه ها و توفهای آندزیتی ( $E^{pan}$ ) به صورت بین انگشتی می باشد. از این رو شاید بتوان آنها را بخشی از دو واحد فوق در نظر گرفت. این واحد بیشتر از انواع توفهای بلورین، سنگی و یا توفهای برشی است که ترکیبی داسیتی دارند. بافت میکروسکپی در این سنگها پورفیروکلاستیک بوده که در آن پورفروکلاستهای فلدسپات و کوارتز و برخی کانی های فرعی در زمینه ای میکروکریستالین از بلورهای شکسته کوارتز و فلدسپاتی بهمراهی با کانی های ثانوی قرار می گیرند.

#### واحد ایگنمبریتی - توفی ( $E^{ig-t}$ )

در جنوب منطقه گسلی تخت چمن یکسری سنگهای ایگنمبریتی با ستبرای زیاد ظاهر می گردد که در ورقه ساوه توسعه بیشتری دارند. در جنوب مزرعه تخت چمن و کوه سیاه، بخش زیرین این واحد تناوبی از توفها، توفهای برشی و لاپیلی توفهای صورتی و قرمز رنگ و برشهای خاکستری همراه با میان لایه هایی از ایگنمبریت ریوداسیتی بنفش و خاکستری رنگ می باشند. این بخش بوسیله واحد ایگنمبریتی ضخیم و ستیغ ساز صورتی، بنفش و خاکستری رنگ که عموماً لایه بندی نازک تا متوسط دارند پوشیده می شود که دارای بافت ایگنمبریتی جریان جالبی است. در بررسی های میکروسکپی این سنگها دارای بافت پورفیروکلاستیک بوده که در آن بلورهای درشت در متنی هیالوکریستالین جریان جالبی که در برخی موارد تبلور دوباره یافته اند واقع گردیده اند. بلورها کشیده شکل دار و بی شکل سالم پلاژیوکلاز دارای رگه های روشن بوده که احتمال از نوع فلدسپات پتاسیک می باشند. این بلورها در زمینه ای شیشه ای همراه با رگه هایی که حاوی کوارتز و فلدسپات آلکالن می باشد واقع شده اند. این رگه ها احتمالاً حاصل تبلور دوباره متل شیشه ای میباشند. کانیهای اپاک، زیرکن و اپاتیت بصورت کانیهای فرعی در این سنگها ظاهر شده و برخی از نمونه های این واحد دارای قطعاتی از آندزیت با بافت سوزنی می باشند.

#### واحد تراکیتی - تراکی آندزیتی ( $E^{ta}$ )

در کوه قرمزی برون واحد ایگنمبریتی  $E_3^{ig-t}$  در مجاورت یکسری سنگهای سبز تا قهوه ای رنگ با بافتی ریز واقع می شود که ترکیبی تراکیتی تا تراکی آندزیتی دارند همبری این سنگها با واحد  $E^{ig-t}$  چندان روشن نیست ولی به نظر می رسد که عادی و هم شیب باشند. در زیر میکروسکوپ تمام بلورین بوده که شامل بلورهای درشت پلاژیوکلاز و فلدسپات آلکالن در متنی که شامل بلورهای کم و بیش سالم پلاژیوکلاز شکل دار همراه با کانی های ثانوی فراوان قرار گرفته اند.

**واحد پیروکسن آندزیت ( $E^{pan}$ )**

در جنوب باختری گستره برکه زاویه، سنگهای آتشفشانی با ترکیب متوسط تا بازیگ چیره هستند. در این مجموعه انواع سنگهای تیره آندزیتی تا آندزیت بازالتی یا به صورت گدازه و یا در قالب انواع توف گسترش دارند که به وسیله دایکهای اسیدی و آندزیتی و آندزیت بازالتی هستند قطع می شود. گدازه ها پیروکسن آندزیت تا آندزیت بازالت در روی این واحد دارای بافت آفانیتیک و با تا حدودی پورفیریک می باشند و در نمونه های دستی بلورهای کوچک پلاژیوکلاز و کانی های فرومنیزین دیده می شوند. رنگ این سنگها سبز تیره یا سیاه است که در برخی مواقع به علت تجزیه شدگی و ظهور کانی های ثانوی به رنگ سبز روشن در آمده است. به نظر می رسد که تشکیل این سنگها در اثر فعالیت های آتشفشانی قاره ای در این منطقه می باشد. بررسی نمونه های متعددی از این سنگ ها نشان از وجود بلورهای درشت پلاژیوکلاز بازیگ تا حد لابرادور می باشد که به درجات متفاوتی سرسیتیزه و یا گاهی کاملاً دگرسان شده و با بلورهای درشت پیروکسن و ندرتاً پسدومرف های اولیوین همراه هستند. این بلورها در زمینه ای با بافت میکرولیتی جریانی و یا اینترسرتال که شامل بلورهای سالم و یا تجزیه شده پلاژیوکلاز و پیروکسن که با کانی های ثانوی مانند اپیدوت، کلریت، کلسیت و اکسید آهن همراه می شوند قرار دارند. در بسیاری نقاط همانند جنوب منطقه گسلی تخت چمن این واحد بوسیله دایک ها و یا توده های نیم عمق کوچک و به شکلی نامنظم قطع شده اند. در نمونه های دستی این سنگها بلورهای درشت پلاژیوکلاز و بیوتیت دیده می شوند. سنگهای ذکر شده در زیر میکروسکوپ عموماً بافتی شبیه اینترسرتال داشته که از مجموعه ای از بلورهای پلاژیوکلاز و تشکیل یافته اند و آنها کوارتز نقش فرعی دارد. این سنگها را می توان در حد میکروتونالیت دانست.

در جنوب محدوده زاویه در کوه های خیرورمز و محک لی یکسری توفهای اسید سفیدرنگ ( $E^2$ ) دیده می شود که همبری آن با دو واحد  $E^p$  و  $E^{pan}$  عموماً گسلیده است ولی می توان این واحد را قدیمتر از  $E^p$  دانست. واحد  $E^2$  مجموعه ای است از توفهای بلورین، سنگی و گاهی برشی که ترکیب آنها داسیتی تا ریوداسیتی می باشد.

**سنگ های آذرین درونی و بیرونی جوانتر از ائوسن**

این واحدها شامل مجموعه ای از سنگ های آذرین درونی و بیرونی بوده که برابر شواهد صحرایی به ویژه ارتباط و همبری آنها با واحدهای شناخته شده کهن تر موجود در منطقه سنی جوانتر از ائوسن داشته و احتمالاً عمدتاً دارای سن اولیگوسن و میوسن می باشند که در زیر به ترتیب به شرح آنها پرداخته می شود:

**سنگهای آتشفشانی اسید ایگنمبریتی**

مجموعه سنگهای آتشفشانی اسید سفید و آندزیت بازالتیهای تیره

**سنگهای آذرین درونی**

مجموعه سنگهای نیم عمیق (Subvolcanics) میکروگرانودیوریتی - اپلیتی - ریولیتی و سنگهای با ترکیب متوسط تا بازیگ

**دایکها**

دمهای بیرون زا و درون زای پلیوسن

گدازه ها و سنگهای آذر آوری افقی کواترنر

**سنگهای آتشفشانی اسید ایگنمبریتی**

این گروه از سنگها در جنوب غرب ورقه زاویه ظاهر میشوند و به نظر میرسد که از سنگهای آتشفشانی ایوسن جوانتر بوده و احتمالاً متعلق به اولیگوسن یا اولیگومیوسن باشند. این سنگها در دو واحد زیر قابت تفکیک هستند

**واحد ایگنمبریتی - لاسیتی - داسیتی ( $OM^{ig}$ )**

این واحد نیز در منتهی الیه جنوبی ورقه زاویه گسترش یافته و دارای رنگ قرمز می باشد و از مجموعه ای از ایگنمبریت و گدازه های دارای ترکیب لاتیتی تا داسیتی تشکیل شده است. همبری آن با سنگهای ایوسن پوشیده است ولی این واحد به صورت هم شیب با  $OM^{ig}$  همبری داشته و پوشیده می شود. بلورهای شکسته

پلاژیوکلاز و به مقدار کمتر فلدسپات آلکالن و کانی های تیره که احتمالاً آمفیبول می باشند و کاملاً به وسیله کلسیت، کلریت و اکسید آهن جایگزین شده است در زمینه ای هیالوکریستالین با حالت جریانیه قرار می گیرند.

#### واحد ریولیتی- ایگنمبریتی ( $OM^{+ig}$ )

این واحد در منتهی الیه جنوبی ورقه گسترش دارد که مجموعه ای از توف های جوش خورده، لایه های ایگنمبریتی و گدازه های جریانیه با ترکیب ریوداسیتی- ریولیتی بوده که به رنگ بنفش تا قرمز می باشد. بافت میکروسکپی ایگنمبریت ها ویتروکلاستیک بوده که در آن بلورهای شکسته شده پلاژیوکلاز از نوع اولیگوکلاز اسید، فلدسپات آلکالن و کوارتز در زمینه ای شیشه ای و جریانیه قرار دارند. در این متن شیشه ای تکه های کشیده (flame) دیده می شود که در اثر تبلور دوباره شیشه به وسیله مجموعه ای از کوارتز و فلدسپات جایگزین شده است. متن شیشه ای در بعضی موارد به صورت بافت اسفرولیتیکی تبلور دوباره یافته از کوارتز و فلدسپات تشکیل شده اند.

#### مجموعه سنگ های اسیدی (a) آندزیت- بازالتی (b)

در بسیاری از نقاط جنوب غربی گستره ورقه زاویه سنگ های ائوسن به وسیله گسترده ای از سنگهای اسید و بازیک پوشیده شده و یا قطع می گردند که در حالت عادی سنگ های اسید سفید به صورت افقی در زیر سنگ های تیره بازیک (b) قرار می گیرند. شواهد صحرایی چنین مینمایاند که این سنگها میتوانند از ائوسن جوانتر باشند ولی سن قطعی آن ها روشن نیست. تشکیل این سنگ ها رابطه مستقیم با فعالیت گسل ها داشته و معمولاً در امتداد گسل ها و یا محل تلاقی آن ها ظاهر شده اند. از بهترین نمونه های تناوب این دو نوع سنگ را می توان در کوه دواز واقع در جنوب غربی تخت چمن دید. این مجموعه به جز نقاط همایی با یکدیگر به صورت دایک های فراوان چه از نوع آندزیت- بازالتی و چه از نوع اسید ریوداسیتی- ریولیتی که گاهی طول آن ها به چندین کیلومتر رسیده و سنگهای ائوسن را قطع می نمایند نیز ظاهر میگردند. آندزیت- بازالت ها دارای بافت ریز پورفیریتیک می باشد که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز (احتمالاً لابرادور)، پیروکسن و گاهی باقی مانده اولیون در متنی میکرولیتی از پلاژیوکلاز و کانی های ثانویه مانند اپیدوت، کلسیت، کلریت و اکسید آهن حاصل از دگرسانی کانی های تیره جای می گیرند. سنگ های اسید دارای بلورهای درشت کوارتز و پلاژیوکلاز و گاهی فلدسپات آلکالن در متنی کوارتز- فلدسپاتی که در مواقعی حالت اسفرولیتیکی دارند قرار می گیرند. فعالیت ماگمایی اسید ذکر شده گاهی به صورت توف های اسید و یا ایگنمبریت نیز ظاهر می شود.

#### سنگ های آذرین درونی (gd), (md)

سنگ های آذرین درونی در محدوده گستره ورقه زاویه چندان گسترش ندارد و بیشترین رخنمون های آن به صورت توده هایی در شرق تخت چمن برون زد دارد. رخنمود دیگر آن در جنوب کوه زیره است که به نظر میرسد بیشتر در امتداد گسل جهت یافته باشد. این توده تخت چمن در حاشیه به میکرودیوریت (md) ریز بافت بدل می گردد که تعیین مرز آن با توده اصلی به علت مشابهت رنگی چندان ساده نیست. از این توده رگه های فراوان و یا هیپوفیزهای کوچک سرچشمه می گیرند که در داخل سنگهای دربر گیرنده جای گرفته اند. بررسی های میکروسکپی این توده نشان دهنده بافت گرانولار، میکروگرانولار تا حدودی پورفیریتیک در آن ها می باشد. کانی های اصلی آن پلاژیوکلاز (الیگوکلاز)، کوارتز، بیوتیت، آمفیبول و ندرتاً فلدسپات آلکالن بوده که با کانی های ثانویه چون کلریت، کلسیت، اپیدوت، سریسیت، اورالبت و اکسید آهن همراه هستند. معمولاً کانی های فرعی مانند آپاتیت، اسفن، زیرکن و اکسید آهن نیز در این سنگ ها به چشم می خورد. در نتیجه ترکیب سنگ شناسی این توده ها بین کوارتز دیوریت، گرانودیوریت تا تونالیت متغیر است. این واحدها روی نقشه زمین شناسی با نشان gd نشان داده شده که mdi حاشیه ریز بافت میکرودیوریتی توده گرانودیوریتی است.

#### توده های کوچک و نیمه عمیق اسیدی و بازیک (md) و (mb)

بهترین نمونه از این نوع همایی سنگ های اسید و بازیک که به صورت توده های بسیار کوچک و کم عمق می باشندرا می توان در جنوب حاجی آباد و در غرب آزاد راه تهران- ساوه دید. ریخت شناسی تپه ماهوری، پراکندگی غیر منظم آن ها در یکدیگر، نبود لایه بندی و ویژگی های میکروسکپی آن ها شواهدی هستند که این سنگ های

آتشفشانی نبوده بلکه توده های کوچک و کم عمق هستند. در زیر میکروسکوپ سنگهای اسید عموماً تماماً بلورین بوده که بافت آنها گاهی اینترسرتال و گاهی گرافیتیک ناشی از رشد کوارتز و پلاژیوکلاز در یکدیگر می باشد. بلورهای پلاژیوکلاز (الیگوکلاز) کائولینیتیزه و یا سریسیتیزه، احتمالاً برخی بلورهای فلدسپات آلکالن، آمفیبول دگرسان شده و بالاخره کوارتز کانی های تشکیل دهنده اصلی هستند و آپاتیت کانی فرعی در آنها بوده و مجموعه ای از کانی های رسی، کلسیت، کلریت و اکسید آهن کانی های ثانوی نیز در این سنگ ها می باشند. این سنگ ها در مواقعی بسیار اسیدی بوده و تا حد آپلیت پیش می روند که در این حالت مجموعه ای از کوارتز و فلدسپات ریز بافت و غنی از سیلیس که با کانی های ثانوی همراه می باشند. سنگ های نیمه عمیق بازیکتر از نوع دیاباز و یا میکرودیوریتی بوده که گاهی بافت اینترسرتال داشته و درشتی بلورهای پلاژیوکلاز تا ۱/۵ میلی متر نیز می رسد که با بلورهای درشت کلینوپیروکسن تجزیه شده و با کانی های ثانوی همراه هستند.

#### دایک ها

همانگونه که قبلاً گفته شد سنگهای ائوسن به وسیله دایک های بسیاری که از تنوع سنگ شناسی گسترده ای برخوردار هستند قطع شده اند. در پیرامون کوشک نصرت واحد  $E^{12}$  به وسیله یکسری دایکهای بازیک موازی با روند شمال شرقی- جنوب غربی قطع می شود. ولی این ماگماتیسم در همین منطقه گاهی به صورت توده های کوچک و یا حتی به صورت سیل نیز ظاهر شده است. بافت سنگ ها اکثراً دیابازی اینترسرتال و گاهی پورفیریتیک است. پلاژیوکلازها و پیروکسن های دگرسان شده کانی های اصلی این سنگ می باشند که در آن پیروکسن به مجموعه ای از کلریت، اپیدوت کلسیت و اکسید آهن تجزیه گردیده است. در تاقدیس کوشک نصرت تعداد زیادی از دایک های با رنگی قهوه ای کم رنگ که ترکیبی تراکیتی تا تراکی آندزیتی دارند نیز مشاهده می گردند. در جنوب باختری محدوده مورد بررسی سنگ های ائوسن به وسیله دایک های متعددی قطع می شوند که از تنوع سنگ شناسی وسیعی برخوردارند و از اسید در حد آپلیت تا متوسط آندزیت بازالتی و دیابازی متغییر هستند. دایک های اسیدی موجود در نقشه دارای بافت پورفیریتیک تا میکرو گرانولار می باشد که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز و کوارتز و در برخی موارد بیوتیت در متنی کوارتز- فلدسپاتی قرار می گیرند. برخی از دایک ها در همین ناحیه از جنس میکروگرانودیوریت یا میکروتونالیتی میباشند که در آن بلورهای درشت پلاژیوکلاز، بیوتیت و گاهی آمفیبول با بافتی اینترسرتال یا میکروگرانولار در متنی از پلاژیوکلاز که کوارتز در آن نقش فرعی دارد قرار می گیرند.

#### آتش فشانی نئوژن ( $PI^a$ ) و ( $PI^f$ )

ولکانیسم نئوژن؟ در ایران مرکزی یا پیدایش دمه های آتش فشانی به صورت بیرون زا یا درون زا مشخص می گردد. ظهور آن ها در روی زمین رابطه تنگاتنگ با فعالیت گسل های منطقه دارد. در گستره ورقه زاویه چند نمونه از این ساخت های آتشفشانی مشاهده می گردد که از نظر ترکیب سنگ شناسی آن ها را می توان به دو گروه تقسیم نمود: - دمه های لاتیتی ( $PI^a$ ) که بهترین نمونه آن در کوه سهیل در شمال قشلاق سهیل نجف آباد واقع می باشد و به نظر می رسد از نوع بیرون زا است. بافت میکروسکپی آن شامل بلورهای درشت پلاژیوکلاز (الیگوکلاز) در متنی فلدسپاتیک با بافتی اینترسرتال قرار می گیرند که دارای بلورهای کوچک کوارتز میباشند. کانی تیره از نوع آمفیبول بوده که معمولاً تجزیه شده است. نمونه های دیگر از این نوع ماگماتیسم را در تاقدیس کوشک نصرت و کوه های مینگ و ملاحسن واقع در جنوب غرب ورقه میتوان دید.

- نمونه های دیگری از این نوع فعالیت ماگمایی بصورت دمه های کوچک و بزرگ ریولیتی غنی از سیلیس ظاهر می شود که بهترین تظاهر آن در کوه مقنق در تاقدیس توکل آباد می باشد. این سنگ ها دارای بافت بسیار ریز شامل بلورهای کوارتز به هم جوش خورده می باشد بزرگی بلورها در آنها تدریجی بوده و در متنی کوارتز و فلدسپاتی همراه با کانی های ثانوی قرار می گیرند. این سنگ ها را می توان ریولیت دانست که به طور عیرعادی از سیلیس غنی میباشند. روی نقشه این واحدها با نشانه  $PI^f$  نمایش داده شده اند.

ولکانیسم نئوژن پایانی و کواترنر آغازی (Q<sup>v</sup>)

در شمال شرق مزرعه بیدک سنگ های آتش فشانی به رنگ قرمز تا صورتی وجود دارند که ریختارصفحه ای داشته و به صورت افقی و دگرشیب روی سنگ های ائوسن قرار می گیرند. این واحد به طور عمده از توف و توف های برشی تشکیل یافته که دارای میان لایه هایی از گدازه های تراکیتی هستند. در زیر میکروسکوپ این سنگها دارای بافت میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین می باشند. نوع آذرآواری دارای بافت ویتروکلاستیک بوده که از بلورهای پلاژیوکلاز شکسته، اکسید آهن و قطعات سنگی شکل گرفته است و می توان آن ها را توف های بلورین و سنگی دانست. نوع گدازه ای آن دارای بافت اینترسرتال و میکروولیتی بوده که فنوکریستهای پلاژیوکلاز به حالت منطقه ای با بزرگ شدگی تدریجی در زمینه ای میکرو تا کریپتو کریستالین فلدسپاتی که با درصد زیادی اکسید آهن و کلریت همراه است واقع شده اند. این سنگها را می توان تراکیت تا تراکی آندریت نامید.

## واحدهای رسوبی نئوژن (الیگوسن - میوسن)

سازند قم (Om<sup>lm</sup>)

در گستره ورقه زاویه رسوب گذاری سازند قم منحصرأ در امتداد منطقه گسله تخت چمن دیده می شود. این بیرون زدگیها در منطقه مورد بررسی حاصل رسوب گذاری در امتداد یک فرونشست باریکی است که پس از ایوسن شکل یافته و در زمان اولیگو-میوسن به وسیله حوضه های رسوب کم عمق پوشیده شده است. آنچه در حال حاضر از این سازند در این منطقه گسله دیده می شود بیرون زدگیهای کوچک و پراکنده ای از سنگهای آهکی ریز دانه است که بیشتر از جنس بیومیکریت (biomicrite) میباشند. به سمت جنوب شرقی و در امتداد این منطقه گسلی، بیرون زدگی های کوچک و پراکنده ی سفید رنگ مارنی دیده می شود که به احتمال زیاد بخشی از سازند قم میباشند.

واحدهای میوسن (M<sub>ii</sub><sup>m</sup>)، (M<sub>ii</sub><sup>ms</sup>) و (M<sub>ii</sub><sup>cs</sup>)

قسمتی از شمال خاوری و بخش مرکزی ورقه زاویه زیر پوشش رسوبات قرمز رنگ قرار دارد که معادل سازند قرمز بالایی بوده و به سن میوسن ارتباط داده شده اند. این واحدها بیشتر شامل مارنهای گچدار و مارنهای ماسه ای به رنگ زرد تا کرم میباشند که مرز زیرین آن با سنگهای ائوسن دگر شیب است و مرز بالایی آن با رسوبات تخریبی پلیوسن- پلیستوسن به ظاهر هم شیب با نا پیوستگی است. سازند قرمز بالایی در این ورقه شامل سه واحد زیر می باشد: واحد زیرین بیشتر مارنی (M<sub>ii</sub><sup>m</sup>) بوده که در قسمت میانی مارنی- ماسه ای (M<sub>ii</sub><sup>ms</sup>) شده است. بالاترین قسمت رسوبات میوسن ماسه سنگی و کنگلومرای می شود M<sub>ii</sub><sup>cs</sup>.

## واحد سنگی پلیوسن - پلیستوسن (PLC)

در بخش وسیعی از شمال شرق ورقه زاویه واحد رسوبات بخش بالایی سازند قرمز بالایی به سمت بالا به وسیله رسوبات کاملاً کنگلومرای پوشیده میشود که احتمالاً سنی معادل پلیوسن - پلیستوسن دارند. همبری آنها با رسوبات زیرین چندان مشخص نیست ولی میتوان آنها را ناپیوسته و دگر شیب دانست. از نظر سنی حد زیرین این واحد آواری ممکن است تا اواخر میوسن نیز برسد.

## کواترنری

یکی از مهمترین ویژگیهای زمین شناسی دوره کواترنری، چیرگی دوره های یخچالی بر زمین است که اثرات آن بر مناطق واقع در عرض جغرافیایی متوسط همچون ایران با فراوانی بارشهای جوی و آبرفت گذار همراه بوده است که به ویژه در کواترنری پسین (Late Quaternary) با ریخت شناسی گونه گون قابل شناسایی است. بخش قابل توجهی از محدوده مورد مطالعه زیر پوشش رسوبات آبرفتی قرار دارد. افزون بر این، دلیل زود فرسا بودن نهشته هایی همچون، مارن و ماسه، خاکهای بر جا (regolith) نیز بخش قابل توجهی از رخنمونها نیوژن را در زیر خود مدفون ساخته اند و این در حالیست که در منتهی الیه جنوب خاوری نقشه و پیرامون دریاچه حوض سلطان میتوان نهشته های تبخیری را مشاهده نمود. واحدهای نهشتی کواترنری در ناحیه مورد مطالعه همگی به کواترنری پسین تعلق داشته و شامل واحدهای زیر می باشند.

**باد زن های آبرفتی کهن ( $Q^{fg1}$ )**

باد زن های آبرفتی سطح تر از بالا در مرز کوهستان با دشتهای و در بالاترین سطح شکل گرفته اند ابعاد قطعات تشکیل دهنده بیشتر در رده قلوه سنگ و شن بوده و سخت شدگی در آن دیده نمی شود. کج شدگی آن بیشتر بدلیل شرایط توپوگرافی است.

**باد زن های آبرفتی جوان تر ( $Q^{fg2}$ )**

این پادگانه ها در پیرامون بادزنهای آبرفتی سطح تراز بالا ایجاد شده اند و به احتمال حاصل حرکات فرایشی (uplifting) و فرسایشی شکل اصلی بادزنهای آبرفتی سطوح تراز بالا هستند.

**دامنه های آبرفتی ( $Q^{ag1}$ )**

در بخشهایی از ناحیه زاویه بادزنهای آبرفتی سطوح تراز بالا، قابل تفکیک نبوده و به همین علت مجموعه آنها به نام نهشته های دامنه آبرفتی در سطح نقشه نموده شده اند. مصالح این واحد نهشته-ریختاری بیشتر قلوه سنگ و شن میباشد.

**بادزنهای آبرفتی سطح تراز پائین ( $Q^{fg1}$ )**

بیشترین واحد آبرفتی در سطح منطقه مورد مطالعه، نهشته های باد زن آبرفتی سطح تراز پائین می باشد. مهمترین ویژگی دیداری این واحد ریخت شناسی شکل بادزنی آن است. مصالح آن بیشتر شن است ولی ماسه های درشت دانه نیز در آن دیده میشود.

**تراورترین ( $Q^{tr}$ )**

شامل نهشته های تراورترین است که حاصل فعالیت چشمه های آهک ساز و به صورت توده ای یا لایه های با رنگ متمایل به کرم در بخش باختری ورقه رخنمون دارند این رسوبات دارای رابطه تنگاتنگ با فعلیتهای جوان گسلهای جوان منطقه دارد.

**پادگانه های آبرفتی جوان ( $Q^f_2$ )**

این پادگانه ها حاصل فرسایش بادزنهای آبرفتی سطح تراز پائین هستند و ابعاد دانه های تشکیل دهنده آن در حد ماسه و سیلت می باشد. بخشی از این واحد زمین های زیر کشت و کشاورزی را تشکیل داده اند ( $Q^{c2}$ ).

**خاک های برجا ( $Q^f$ )**

همانطور که نوشته شد، حاصل فرسودگی نهشته های زود فرسا خاکهای بر جا (regolith) است که با ستبرای چند میلی متر تا ۱ متر رخنمونها را در زیر خود مدفون ساخته است.

**نهشته های پیرامون دریاچه حوض سلطان ( $Q^s$ )، ( $Q^m$ ) و ( $Q^{sl}$ )**

این نهشته ها دارای سه رخساره هستند. بخش آبدار آن به عنوان دریاچه نمک ( $Q^{sl}$ ) به نقشه در آمده است. در حاشیه آن نهشته های گلی و رسی حاصل عقب نشینی دریاچه وجود دارد. پهنه گلی نمکی  $Q^m$  شامل گل و رس است که به صورت فصلی غرقاب می شود. ولی پهنه  $Q^s$  اگر چه اشباع از آب است ولی کمتر در معرض غرقاب شدن قرار دارد. در این بخش پوسته های نمکی فراوان دیده میشود.

**آبرفتهای رودخانه ای ( $Q^{al}$ ) و ( $Q^b$ )**

در محدوده مورد بررسی جوانترین نهشته های آبرفتی در بستر رودخانه ها و سیلابگذرها تشکیل شده و یا در حال تشکیل هستند. این آبرفتهای از نظر ویژگیهای ریختاری به دو بخش قابل تفکیک می باشند.

نهشته های آبرفتی موجود در دره رودخانه ها با مصالح شن و ماسه که با نشانه های  $Q^{al}$  در سطح نقشه نموده شده اند.

افزون بر این، در بخشهای جنوبی ورقه زاویه- شبکه آبراهه گیسواری (braided pattern) به فراوانی دیده می شود.  $Q^b$  مصالح این شبکه آبرفتی بدلیل فراوانی آبراهه و انرژی اندک آب بیشتر شامل ماسه های ریز دانه- سیلت و رس می باشد.

### ماگمازائی

سنگهای آذرین موجود در گستره ورقه زاویه بخشی از کمر بند ماگمائی ارومیه دختر محسوب می شود که برخی در شرایط قاره ای و بخشی در دریائی کم ژرفا شکل گرفته اند. سنگهای آتشفشانی ائوسن یا جوانتر از آن بصورت تناوبی از سنگهای اسید با ترکیب داسیت تا ریولیت و سنگهای متوسط تا بازیک آندزیتی تا آندزیت - بازالتی است. بهترین نمونه از این تناوب را میتوان در مجموعه سنگهای اسید روشن (a) و آندزیت- بازالتی (b) در جنوب غربی و مرکز ورقه زاویه دید. تشکیل سنگهای تراکی آندزیتی و تراکی بازالتی با حجم زیاد را میتوان حاصل تبلور بخشی یک ماگمای بازالتی نوع آکالان دانست. سنگهای اسید ریولیتی تا داسیتی از نظر ترکیب شیمیائی و حتی چگونگی تشکیل آن در روی زمین با سنگهای فوق یکسان نبوده و پیوند زایشی و ژئوشیمیائی با سنگهای یاد شده نشان نمیدهند. این سنگها مسلماً نتیجه تفریق و جدایش از ماگمائی که سنگهای فوق را داده است نمی باشند. سنگهای اسید به احتمال زیاد میتوانند حاصل ذوب بخشی پوسته زمین بعثت بالا آمدن ماگمائی بازیک و جای گیری آن در پوسته زمین باشند. مخلوطی از این دو ماگما میتواند منجر به تشکیل ماگمائی با ترکیب شیمیائی کالک آکالان شود. هر چند که تناوبهای بسیار قاطع دو ماگما با ترکیب شیمیائی کاملاً متفاوت چنین مینمایند که این دو ماگما در برخی موارد نتوانسته اند با یکدیگر امتزاج کامل یابند.

### زمین شناسی ساختمانی

در این مبحث به چند ساختار زمین به صورت تاقدیس و ناودیس و گسلهای موجود در منطقه اشاره میشود:

#### چین ها

##### تاقدیس کوشک نصرت

این تاقدیس نامتقارن ساختمانی بسیار پیچیده دارد که آسه آن در بخش جنوب خاوری تقریباً شمالی- جنوبی است که به تدریج شمال باختری- جنوب خاوری و نهایتاً خاوری- باختری می شود. بخش عمده ای از یال جنوبی این تاقدیس در اثر گسل خوردگی، پایین افتادگی و پوشیده شدن به وسیله رسوبات جوان رخنمود ندارد. این تاقدیس به وسیله گسل های متعددی بریده می شوند که می توان در سه گروه زیر آن ها را مورد بررسی قرار داد: گسل هایی که روند عمده آن ها تقریباً خاوری و باختری است که بعضی از آن ها حالت معکوس و راندگی دارند. گسل هایی که روند عمده آن ها تقریباً شمالی- جنوبی بوده و به نظر می رسد که از گسل های گروه الف جوان تر باشند. از این گروه باید به گسل موجود در خاور روستای کوشک نصرت اشاره کرد که با روند جنوبی- شمالی این ساختار را قطع کرده و در عکس های ماهواره ای بر گره های مجاور به طرف شمال تا خارج از منطقه قابل پی گیری است.

گسل های شمال خاوری- جنوب باختری که معمولاً فرعی بوده و دارای جابجایی کمی هستند.

##### تاقدیس توکل آباد

تاقدیس توکل آباد در شمال باختری بر گره زاویه واقع شده و نام آن از روستای توکل آباد در جنوب این ساختمان گرفته شده است. آسه این ساختار شمال باختری - جنوب خاور است. میل آن در جنوب باختری به وسیله گسلهای متعددی بریده شده اند. تمامی این ساختمان بوسیله گسلهای متعددی با روندی موازی آسه چین بریده شده که برخی از آنها حالت برگشته دارند. پهلوی جنوبی این تاقدیس بعثت گسل خوردگی و پایین افتادگی و پوشیده شدن به وسیله رسوبات جوان رخنمود ندارد. در شمال باختری این ساختار سنگهای بخش بالایی ائوسن در این منطقه بصورت تعدادی تاقدیس و ناودیس های بسیار باریک چین خورده که آسه آنها به سمت شمال خاوری برگشتگی دارند. رخنمودهای موجود در جنوب روستای علی شار در مرکز ورقه زاویه دارای مشخصات سنگ شناسی و ساختمانی مشابه بوده و می تواند نشانی از گسترش واحدهای سنگی تاقدیس توکل آباد بطرف جنوب تا مرکز ورقه باشد که بخش اعظم آن بوسیله رسوبات جوانتر پوشیده شده اند. اگر چنین فرضیه ای صحیح باشد تاقدیس توکل آباد می تواند بصورت تاقدیس مرکب عمل کرده باشد که در تشکیل آن که افزون بر چین خوردگی، گسل ها نیز

میتوانند در ایجاد آنها نقش داشته است. در این رابطه عملکرد گسل اصلی اسماعیل آباد (در قالب زون گسلی) و گسل توکل آباد می تواند سبب تکرار واحدهای سنگی حاضر در این تاقدیس مرکب و میتواند موجب ساختارهای تاقدیس و ناودیس موجود گردیده باشد.

#### ناودیس پیک

ناودیس پیک تقریباً در بخش میانی ورقه زاویه و در خاور روستای پیک قرار گرفته است. یالهای این ناودیس را دو بخش از واحدهای سنگی سازند قرمز بالایی (Upper Red Formation) تشکیل داده اند و هسته آن زیر پوشش نهشته های کواترنر قرار گرفته است. یالها دارای شیب ملایم (بین ۱۰ تا ۳۰ درجه) می باشند. به علت نرم فرسایشی لیتولوژی سازند قرمز بالایی بخشی از یال جنوبی این ناودیس که گذرگاه رودخانه سرود است فرسایش عمیقی تحمل نموده و دره U شکل پهنی را تشکیل داده است.

آسه این ناودیس دارای روند خاوری- باختری است که ادامه آن از سوی باختر زیر پوشش آبرفتیهای گسترده منطقه پنهان شده و از سوی خاور در واحد بالایی سازند قرمز بالایی ادامه میابد.

#### تاقدیس پرندک

این تاقدیس در مجاورت بلافضل و شمال ناودیس پیک قرار دارد. روند آسه این تاقدیس که در سازند قرمز بالایی تشکیل شده تقریباً باختری- خاوری است و دارای خمشی به سمت شمال می باشد. این خمش که در ناودیس پیک نیز دیده می شود. نشان از چین خوردگی بعد از تشکیل آن در فاز پایانی چرخه آلپی است. تاقدیس پرندک تاقدیسی متقارن است که یال های آن دارای شیب ملایم- بین ۱۰ تا ۳۰ درجه) می باشد.

#### ساختارهای فرعی

در محدوده برگه زاویه به ویژه در فاصله بین ساختارهای توکل-آباد- زاویه تا کاظم خانلو تعدادی ساختارهای تاقدیسی- ناودیسی نسبتاً کوچک وجود دارند که روی نقشه زمین شناسی نمایش داده شده اند یکی از این نقاط ساختار مرکب شمال کاظم خانلو می باشد که در سنگهای ائوسن صورت گرفته. این ساختار از تعدادی تاقدیس و ناودیس تشکیل شده که آسه همگی آنها روند شمال باختری- جنوب خاوری دارند.

#### گسلها

در گستره برگه زاویه سه دسته گسل های اصلی و فرعی (در مقیاس منطقه ای) وجود دارند که به نظر می رسد مربوط به سه نسل جداگانه می باشند. کلیه این گسل ها روی نقشه زمین شناسی نمایش داده شده اند ولی به دلیل کثرت آنها تعدادی از دیدگاه ساختاری نقش و عملکرد مهمتری داشته اند برگزیده شده که در اینجا شرح داده می شوند. این سه دسته گسل به اختصار دارای ویژگیهای زیر می باشند:

دسته ای از گسل ها دارای روند خاوری- باختری هستند که تشکیل آنها احتمالاً مربوط به پیامد فاز چین خوردگی پیرنه ای می باشد. این گسل ها که ظاهراً قدیمی ترین نسل از گسل های این منطقه هستند خود توسط گسل های جوانتر جابه جا شده اند که در بعضی نقاط طول این جابه جایی ها به چند ۱۰ متر می رسد.

دسته ای دیگر از گسل های این منطقه دارای روندهای شمال باختری- جنوب خاوری می باشند که تشکیل آنها را می توان به فاز فشارشی چرخه پایانی آلپی نسبت داد.

دسته گسل دیگری که در این محدوده وجود دارند گسل هایی با روند شمالی- جنوبی هستند که دو دسته گسل های یاد شده در بالا را جابه جا نموده اند. زمان تشکیل این گسل ها رامی توان به فاز کششی چرخه پایانی آلپی نسبت داد.

از میان سه دسته گسل های شرح بالا تعدادی که دارای اهمیت بیشتری هستند تحت عنوان گسل های اصلی و تعدادی گسل های فرعی می باشند که مهمترین آنها در زیر شرح داده می شوند.

#### گسل راندگی کوه قرمز شمالی

گسل راندگی کوه قرمز شمالی در گستره برگه زاویه در طولی بیش از ۲۵ کیلومتر قابل پی گیری است. ادامه آن از سمت باختر در زیر آبرفت های این ناحیه پنهان شده و از سمت خاور به منطقه مجاور این چهارگوش وارد می شود.



این گسل از نوع راندگی می باشد که مولفه چپگرد را به نمایش گذاشته است. در بعضی نقاط توسط گسل های نسل سوم جایجا شده است.

#### گسل راندگی کوه قرمز جنوبی

این گسل به موازات گسل کوه قرمز شمالی و دارای ویژگی هایی تقریباً شبیه آن می باشد. این گسل را در طولی بیش از ۱۵ کیلومتر رخنمون دارد. شیب هر دو گسل بالا به سمت شمال و بین ۲۵ تا ۳۵ درجه است.

#### گسل پرندک

این گسل دارای روند باختری خاوری است و به طولی در حدود ۳۰ کیلومتری باشد. گسل پرندک از نوع عمودی ثقلی (normal) است و شیب حدود ۷۵ تا ۸۰ درجه به سمت شمال دارد. در بخشی از امتداد خاوری- باختری یال شمالی تاقدیس پرندک را قطع نموده که به نظر می رسد جابجایی عمودی آن با توجه به همبری بخش بالایی بسازند قرمز بالایی با نهشته های کواترنری بیش از ۵۰۰ متر باشد.

#### گسل های راندگی اسماعیل آباد

گسل های اسماعیل آباد در واقع دسته ای از گسل های راندگی موازی هستند که دارای روند خاوری- باختری تا شمال باختری- جنوب خاوری می باشند. از میان آن ها دو گسل اصلی تر که تشکیل زونی نسبتاً خرد شده را در سنگ های واحد ریوداسیتی- ریولیتی ( $E^{rd}$ ) را داده برگزیده و روی نقشه نمایش داده شده اند که می توان فاصله بین این دو گسله را یک زون گسلی به حساب آورد. در این زون گسلی سنگ ها اغلب خرد شده اند.

#### گسل رنگ زرد

گسل رنگ زرد یکی از گسل های اصلی است که دارای روند عمومی باختری- خاوری است که به سمت خاور به تدریجی به شمال باختری- جنوب خاوری تغییر جهت داده است. این گسل در طولی بیش از ۲۰ کیلومتر رخنمون دارد. از سمت خاور زیر پوشش آبرفت های جوان قرار می گیرد که احتمالاً در زیر این نهشته های آبرفتی به گسل عباس آباد می پیوندد. از سمت شمال باختری و باختر ادامه آن در مناطق مجاور قابل ردیابی است. این گسل از نوع راستالغز راستگرد است. به نظر می رسد خروج سنگهای آتش فشانی واحدهای (a) و (b) مربوط به فعالیت های این دسته از گسلهای جوانتر ائوسن باشد که در این صورت از ویژگی های مهم آن خواهد بود.

#### گسل عباس آباد

بخشی از این گسل موازی گسل رنگ زرد می باشد و سازوکاری تقریباً شبیه گسل مزبور دارد به این تفاوت که در شمال کوه شیرین دو شاخه می شود. شاخه شمالی آن به طرف خاور زیر پوششی از نهشته های آبرفتی قرار می گیرد. در عین حال رخنمون هایی از واحد (a) و (b) در بعضی نقاط در کنار آن قرار می گیرند که دلیلی بر فعالیت این گسل در ارتباط با خروج این سنگ ها است. ولی شاخه جنوبی آن در قسمت های زیادی همراه با واحدهای (a) و (b) رخنمون دارد که این نیز تأییدی بر در ارتباط بودن فعالیت این گسل و خروج سنگ های مورد بحث می باشد. این گسل نیز حرکت راستالغز- راستگرد را نشان می دهد. در بعضی نقاط با گسل های نسل سوم جایجا شده اند که روی نقشه مشخص شده اند این گسل به سمت باختر به زون گسله تخت چمن می پیوندد.

#### منطقه گسلی تخت چمن

این منطقه گسلی بین دو گسل موازی است که سازوکار گسل های عمودی را نشان می دهند و سبب ایجاد یک زون گودشده (trough) شده اند. در این گودال شرایط رسوبگذاری بخش آهکی سازند آهکی قم ( $OM^{lm}$ ) فراهم شده به گونه ای که در یک باریکه به پهنای ۶۰۰-۵۰۰ متر تنها جایی از گستره این برگه است که رخنمون های سازند قم را می توان دید.

#### گسل شمالی - جنوبی کوشک نصرت

این گسل در خاور روستای کوشک نصرت از جنوب به شمال این منطقه آتشفشانی کشیده شده و جابجایی هایی نیز در آن ایجاد نموده است که حرکتی چپ گرد را از خود نشان می دهد. این گسل به نظر می رسد بسیار جوان باشد زیرا در برخی نقاط حد بین پادگانه های آبرفتی با رخنمون های سنگی را مشخص می نماید. عملکرد این گسل

بصورت خط واره در خارج از منطقه بر روی عکس هوایی ماهواره ای مشخص بوده که راستای شمالی- جنوبی داشته و روندهای عمومی لایه ها و گسل ها را که اغلب شمال باختری- جنوب خاوری هستند قطع و جابجایی مینماید.

### تکامل ساختمانی

بیش از ۲/۳ گستره برکه زاویه به عنوان بخش کوچکی از منطقه کمربند آتش فشانی ارومیه دختر زیر پوشش سنگ های آتش فشانی دوران نوزیستی (Cenozoic) قرار دارد که در این میان سنگ های آتش فشانی ائوسن و الیگوسن بصورت گدازه و آذرآواری، گسترش زیاد و سنگ های الیگو- میوسن از نوع سنگهای آذرین درونی و آتش فشانی با گسترش کمتری این منطقه را پوشانده اند. چنین به نظر می رسد که فاز کوهزایی لارامید و پیامد آن بیشتر با گسترش سنگ های آتش فشانی و زمان ائوسن- الیگوسن و فاز کوهزایی پیرنه ای همراه با سنگ های آذرین درونی و بیرونی همراه شده اند. پایان ولکانیسم شدید ایوسن به گونه ای شکل گرفته که نهشته های دریای میوسن (آکی تانین- بردگالین) روی سنگ های ائوسن- الیگوسن با دگرشیبی قرار گرفته است و ادامه رسوبگذاری تا پلیوسن نیز ادامه داشته است. فعالیت های آتش فشانی ائوسن که متناوباً در محیط های آبی و خشک رخ داده اند همراه با شواهد ساختمانی و چینه شناسی در اواخر ائوسن پیشین و اوائل ائوسن میانی، حاکی از جنبش های کوهزایی و چند پس روی و پیش روی کوتاه مدت دریا در طی زمان ائوسن می باشد. این پدیده ها چنین می نمایاند که همزمان با فعالیت های ماگمایی، منطقه مورد نظر دارای زمین ساختی بسیار پویا و پر تحرک بوده که حاصل آن چین خوردگی و گسلش فراوان سنگ ها و رسوبات در طی دوره ائوسن بوده است.

در اواخر ائوسن و اوائل اولیگوسن جنبش های کوهزایی باعث گردیده است که واحدهای ائوسن مجدداً گسلیده و چین خوردگی جدید یابند آنچه که نهشته های تخریبی سازند قرمز زیرین در خارج از منطقه ورقه زاویه با یک ناپیوستگی آشکار و واضح روی سنگ های ائوسن قرار گیرند افزون بر این در نتیجه حرکات کوهزایی اولیگوسن مجموعه ای از سنگ های جوان تر از ائوسن با ترکیبی اسیدی تا بازیک به صورت گدازه ها و توده های نیمه آتش فشانی (subvolcanics) و توده های گرانیتوئیدی در منطقه جایگزین شده اند. نهشته های مولاسی میوسن- پلیوسن (سازند قرمز بالایی) با ناپیوستگی از نوع دگرشیبی روی واحدهای مختلف ائوسن در منطقه جای می گیرد. دریای پس رونده نئوزن نهایتاً موجب تشکیل رسوبات آواری- قاره ای میوپلیوسن- پلیئوسن شده که جوانترین رسوبات چین خورده در منطقه محسوب می گردد. پی آمد حرکات زمین ساختی و فعالیت دوباره گسل ها موجب ماگماتیسمی جدید شده که ساختاردهمهای آتش فشانی بیرون زا و درون زا را ظاهر نموده اند. آخرین فاز از فعالیت ماگمایی منطقه به صورت ظهور سنگ های آذرآواری و گدازه های تراکیتی است که چین خورده نبوده و به صورت افقی و دگرشیب بر روی سنگ های کهن تر قرار می گیرد.

### زمین شناسی اقتصادی

در گستره برکه زاویه سنگهای آتشفشانی در ائوسن و ائوسن- الیگوسن و میوسن گسترش فراوان دارند به این جهت نشانه های معدنی چندی در آن دیده شده که در دو دسته فلزی و غیر فلزی به شرح زیر مورد بررسی قرار می گیرند:

#### کانسارهای فلزی

کانسارهای فلزی در برکه زاویه شامل آهن (بیشتر هماتیت)، مس و منگنز هستند که محل های جغرافیایی آن به شرح زیر است:

#### منگنز

معدن منگنز رباط کریم که در سنگهای آتشفشانی واحد پروکسن آندزیتی- بازالتی (E<sup>pan</sup>) ائوسن میانی- پسین تشکیل شده است مختصات جغرافیایی آن "35°29'11" عرض شمالی و "50°58'51" درجه طول شرقی است.

ترکیب شیمیایی این کانه بیشتر پیرولولزیت ( $MnO_2$ ) است.

#### مس

کانسارهای مس در برگه زاویه دارای نشانه های چندی است که مهمترین آن کانسار مس تخت چمن با مختصات جغرافیایی ترکیب شیمیایی آن  $35^{\circ}10'30''$  عرض شمالی و  $50^{\circ}31'10''$  طول شرقی بیشتر مالاکیت و به مقدار کمتر آزوریت است. کانسار مس زلی بولاغی در کوه پنک با ترکیب مالاکیت و آزوریت به مختصات جغرافیایی  $35^{\circ}10'00''$  عرض شمالی و  $50^{\circ}36'00''$  طول شرقی.

کانسار مس ناروباغی در شمال و شمال باختری روستای عباس آباد با مختصات جغرافیایی  $35^{\circ}8'5''$  عرض شمالی و  $50^{\circ}58'00''$  طول شرقی. کانسارهای فوق اغلب به صورت معادن غیر فعال هستند. ولی با توجه به انباشت های اطراف آنها نشان از فعالیت گذشته آنها دارد.

#### آهن

کانسارهای آهن شناخته شده در این برگه در واحد آتش فشانی پیروکسن اندزیتی بازالتی ائوسن میانی- پسین تشکیل شده و بیشتر از نوع هماتیت می باشند. به همین جهت به نام «معدن ضد زنگ» شناخته شده اند. این معدن آهن در حال حاضر (زمان مطالعات صحرایی) فعال است و استخراج در حدود ۱۵۰ هزارتن در سال دارند.

#### کانسارهای غیر فلزی

کانسارهای غیر فلزی شامل معادن کائولن و رسهای نسوز و سولفات سدیم هستند که در نقاط زیر وجود دارند:

#### سولفات سدیم

بخشی از دریاچه نمک حوض سلطان که در محدوده برگه زاویه قرار گرفته با توجه به ترکیب فوق اشباع از نمک (املاح موجود در آب) آن، محل استخراج نمک های مختلف از جمله سولفات سدیم است که به صورت معدن فعال این نمک را احتمالاً به طریق تبخیری خورشیدی به دست می آورند.

#### کائولن و رس های نسوز

در برگه زاویه به دلیل حاکمیت سنگ های ولکانیکی و توف های اسیدی یا نشانه های معدنی چندی از کائولن و رس های نسوز وجود دارند که عبارتند از:

- کانسار کائولن و رس های نسوز کوشک نصرت با ذخیره تقریبی ۲۵۰ هزار تن که در شمال روستای کوشک نصرت با مختصات جغرافیایی زیر می باشد. عرض شمالی  $35^{\circ}05'00''$  طول شرقی  $50^{\circ}50'00''$

- کانسار کائولن ایلیتی پرندهک که بر اساس برآوردهای معدن ذخیره ای در حدود ۲/۵ میلیون تن دارد و محل جغرافیایی آن حدود ۱۰ کیلومتری شمال رحیم آباد می باشد که مختصات آن به شرح زیر است عرض شمالی  $35^{\circ}23'05''$  طول شرقی  $50^{\circ}41'32''$

- کانسار کائولن توکل آباد: برای این کانسار ذخیره ای در حدود ۱ میلیون تن پیش بینی شده که با مختصات جغرافیایی زیر عرض شمالی طول شرقی  $50^{\circ}40'00''$

- کانسار کائولن شیرین کوه با مختصات جغرافیایی عرض شمالی  $35^{\circ}21'00''$  طول شرقی  $50^{\circ}48'00''$  مشخص است. ذخیره در حدود ۱۰۰ هزار تن برای آن پیش بینی شده است.

#### معادن سنگ ساختمانی

در محدوده برگه زاویه به دلیل وجود گسترش انواع سنگ های آذرین درونی و بیرونی تعداد معادن سنگ فعال و غیرفعال وجود دارند که از جمله آن ها می توان معادن سنگ نظرآباد در واحد پیروکسن اندزیتی- ائوسن میانی ( $E_2^{pa}$ ) که در شمال کوشک نصرت (حدود ۱۵ کیلومتری شمال آن) و معدن سنگ شمال رحیم آباد (حدود ۱۰ کیلومتری شمال آن) که در واحد لاتیتی پلیوسن می باشد نام برد. گفته می شود که به علت ویژگی های خاص زمین شناسی منطقه زاویه پتانسیل های معدنی (فلزی و غیر فلزی) دیگری نیز وجود دارد که می توان با اکتشافات نیمه تفصیلی آن ها را پی جوئی نمود.