



گزارش زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زوزون

(۱) - جغرافیا و ریخت شناسی

ورقه یکصد هزارم زوزن در خاور ایران، در بخش جنوب خاوری استان خراسان رضوی و بین ۳۰° تا ۵۹° و ۰۰' تا ۶۰° طول خاوری و ۳۴° تا ۳۰' عرض شمالی، جای گرفته است. از نظر تقسیمات ساختاری زمین شناختی ایران، ورقه زوزن در بخش شمال خاوری بلوک لوت جای می گیرد. با توجه به شرایط آب و هوایی ایران، ورقه زوزن در ناحیه بیابانی و نیمه بیابانی کشور است. این ناحیه در بیشتر ماه های سال خشک و کم باران است و بطور معمول بارندگی محدود به فصل زمستان و آغاز بهار است. بطور کلی بارش سالیانه از ۳۰۰ میلیمتر فراتر نیست. وزش بادهای موسمی از ویژگیهای آب و هوای این منطقه است. مهمترین پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی عبارت است از بنه و در مناطق پست تر بوته های خار (گون). جمعیت مسکونی در این ورقه در روستاهای موجود در بخش باختری- جنوب باختری و خاوری- جنوب خاوری ساکنند. مهمترین مناطق مسکونی این ورقه عبارتند از قاسم آباد زوزن، ارک قلندر، مهرآباد، باغ بخشی، چاه خشت، چاه گچی، چاه کنده. رودخانه کال شور در جنوب ورقه تنها رودخانه موجود در این ورقه است و آب مورد استفاده شرب و آب مورد نیاز بخش کشاورزی از چاه های آب زیر زمینی و در بعضی موارد از قنات تأمین می شود. همچنین چند چشمه نیز در مناطق کوهستانی یا در پای ارتفاعات وجود دارند. مهمترین فعالیت اهالی ساکن در این ورقه دامداری و کشاورزی است. مهمترین محصولات کشاورزی این منطقه پنبه و گندم است. زمستانها سرد و خشک و بارندگی کم است. در تابستانها باد و گرد و خاک زیاد است.

به لحاظ ریخت شناسی بخشهای مرکزی این ورقه از ارتفاعات نسبتاً بلندی تشکیل شده که بسمت حاشیه ها از ارتفاعات کاسته می شود و دشت های به نسبت مسطحی را در بخش های خاوری و باختری تشکیل می دهد. در مناطق کوهستانی بلندترین ارتفاعات در بخش شمالی است که به سوی جنوب، از بلندای آن کاسته می شود. بلندترین کوهها مربوط به برونزد توده گرانیتوئیدی زوزن و در قله شاه نشین به ارتفاع ۲۰۲۲ متر و کوه تک خورد به ارتفاع ۱۹۰۹ متر است.

از دیگر ارتفاعات می توان به کوه کبیر کوچک (Keybar-e-Kochek)، کبیر بزرگ (Keybar-e-Bozorg) به ارتفاع ۱۳۶۷ متر و کوه نیبید (Kuh-e-Neybi) به ارتفاع ۱۵۸۳ متر نام برد. انباشته های کنگلومرایی پلیوکواترنر در بخش شمالی ورقه حالت تپه ماهوری دارند. در بخش شمال خاوری ورقه نهشته های ژوراسیک-کرتاسه بالایی در دامنه ارتفاعات کوه نهور جای دارند و سنگ های کربناتی کرتاسه ارتفاعات را تشکیل می دهند. در بخش شمالی روستای زوزن بقایای یک مسجد تاریخی که متعلق به قرن هفتم هجری است دیده می شود که از مهمترین ویژگی های تاریخی مشاهده

شده در این ورقه است.

(۲) - تاریخچه مطالعاتی

از کهن ترین کارهای زمین شناسی انجام شده در منطقه می توان به کارهای انجام شده توسط شرکت ملی نفت ایران در سال ۱۹۶۶ اشاره کرد. پس از آن نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ چهارگوش گناباد که ورقه زوزن نیز در آن جای دارد توسط شرکت ژئومتال تهران و B.R.G.M فرانسه تهیه شده است (۱۹۹۲). برداشتهای صحرایی این ورقه در سالهای ۱۹۷۷ و ۱۹۷۸ انجام شد و نقشه و گزارش مربوطه در سال ۱۹۹۲ توسط سازمان زمین شناسی منتشر گردید. کارهای مطالعاتی نیز در رابطه با فعالیت لرزه خیزی عهد حاضر ورقه ۱:۲۵۰۰۰۰ گناباد (که ورقه یکصد هزارم زوزن در آن جای دارد) توسط بربریان (۱۹۷۶)، (۱۹۷۳) حقی پور و عمیدی (۱۹۷۹) انجام گرفته است. برداشت های صحرایی ورقه های یکصد هزارم مجاور با ورقه زوزن (ورقه آبیز در جنوب و ورقه نوده در باختر) همزمان با این ورقه آغاز شده است که در حالی حاضر کار تکمیلی آنها ادامه دارد. نمونه برداری ژئوشیمیایی از ورقه زوزن در تابستان ۱۳۸۳ توسط کارشناسان بخش اکتشاف سازمان زمین شناسی مرکز مشهد انجام گرفت و پردازش داده های آن در حال حاضر (زمستان ۱۳۸۳) در دست اقدام است.

(۳) - چینه نگاری:

ورقه زمین شناسی زوزن حاوی برونزدهای از پالئوزوئیک تا کواترنر است که در این توالی نبوده های چینه نگاری بزرگی نیز وجود دارد. از کهن ترین سنگهای برونزد یافته می توان به مجموعه دگرگونی موجود در سمت باختر ورقه اشاره نمود که تصور می شود به پالئوزوئیک وابسته باشند. همچنین یک سری نهشته های شیلی- ماسه سنگی با میان لایه های سنگ آهکی وجود دارند که به سازند سردر مربوط هستند. این نهشته ها دچار دگرگونی ناحیه ای بسیار ضعیفی شده اند و در مجاورت با توده نفوذی متحمل دگرگونی مجاورتی نیز شده اند. برونزدی به نسبت کوچک از سنگ آهک پرمین در شمال ورقه دیده می شود. سنگهای مزوزوئیک متشکل از واحد شیلی و ماسه سنگی تریاس بالایی- ژوراسیک پایینی و سنگ آهک کرتاسه هستند که بطور کلی در شمال خاور ورقه برونزد دارند. در آغاز ترسیر آتشفشانی به نسبت گسترده ای در بخش های جنوبی- مرکزی و شمالی ورقه آغاز شده که سپس با نهشته های ولکانی کلاستیک (واحد E^s) ادامه می یابد. ترکیب شیمیایی گدازه های این مرحله بیشتر آندزیتی است و آگلومرا و بمقدار کمتر نهشته های ولکانی کلاستیک از دیگر فرآورده های این فاز آتشفشانی هستند. دومین فاز آتشفشانی منطقه در ائوسن بالایی روی داده که بیشتر دارای ترکیب آندزیت بازالتی و بازالتی و آندزیتی است و بطور عمده در بخش جنوبی ورقه گسترش دارد. یک فاز پلوتونیسیم گسترده در اولیگوسن آغازین؟ یا شاید ائوسن بالایی در بخش شمالی و مرکزی ورقه روی داده است که در حال حاضر بخش های کوهستانی شمال ورقه را در بر می گیرد. انباشته های قاره ای پلیوکواترنر و انباشته های باری از دیگر نهشته های دارای گسترش در این ورقه هستند. در زیر واحدهای سنگی از قدیم به جدید توصیف شده اند.

(۳-۱) - پالئوزوئیک

۱- (۳-۱) - واحد C_s^s :

این واحد که بطور عمده در بخش شمالی- خاوری و شمال باختری توده گرانیتوئیدی زوزن رخنمون یافته متشکل از شیل های چین خورده خاکستری مایل به آبی تیره یا سبز زیتونی با لایه بندی نازک تا متوسط، ماسه سنگ های با رنگ هوازدگی خاکستری مایل به سبز، بطور محلی کنگلومرایی در طبقاتی به ضخامت چند دسی متری تا چند متری و میان لایه های سنگ آهکی ماسه ای ریز دانه است.

همه سنگهای یاد شده دچار يك دگرگونی ناحیه ای بسیار ضعیفی شده اند و در شیل ها و ماسه سنگها فولیاسیون ضعیفی بوجود آمده است. در منطقه به برزو و رباط کال جنگی چین خوردگی های در سنگهای این واحد دیده می شود که این چین ها از نوع جناغی و با طول موج کوچک هستند. به طور کلی قاعده این واحد برونزد ندارد و در جنوب رباط کال جنگی سنگهای این واحد توسط توده گرانیتوئیدی زوزن قطع می شوند و به سوی شمال محل یاد شده، سنگ های واحد P_j سنگهای سازند سردر را می پوشانند. ضخامت تقریبی این واحد بالغ بر ۶۰۰ متر در نظر گرفته می شود. در نزدیکی توده گرانیتوئیدی زوزن سنگهای واحد یاد شده دچار يك دگرگونی مجاورتی نیز شده اند که با نزدیک شدن به این توده گرانیتوئیدی شدت این دگرگونی زیادتیر می شود که با سیلیسی شدن و سربسیتی شدن همراه است.

۲- ۱- ۳- واحد P_j :

این واحد که در خاور رباط کال جنگی در بخش شمالی ورقه برونزد دارد متشکل از سنگ آهک های میکریتی، دولومیکرواسپاریتی، دیس میکریتی خاکستری تا سیاه رنگ است. این واحد بر روی سنگهای اختصاص یافته به سازند سردر قرار می گیرد و بطور ناهمسان (*Unconformably*) با يك کنگلومرای پالئوسن (واحد PE^c) پوشیده می شود. ضخامت تقریبی این واحد ۵۰۰ متر است. سنگهای این واحد دارای لایه بندی خوبی هستند که ضخامت لایه ها از ۲۰ تا ۸۰ سانتی متر متغیر است و حاوی قطعات صدف بازبلورین با اندازه ۱ تا ۲ سانتی متر هستند. مقدار Mgo این سنگ آهک ها بر مبنای يك نمونه برداشته شده از این واحد ۰/۸ درصد و مقدار SiO_2 آن ۱۲/۸ درصد است. دیرینه این واحد با توجه به همسانی لیتولوژیکی به سنگهای سازند جمال، پرمین در نظر گرفته شده است. این واحد دارای چین خوردگی های ملایمی می باشد و این سنگ آهک ها کمی بازبلورین نیز شده اند.

۲- ۳- مزوزوئیک

۱- ۲- ۳- واحد J_{sh}^s :

این واحد تنها در شمال خاوری نقشه در دامنه کوه نهور رخنمون دارد. همانند مقطع تیپ در البرز (آسرتو، ۱۹۹۶) نهشته های اختصاص یافته به سازند شمشک در دامنه کوه نهور بطور غالب متشکل از ماسه سنگ، سیلتستون و شیل هستند. افزون بر این، مقدار کمی کنگلومرا نیز در این واحد دیده می شود. تناوب ماسه سنگ و سیلتستون- شیل تا اندازه ای منظم به نظر می رسد و سیلتستونها کمی فولیاسیون دارند و حاوی کلیواژ مدادی هستند. ضخامت بخش های ماسه سنگی در این محل از ۰/۵ متر فراتر نیست. ماسه سنگ ها ریز تا متوسط دانه و بزرگ خاکستری تیره اند و از نوع ساب لیتیک آرنایت تا لیتیک آرنایت با جورشدگی خوب هستند. این ماسه سنگها به طور عمده میکادار یا فلدسپات دار هستند. ضخامت تقریبی این واحد حدود ۱۰۰۰ متر است.

در داخل سیلتستونهای این واحد يك فسیل گیاهی یافت شد که توسط خانم فاطمه واعظ جوادی تعیین سن گردید. این فسیل از جنس *Clatreopteris sp*. و متعلق به تریاس بالایی- لیاس است.

۲- ۲- ۳- واحد K^1 :

این واحد که، تنها، در شمال خاور نقشه در کوه نهور رخنمون دارد بطور عمده از سنگ آهک میکریتی فسیل دار تشکیل شده است. این واحد با يك کنگلومرای قاعده ای و با يك دگرشیبی زاویه دار بر روی واحد J_{sh}^s جای می گیرد. کنگلومرای قاعده این واحد ضخامتش از ۱۰ متر فراتر نیست و این کنگلومرا حاوی قطعاتی با جورشدگی متوسط و گردشدگی خوب تا خیلی خوب است. این قطعات که قطر آنها از ۵ سانتی

متر فراتر نیست بطور عمده از جنس سنگهای آتشفشانی (داسیتی) و قطعات سنگهای رسوبی (قطعات سنگهای آهکی و ماسه سنگی) هستند که در یک ماتریکس ماسه ای جای گرفته اند. سنگ آهک های این واحد از نوع بیومیکریت ماسه ای، میکرواسپاریت فسیل دار ماسه ای، دولوبیومیکریت هستند که برنگ خاکستری روشن تا خاکستری مایل به زردند و ضخامت لایه های آن از ۲۰ سانتی متر تا ۴۰ سانتی متر متغیر است، البته لایه های نازکتر نیز دیده می شود. لایه های سنگ آهک این واحد افزون بر میکروفسیل های فراوان حاوی میکروفسیل نیز هستند. از مهمترین فسیل های تعیین شده در این واحد می توان به فهرست زیر اشاره کرد:

Pseudocyclammina sp, *Rotalipora* sp, *Chrysalidina* sp
Pseudorhapydionina sp, Rudist (Radiolitidea), Rudist (Carprinidae)
Rotalipora greenhorensis, *Praeglobotruncana* cf. *gibba*
Favusella washitensis, *Rotalipora appenninica*,
Textularia sp, *Pseudolituonella reichli*, *Valvulammjna* sp,
Pseudotextularjella cretosa, *Hedbergella* sp, *Praeglobotrunca stephani*,
Rotalipora cf. *cushmani*, An abundant of shell " s fragments (probably Oyster)

سن واحد فوق سنومانین تعیین شده است (م. بهره مند).

۳-۳- سنوزوئیک

۳-۳-۱- واحدهای آتشفشانی و ولکانی کلاستیک (واحدهای PE^a ، E^{ts} ، E^{vb} ، E^{ba}):

بطور کلی پریود پالئوسن- ائوسن در گستره نقشه با سنگهای آتشفشانی و ولکانی کلاستیک مختلف مشخص می شود که با توجه به شرایط سنی و ترکیبی می توان آنها را به سه واحد تقسیم نمود. واحد زیرین که تصور می شود به سن پالئوسن- ائوسن پایینی باشد، به طور کلی، متشکل از آندزیت ها- آگلومراها، ریوداسیت ها، توف ها و برش های آتشفشانی است. این واحد از شمال تا جنوب ورقه گسترش یافته است. این فعالیت آتشفشانی بر روی هم، در محیط دریایی کم عمق یا خشکی انجام گرفته است. در شمال رباط کال جنگی در بخش قاعده ای این واحد یک طبقه کنگلومرایی جای دارد (واحد PE^c) واحد میانی (به سن ائوسن پایینی تا میانی) به طور کلی ولکانی کلاستیک است و در جنوب و مرکز ورقه گسترش دارد. این واحد بطور عمده اپی کلاستیک است که ویژگی های نهشته های فلیشوئیدی را نیز تا اندازه ای داراست. سنگ های این واحد بطور عمده از پوفیت ها، کنگلومراهای توفی و سیلتستونها و مادستونها تشکیل شده اند. واحد زیرین (واحد E^{ba}) با آندزی بازالت ها، بازالت ها و بمقدار کمتر آندزیت ها مشخص می شود. شواهد صحرایی نشان دهنده آن است که این واحد بطور کلی در محیط خشکی (Subaerial) فوران نموده است. یک نمونه از سنگهای این واحد در باختر چاه متار توسط گروه زمین شناسان B.R.G.W تعیین سن شده (۱۹۷۹) و سن ائوسن فوقانی را بدست داده است (تعیین سن به روش پتاسیم- آرگن بر روی کل سنگ بوده است). در زیر هر یک از واحدهای یادشده بطور جداگانه توصیف شده اند.

۱- ۳-۳-۱- واحد PE^c : این واحد کنگلومرایی که در شمال رباط کال جنگی در روی واحد P_j و در زیر واحد PE^a جای گرفته بطور عمده از قطعات سنگهای رسوبی و بمقدار کمتر قطعات سنگهای دگرگون (فیلیتی) تشکیل شده است. این کنگلومراها از جورشدگی خوبی برخوردار نیستند و قطعات ریز و درشت با هم دیده می شوند. قطعات از گرد شدگی به نسبت خوبی برخوردارند که در یک ماتریکس ماسه ای جای گرفته اند. قطر قطعات به ۱۵ سانتی متر نیز می رسد. این واحد با یک دگرشیبی زاویه دار بر روی واحد P_j جای می گیرد و سنگهای واحد PE^a به صورت

همساز بر روی آن قرار می‌گیرند. قاعده این واحد در شمال رباط کال جنگی دیده می‌شود. ضخامت تقریبی این واحد حدود ۲۵۰ متر برآورد می‌شود.

۲- (۱-۳-۳) - واحد PE^a :

این واحد که نشان دهنده نخستین فاز فوران سنگهای آتشفشانی در محدوده مورد مطالعه است بطور عمده متشکل از آندزیت های پورفیری و ریز دانه، آگلومراها، ریوداسیتها، میان لایه های کنگلومراپی و ماسه سنگی، توفها و برش های آتشفشانی است. سنگهای این واحد از جنوب به شمال در گستره نقشه برونزد دارند. در شمال رباط کال جنگی، سنگهای این واحد با رنگ هوازگی تیره دارای شیبی حدود ۴۰ تا ۳۰ درجه به سمت شمال هستند و لایه بندی مشخصی در آنها دیده می‌شود و تناوبی از سنگهای ولکانی کلاستیک و گدازه را نشان می‌دهند. چنین می‌نماید ضخامت این واحد در شمال رباط جنگی بیش از ۱۰۰۰ متر باشد. جریانهای ضخیم گدازه ها در این واحد فراران نیستند. در جنوب باختر مهاباد و نزدیکی رباط کال جنگی در زیر این واحد یک واحد کنگلومراپی (واحد PE^c) جای می‌گیرد که در محل اخیر این کنگلومرا ضخیم تر است. در جنوب مهاباد نیز شیب این واحد به سوی شمال است. بطور کلی شواهد صحرایی نشان دهنده محیط فوران کم عمق و یا خشکی برای این واحد است. این شواهد عبارتند از وجود لایه های رسوبی در بعضی مناطق همراه با سنگ های آتشفشانی و دگرسانی بیشتر واحدهای گدازه به گونه ای که در بیشتر موارد کافی های مافیک به طور کامل به کانی های ثانویه تبدیل شده اند. یک مقطع از سنگهای این واحد را می‌توان در دره کال سبز پنبه مشاهده نمود. در محل یاد شده، جریان های آتشفشانی ضخیم آندزیتی به ضخامت چند متر تا چند متر برنگ هوازگی تیره هستند که خیلی شکسته و خرد شده و دارای لایه بندی به نسبت خوبی هستند و بصورت بین لایه ای با توالی های ولکانی کلاستیک خاکستری مایل به سبز هستند. جریانهای آندزیتی دارای بافت پورفیری اند و درشت بلورهای پلاژیوکلاز در آنها به ۰/۷ سانتی متر می‌رسند. درشت بلورهای آمفیبول همگی به کلریت و کربنات ها دگرسان شده اند. برخی بخشهای اسیدی تر نیز دیده می‌شوند. میان لایه های ولکانی کلاستیک متشکل از آگلومراپی آندزیتی و توفهای داسیتی با لایه بندی خوب هستند. در ناحیه حمید آباد، جریانهای گدازه بر سنگهای ولکانی کلاستیک تفوق دارند. جریانهای آندزیتی در این محل دارای بافت پورفیری اند و دارای خمیره میکرولیتی و جریانی (Fluidal) و حفرات فراوان پر شده با کلریت و اپیدوت هستند. بطور کلی در این واحد، آگلومرا در نواحی مختلف بفرآوری دیده می‌شود که این آگلومراها حاوی قطعات آندزیتی به قطر ۱۰ تا ۱۰ سانتی متر هستند. بطور کلی شیب جریانهای گدازه و پیروکلاستیک ها در این واحد کم است. بر روی هم، سنگهای این واحد در مقایسه با واحد E^{ba} خرد شده تر و با هوازگی بیشتر و حاوی کانیهای ثانویه بیشتری است.

۳- (۱-۳-۳) - واحد E^{ts} :

این واحد که بیشترین گسترش آن در بخش های جنوبی گستره نقشه است متشکل از یک سکانس ولکانی کلاستیک است. این توالی ولکانی کلاستیک از کنگلومراها، کنگلومراهای توفی، ماسه سنگهای توفی، سیلتستونها و سیلتستونهای توفی تشکیل شده است. سنگهای این واحد از لایه بندی خیلی خوبی برخوردارند که این لایه بندی بطور منظم تکرار می‌شود. کنگلومراهای این واحد از جورشدگی خوبی برخوردار نیستند و قطعات گردشدگی اندکی دارند. قطعات این کنگلومرا بطور عمده از سنگهای آتشفشانی آندزیتی، تراکیتی و قطعات سنگهای گرانیتی است. بیشینه قطر قطعات این کنگلومرا به ده سانتیمتر نیز می‌رسد و ضخامت لایه های

آن دست پر ۳۰ سانتی متر است. واحدهای ماسه سنگی این واحد از نوع لیت آناریت فلدسپاتی نارس هستند که حاوی قطعاتی از سنگهای رسوبی، آتشفشانی و دگرگونی هستند. بیشینه ضخامت این لایه‌های ماسه سنگی ۲۰ سانتیمتر است. از بخش‌های دانه‌ریزتر موجود در این توالی يك نمونه برای نانوفسیل برداشت شد که حاوی گونه‌های **Discoaster** و **multiradiatus** و **Tribrachiatus Orthostylus** است که نشان دهنده سن پالئوسن بالایی تانتین، (Thanetian) ائوسن پایینی (ایپرزین) است. بطور کلی این توالی های ولکانی کلاستیک در جنوب ورقه در منطقه برکاه و قلعه سرخ گسترش چشمگیری دارد. در ماسه سنگهای توفی و سیلتستونهای این واحد آثاری از گرید بدینگ و فلوت کست دیده می شود که از ویژگیهای نهشته های توربیدی است.

۴- ۱- ۳- ۳- ۳- : E^{ba} واحد

این واحد که نشان دهنده آخرین فاز فوران آتشفشانی در گستره نقشه است در بخش‌های مرکزی و جنوبی ورقه مورد مطالعه برنورد دارد. سنگهای این واحد بترتیب فراوانی عبارتند از آندزیت بازالتها، آندزیتها، بازالتها و برش‌های آتشفشانی ضخامت تقریبی این واحد حدود ۶۰۰ متر است. این سنگها بطور کلی نسبت به سنگهای آتشفشانی واحد PE^a تازه تر (fresh) و با هوازدگی کم‌ترند. با توجه به وجود درزه های ستونی (Columnar joints) در سنگهای آتشفشانی این واحد و نبود لایه های رسوبی همراه با این سنگها و همچنین نبود ساختار بالشی در بازالت ها و همچنین طبیعت به نسبت تازه تر (fresh) این سنگها، به نظر می رسد که سنگهای این واحد در محیط خشکی فوران نموده اند. آندزیت بازالتها دارای بافت پورفیری اند و خمیره آنها دارای بافت اینترسترال یا میکرولیتی است. بعضی از نمونه ها نیز ریزبلورند (آفیریک). پلاژیوکلاز تنها کانی درشت بلور قابل تشخیص در این سنگها است و کانیهای مافیک به کانیهای ثانویه تبدیل شده و تنها قالب آنها به جای مانده است. مهمترین کانیهای ثانویه این سنگها، کانیهای کربناته، اکسیدهای آهن، کلریت و سربیسیت هستند.

بازالتهای این واحد دارای بافت پورفیری و خمیره های اینترسترال هستند. کانی های عمده این سنگها پلاژیوکلاز و پیروکسن هستند. کانی های ثانویه این سنگها کربنات، کلریت و اکسیدهای آهن هستند. همچنین قالبهایی از اولیوین نیز در این سنگها دیده می شود. يك نمونه از آندزیت‌های این واحد در باختر چاه متار توسط زمین شناسان B.R.G.M (۱۹۷۸) به روش پتاسیم- آرگن بر روی کل سنگ تعیین سن شده که سن ۱/۹ ± ۳۸/۱ میلیون سال را بدست داده است. در ناحیه چاه متار در قاعده این واحد برش آتشفشانی دیده می شود. این واحد با علامت E^{ba} در نقشه مشخص شده است و به سمت جنوب به چهارگوش آبیژ (ورقه ۷۹۵۷) ادامه می یابد.

۵- ۱- ۳- ۳- : E^{vb} واحد

این واحد که در جنوب ورقه گسترش دارد متشکل از برشهای آتشفشانی، آگلومراها و بمقدار کمتر توفها است. در برشهای آتشفشانی، قطعات بیشتر زاویه دار و به قطر ۱ سانتی متر در يك خمیره ریز بلور قرار دارند. در آگلومراها قطعات آتشفشانی و بمقدار کمتر قطعات بلوری در يك زمینه ریزبلور جای دارند. این سنگها از لایه بندی خوبی برخوردارند. بمقدار کمتر همراه با سنگهای این واحد، گدازه های آندزیتی نیز به چشم می خورد.

۲- ۳- ۳- پلیوکواترنر

۱- ۲- ۳- ۳- : PIQ^c واحد

این واحد که در شمال نقشه دارای بیشترین گسترش است از کنگلومراهای سخت شده تا کمی سخت شده تشکیل شده است. ضخامت این واحد بیش از

۱۰۰۰ متر برآورد می شود و در خاور باغ بخشی لایه های این کنگلومرا دارای شیبی حدود ۳۰ درجه به سمت شمال هستند. بیشتر قطعات این کنگلومراها گرد شده بوده و از جنس سنگهای آتشفشانی آندزیت و آندزی بازالتی هستند ولی قطعات سنگ آهکی نیز موجودند.

۲-۲-۳-۳- PIQ^{cl} :

بخش عمده ای از این واحد از لایه های رسی به ضخامت ۵۰ تا ۷۰ سانتی متر تشکیل شده است. در میان لایه های رسی طبقات کنگلومرایی نیز موجودند که از سخت شدگی اندکی برخوردارند. شیب لایه های رسی از ۳۰ درجه فراتر نیست.

۳-۳-۳- کوآترنر: این نهشته ها با نشانه های $Q^s, Q^{al}, Q^{cul}, Q^c, Q^f, Q^{cl}, Q^{cl1}, Q^{cl2}$ نشان داده شده اند.

۱-۳-۳-۳- Q^{cl} : این واحد از طبقات رسی به تقریب افقی تشکیل شده است.

۲-۳-۳-۳- Q^{t1} : نشانگر قدیمی ترین پادگانه های آبرفتی (Terraces) و انباشته های آبرفتی است. این انباشته ها در جنوب باختر ناحیه گسترش زیادی دارند.

۳-۳-۳-۳- Q^{t2} : نشانگر پادگانه های آبرفتی پست و نهشته های آبرفتی جوانتر در دشت ها است.

۴-۳-۳-۳- Q^f : نشانگر انباشته های آبرفتی در دامنه ارتفاعات و مخروطه افکنه ها و رسوبات واریزه ای است.

۵-۳-۳-۳- Q^c : نشانگر کفه های رسی- سیلتی، Q^{cul} : نشانگر زمین های زراعتی، Q^{al} : نشانگر انباشت های آبرفتی در بستر آبراهه ها و رودخانه ها و Q^s : نشانگر ماسه های بادی هستند.

۴- سنگهای آذرین درونی و نیمه ژرف :

سنگهای آذرین درونی در گستره نقشه دارای گسترش زیادی هستند. کهن-ترین رخداد نفوذی در گستره ورقه، مربوط به یک توده گرانیتی کوچک است که به داخل واحد Pz^m نفوذ کرده است. با توجه به همسانی بافتی و کانی شناختی این توده کوچک با توده نفوذی گیسور (ورقه نوده، ورقه شماره ۷۸۵۸) این توده به کرتاسه بالایی نسبت شده است. پلوتونیسیم گسترده در ائوسن بالایی یا اولیگوسن آغازین در دو منطقه بچشم می خورد. منطقه نخست در شمال روستای خلط آباد است که در این گزارش از آن به عنوان توده گرانیتوئیدی زوزن نام برده می شود. این توده متشکل از مونزوگرانیت، گرانودیوریت، میکروگرانیت و گرانیت است. دومین رخداد، در جنوب باختری ورقه و در کوه نیبید است. در منطقه یاد شده، افزون بر گرانیت و گرانودیوریت، فازهای بازیک تر مانند دیوریت و گابرو نیز قابل مشاهده هستند. افزون بر این، دایک های حد واسط و بازیک در سنگهای نفوذی و آتشفشانی به فراوانی دیده می شود. در زیر بطور خلاصه این فعالیت های ماگمایی توضیح داده می شوند.

۱-۴- واحد gr : این توده گرانیتی که در جنوب مزرعه شاهرخ برونزد دارد متشکل از میکروگرانیت کمی دگرسان شده است و به لحاظ بافتی و ترکیبی با توده گرانیتوئیدی زوزن تفاوت دارد. کانیهای متشکله سنگ در زیر میکروسکوپ عبارتند از: پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیک و کوآرتز. از کانیهای فرعی آن می توان به اسفن، آپاتیت و کانی های اوپاک اشاره کرد. این توده گرانیتی کوچک با توجه به همسانی به توده نفوذی گیسور در ورقه یکصد هزارم نوده (ورقه شماره ۷۸۵۸) به کرتاسه بالایی نسبت داده شده است. توده گرانیتی گیسور برش پرتوسنجی تعیین سن شده و سن 9 ± 127 میلیون سال را بدست داده است.

۲-۴- واحد mgr :

این واحد که در بخش مرکزی توده گرانیتوئیدی زوزن قرار گرفته است متشکل از مونزوگرانیت. های کمی خرد شده است. آثاری از دگرسانی در برخی مناطق در سنگهای این واحد دیده می شود که فاقد گسترش جانبی است. مونزو گرانیت ها دارای بافت هیپ ایدیومورفیک گرانولار تا میکروگرانولار بوده و در بعضی نمونه ها، بافت میکرو گرافیکی نیز دیده می شود. کانیهای متشکله این سنگها بتزیمب فراوانی عبارتند از پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیک، کوارتز و بیوتیت. از کانیهای فرعی این سنگها می توان به اسفن، آپاتیت. زیر کن و کانه های اوپاک نام برد.

۳- ۴) - واحد gd :

این واحد بطور عمده متشکل از گرانودیوریت های گرانولار، میکروگرانیت ها و گرانیت ها است. گرانودیوریت ها متشکل از پلاژیوکلاز، کوارتز، هورنبلاند، فلدسپار پتاسیک و بیوتیت هستند. از کانیهای فرعی این سنگها می توان به آل بیت، اسفن، آپاتیت و کانه های اوپاک نام برد.

۴- ۴) - واحد di :

این واحد که در جنوب باختر ورقه در منطقه کوه نیبید (Kuh-e Neybid) گسترش دارد بطور عمده متشکل از سنگهای نفوذی دیوریتی، مونزودیوریتی و بمقدار کمتر گابروپی است. سنگهای دیوریتی دارای بافت هیپ ایدیومورفیک گرانولارند که بطور عمده از پلاژیوکلاز و هورنبلاند تشکیل شده اند. از کانی های فرعی این سنگها می توان به اسفن، آپاتیت و کانی های اوپاک اشاره کرد. در این دیوریت ها آثار دگرسانی ضعیفی دیده می شود که از نوع سربستی، کلریتی است. در منطقه چاه سنگر در سنگهای این واحد دگرسانی شدت بیشتری دارد. ترکیب گابروها، پلاژیوکلاز، پیروکسن، هورنبلاند است و بافت افیتیک- ساب افیتیک دارند. در سنگهای این واحد بافت های مگاپورفیری و پگماتوئیدی، به ویژه در منطقه چاه سنگر دیده می شود. یکی از نکات جالب توجه در سنگهای این واحد، یافت شدن آنکلاوهای پیروکسنیتی در سنگهای این واحد است. در منطقه خاور چاه سنگر قطعات پیروکسنیتی به قطر حداکثر ۴۰ سانتی متری با گوشه های گرد شده و به تقریب بیضی شکل دیده شد. این قطعات بطور عمده از پلاژیوکلاز هورنبلاند، پیروکسن، اولیوین، بیوتیت تشکیل شده و رنگ خیلی تیره ای دارند. بطور کلی این قطعات از نوع هورنبلاند پیروکسنیت و اولیوین پیروکسن هورنبلاندیت هستند. بافت این سنگها گرانولار-پوئی کیلیتیک است. پلاژیوکلاز در این سنگها به صورت بلورهای بی شکل و درشت با ترکیب بازیک، دارای ماکل تکراری و تجزیه شدگی کمی به سربست دیده می شود. هورنبلاند بطور عمده به صورت بی شکل و درشت موجود است. در بعضی بلورها می توان پیروکسن و هورنبلاند را در ارتباط با یکدیگر دید که به احتمال توالی تبلور را نشان می دهند. پیروکسن ها بیشتر از نوع ارتوپروکسن و مقدار آن از هورنبلاندها کمتر است. اولیوین در این سنگها به صورت بلورهای نیمه شکل دار هستند که اغلب به صورت پوئی کیلیتیک داخل آمفیبول ها، پیروکسن ها و پلاژیوکلازها قرار گرفته اند. بیوتیت به صورت بلورهای نیمه شکل دار و گاه شکل دار وجود دارد.

۵- ۴) - گرانیت دگرسان شده (واحد ga) :

در بخش شمال خاوری توده گرانیتوئیدی زوزن آثاری از دگرسانی دیده می شود. این دگرسانی هیدروترمال در بعضی موارد آنچنان پیشرفته است که ساخت و بافت اصلی سنگ محو شده است ولی در داخل توده دگرسان بخش های با دگرسانی کمتر نیز دیده می شوند که نشان از سنگ مادر گرانیتوئیدی این بخش دگرسان شده است. دگرسانی از نوع

سریسیتی، آرژیلیتی است. همچنین دگرسانی لیمونیتی بیشتر در شکافها و شکستگی ها دیده می شود. با توجه به مشاهدات صحرایی و میکروسکوپی، بطور کلی شدت دگرسانی این واحد ضعیف تا متوسط در نظر گرفته می شود. در بعضی موارد در سنگهای این واحد آثار پراکنده ای از سولفید دیده می شود. پاراژنز دگرسانی عبارت است از کائولینیت+ کلریت+ سریسیت + کانی های کربناته± اسفن.

(۶- ۴) - دایک های حد واسط- بازیک:

این دایک ها با ضخامت متغیر از ۰/۵ متر تا حداکثر ۸ متر در گستره مورد مطالعه، بویژه در واحدهای نفوذی و آتشفشانی، دیده می شوند. دایک های موجود در داخل توده نفوذی زوزن، در مناطق باختر به برزو، خاور شاهرخ، جنوب رباط کال جنگی به سمت قله شاه نشین بیشتر دارای ترکیب حدواسط و بافت پورفیری با زمینه آفانیتیک ر میکروولیتیک هستند. بعضی از این دایک ها دچار دگرسانی ضعیفی نیز شده اند و در بعضی موارد کانی های مافیک آنها به طور کامل دگرسان شده اند. دایک های قطع کننده واحدهای آتشفشانی پالئوسن- انوسن در جنوب ورقه، به فراوانی دایک های بخش شمالی ورقه نیست و این دایک ها بیشتر ترکیب بازیک دارند. بطور کلی از نظر شیمیایی ترکیب دایک ها کالکوالکالن است.

(۵) - سنگهای دگرگون شده:

بطور کلی سنگهای دگرگونی ناحیه ای و مجاررتی در محدوده نقشه گسترشی چشم گیر دارند. سنگهای دگرگونی ناحیه ای در بخش باختری منطقه مورد مطالعه گسترش دارند. این سنگها در همپری با توده گرانیتوئیدی زوزن کمی دگرگونی مجاررتی تیز یافته اند. سنگهای دگرگونی ناحیه ای با علامت Pz^m در نقشه نشان داده شده اند و متشکل از انواع شیست ها، ماسه سنگهای دگرگونه، سنگ آهک دگرگونه اند. در بخش شمالی توده گرانیتوئیدی زوزن سنگهای دگرگونی مجاررتی گسترش یافته است. سنگهای این واحد متعلق به سازند سردر هستند که در همپری با توده گرانیتوئیدی در اولیگوسن؟ دچار سیلیسی شدن و دگرگونی همپری شده اند. در زیر واحدهای دگرگونی به تفصیل مورد بحث قرار گرفته اند:

(۱- ۵) - واحد Pz^m :

این واحد متشکل از استرولیت شیست ها، موسکویت شیست مای گارنت دار، میکاشیست های گارنت دار، سنگ آهک های دگرگونه (که بطور بین لایه ای با میکاشیست ها هستند) و بمقدار کمتر ماسه سنگهای دگرگونه است. استرولیت شیست ها دارای بافت پورفیروبلاستیک اند و متشکل از استرولیت+ موسکوویت+ گارنت+ بیوتیت+ کوارتز هستند. کانی های فرعی کلریت+ سریسیت+ نورمالین و کانی های اوپاک هستند.

موسکویت شیست های گارنت دار دارای بافت لپیدوبلاستیک اند و کانی های عمده آنها عبارتند از موسکوویت+ کوارتز+ آلبیت+ گارنت+ کلریت+ بیوتیت. میکاشیست های گارنت دار دارای بافت لپیدو بلاستیک اند و کانی های متشکله آنها عبارتند از کوارتز+ بیوتیت+ گارنت+ پلاژیوکلاز. در بعضی از این سنگها، گارنت ها به نسبت درشت دانه اند و تا اندازه ای دارای ارزش اقتصادی هستند. ماسه سنگهای دگرگونه دارای لایه بندی واضحی هستند و ضخامت طبقات آنها بین ۱۵ تا ۱۰ متر است. در این ماسه سنگها کانی های اصلی عبارتند از سریسیت + کوارتز+ کلریت. با توجه به پاراژنز کانی شناختی دیده شده و نوع سنگهای دگرگونی، می توان نتیجه گرفت که بخشی از سنگ مادر سنگهای دگرگونی در گستره مورد مطالعه ترکیب پلیتی داشته اند. با توجه به حضور استرولیت می توان نتیجه گرفت که دگرگونی از رخساره شیست سبز نیز فراتر رفته و به بخش زیرین رخساره آمفیبولیت رسیده است. سنگهای دگرگونه به احتمال به پالئوزوئیک متعلق هستند. در رابطه با زمان دگرگونی سنگهای یاد

شده، با توجه به آنکه رخداد دگرگونی کیمری پیشین در لوت دارای اهمیت زیادی است و با توجه به آنکه منطقه مورد مطالعه در بخش شمال خاوری لوت قرار می گیرد لذا چنین بنظر می رسد که رخداد دگرگونی در رابطه با فاز کوهزایی کیمری پیشین باشد.

۲- ۵) - واحد C_s^m :

این واحد که در شمال توده گرانیتوئیدی زوزن دارای گسترش است به دلیل تأثیر حرارتی توده یاد شده ایجاد شده است. سنگهای سازند سردر در همبری توده زوزن دچار تبلور دوباره و سیلیسی شدن گسترده ای شده اند که با نزدیک شدن به توده یاد شده این اثرات بیشتر می شود. در بعضی مناطق در مجاورت توده فوق هورنفلس نیز ایجاد شده است. هورنفلس ها به رنگ خاکستری تیره تا سیاه بوده و بسیار سخت و فشرده هستند. با توجه به آن که حرارت توده زوزن آن قدر بالا نبوده است لذا هورنفلس ها گسترش چندانی ندارند و رخساره دگرگونی مجاورتی از رخساره آلَبیت- اپیدوت هورنفلس فراتر نرفته است. به طور کلی تأثیر حرارتی توده زوزن در سنگهای دربرگیرنده بیشتر تجدید تبلور و سیلیسیفیکاسیون است.

۶) - پترولوژی سنگهای آتشفشانی ترسیر در محدوده ورقه زوزن:

سنگهای آتشفشانی ترسیر در محدوده ورقه دارای گسترش و تنوع به نسبت زیادی هستند و از نظر زمانی در طی پالئوسن تا ائوسن فوران نموده اند. عمده سنگهای آتشفشانی منطقه در دو واحد PE^a و E^{ba} جای دارند که در این میان واحد ولکانی کلاستیک E^{ts} قرار دارد. با توجه به شواهد صحرای، چنین بنظر می رسد که بخش هایی از واحد PE^a در محیط دریایی کم عمق و واحد E^{ba} بطور کلی در محیط خشکی فوران نموده باشند. در فاز نخست ولکانیسم منطقه (واحد PE^a) سنگهای پیروکلاستیکی (آگلومرا، توف) فراوانی چشمگیری دارند ولی در فاز دوم (واحد E^{ba}) از اهمیت آنها کاسته می شود. بطور کلی از واحد PE^a به سوی واحد E^{ba} سنگها بازیک تر می شوند. مهمترین سنگهای آتشفشانی بترتیب فراوانی عبارتند از: آندزیت ها (پورفیری و ریز بلور)، آندزیت بازالت ها، آگلومراها، توفها، بازالت ها و ریوداسیت ها حدود ۱۰۰ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک از سنگهای آتشفشانی برداشت شد که از میان آنها ۱۵ نمونه برای آنالیز XRF انتخاب شد. نمونه ها در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی مرکز مشهد مورد آماده سازی و سپس به آزمایشگاه XRF در تهران ارسال شده اند. به منظور تعیین سری ماگمایی هم از نمودارهای عناصر اصلی و هم از نمودارهای عناصر فرعی استفاده شده است. به منظور تعیین دقیق سری ماگمایی افزون بر نمودارهای عناصر اصلی از نمودارهای عناصر کمیاب عنکبوتی (اسپایدر) نیز استفاده شده است. در این نمودارها، سنگهای آتشفشانی منطقه آنومالی های Ta منفی نشان می دهند که از مشخصه های مربوط به محیط فرورانش است. با توجه به داده های عناصر اصلی و کمیاب، سنگهای آتشفشانی منطقه در ارتباط با ولکانیسم فرورانش هستند که این ادعا با توجه به پتروژنز توده گرانیتوئیدی زوزن تأیید می شود.

۷) - پترولوژی سنگهای آذرین نفوذی در محدوده ورقه زوزن:

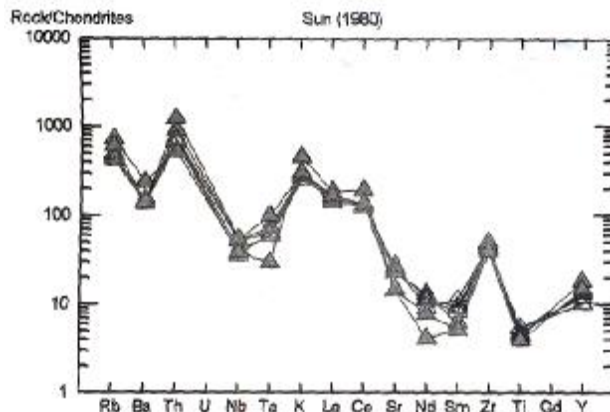
بطور کلی توده های آذرین نفوذی در محدوده ورقه زوزن دارای گسترش زیادی هستند و تمرکز عمده آنها در دو منطقه است. نخستین رخداد در بخش شمالی ورقه مورد مطالعه است که توده گرانیتوئیدی زوزن است و در شمال و شمال خاور روستای خلط آباد قرار گرفته است. رخداد دوم در جنوب باختر کوه نیبید (Neybid) جای دارد. افزون بر دو رویداد یاد شده، در سمت باختر- جنوب باختر حمید آباد یک توده گرانودیوریتی ریز دانه به داخل سنگهای آتشفشانی ائوسن زیرین در محدوده ای به وسعت 1Km^2 نفوذ نموده است. توده گرانیتوئیدی زوزن از دو تیپ

سنگی مونزوگرانیت و گرانودیوریت با بافت میکرو گرانولار تا گرانولار تشکیل شده ولی انواع سینوگرانیتی و تونالیتی و میکروگرانیتی نیز بمقدار اندک موجودند. آمفیبول و بیوتیت فراوانترین کانی های مافیک در همه رخساره های یاد شده است. شکل این توده نفوذی بصورت تقریبی دایره ای است و به نظر می رسد که یک زوناسیون (منطقه بندی) را در بافت، کانی شناسی و ژئوشیمی از حاشیه به سمت مرکز نشان می دهد. رخداد دیگر پلوتونیسیم در جنوب باختر ورقه در منطقه کوه نیبید بصورت دو توده به تقریب خطی با روند شمال باختر- جنوب خاور است. اگر چه تعیین سن مطلق به روش پرتوسنجی بر روی توده های نفوذی زوزن و نیبید انجام نشده است ولی با توجه به شواهد صحرایی و نفوذ این سنگها به درون سنگهای آتشفشانی ائوسن، سن نسبی آنها پس از ائوسن و به احتمال زیاد مربوط به الیگوسن است. در منطقه کوه نیبید همراه با سنگهای اسیدی، بخش های مافیک تر مانند دیوریت و گابرو نیز دیده می شوند. در بخش باختری این توده نفوذی، به نظر می رسد رخساره دیوریت با آمفیبول های بزرگ ساب هدرال غالب باشد. همچنین در این بخش، اولیوین گابرو با بافت پگماتوئیدی نیز دیده می شود. در این بخش وجود آنکلاوهای پیروکسنیتی به قطر ۳۰ تا ۴۰ سانتی متر از پدیده های جالب توجه است. در کوه نیبید بدلیل نفوذ این سنگها بداخل سنگهای آتشفشانی ائوسن، یک سیلیسی شدن و سریسیتی شدن در محل همپری با سنگهای آتشفشانی ائوسن بوجود آمده است. در توده گرانیتوئیدی زوزن، زوناسیون (منطقه بندی) منطبق با تفریق بلوری است که کانی های حرارت بالا در آغاز در مناطق نزدیک به دیواره ها متبلور می شوند و تمرکز سازنده های حرارت پایین به سمت مرکز انجام می گیرد. یک دگرگونی همپری آشکار، بویژه در نهشته های پالئوزوئیک (سازند سردر)، دیده می شود و در بخش شمالی این توده به مقدار اندک هورنفلس بوجود آمده است. این دگرگونی همپری بر یک دگرگونی ناحیه ای درجه بسیار پایین منقوش (Overprinted) شده است. در سمت باختر، این توده نفوذی به درون سنگهای دگرگونی ناحیه ای نفوذ نموده است. کاهش اندازه بلور ها در حاشیه های توده گرانیتوئیدی زوزن، شاید مشخص کننده سردشدگی سریع باشد. هر چند ضخامت هاله انجماد سریع در این توده گرانیتوئیدی چندان زیاد نیست.

به منظور بررسی های ژئوشیمیایی از نمودارهای عنکبوتی (Spider diagrams) نیز استفاده شده است. در این نمودارها، نمونه های نرمالیز شده بر کندریت توده زوزن، (ثابت های نرمالیز کننده از Sun 1980) آنومالی منفی، بویژه در عنصر Nb، نشان می دهند که این رویداد از ویژگی های سنگهای ماگمایی وابسته به فرورانش است (شکل ۱).

آنومالی منفی Nb نشان دهنده شرکت داشتن یک سازنده پوسته ای (Crustal component) در پتروژنز ماگما است. در نمودارهای عناصر کمیاب خاکی (REE) نرمالیز شده بر کندریت توده زوزن، در بعضی نمونه ها آنومالی منفی در عنصر Eu دیده می شود که یا نشان دهنده تبلور اولیه پلاژیوکلاز از مذاب و جدایش آن بوسیله تبلور بخشی و یا باقی ماندن این عنصر در فلدسپات در ناحیه منبع مذاب در طی ذوب بخشی است (Rollinson, 1993). سرشت تفریق نیافته عناصر کمیاب خاکی سنگی (HREE) بیانگر آن است که ماگما در بیرون از قلمرو پایداری گارنت تولید شده است در حالیکه آنومالی منفی Eu می تواند نشانگر آن باشد که پلاژیوکلاز در ناحیه منبع، پایدار بوده است. همه این ویژگی ها با فشار پایین سازگار است (<8 Kbar). با توجه به نبود سنگهای پگماتیکی در بیرون و درون توده زوزن و

نبود دگرسانیهای هیدروترمال گسترده در پیرامون این توده، بنظر می رسد که این توده از یک ماگمای تحت اشباع از آب یا واجد آب اندک سرچشمه گرفته است که همین امر باعث فقدان کانی سازیهای با ارزش اقتصادی در اطراف این توده شده است.



شکل ۱: نمودار اسپایدر سنگهای توده گرانیتوئید زوزن، کلیه نمونه ها به کندریت نرمالیز شده اند، ثابت های نرمالیز کننده از Sun, 1980.

۸- زمین شناسی ساختمانی و تکوین ساختاری:
 با توجه به اینکه محدوده ورقه زوزن در بخش شمال خاوری بلوک لوت جای می گیرد لذا تحولات ساختاری آن نیز بایستی متأثر از تحولات ساختاری بلوک لوت باشد. ماگماتیسزم ترسیر گسترده (فعالیت های آتشفشانی و نفوذی) همراه با برونزد گسترده سنگهای دگرگونی ناحیه ای از ویژگی های این منطقه است. رخنمون سنگهای آتشفشانی و نفوذی با روند تقریبی NNW- SSE در باختر، خاور و شمال خاوری بوسیله نهشته های کواترنری پوشیده شده اند که این رویداد باعث برونزد نیافتن چگونگی ارتباط این سنگها با واحدهای دیگر در منطقه شده است. تنها در سمت جنوب، بنظر می رسد که واحدهای آتشفشانی بسمت جنوب ادامه می یابند. به سمت باختر برکاه (Barkah) بنظر می رسد که تداوم سنگهای آتشفشانی ائوسن- پالئوسن و کنگلومرای پلیوکواترنر همچنان دنباله داشته باشد. در بخش های شمالی ورقه (شمال روستای خلط آباد) (Khelt abad) یک برونزد از سنگهای دگرگونی مربوط به پی سنگ پالئوزوئیک و یک رخداد گسترده از توده نفوذی گرانیتوئیدی که به طور کلی در قله شاه نشین برونزد دارد، مشخص است. سنگهای منتسب به سازند سردر (واحد C_s^s) و سنگهای دگرگونی واحد Pz^m دچار چین خوردگی شده اند و در واحد Pz^m یک نسل چین خوردگی را می توان مشاهده کرد. این چین ها در ابعاد سانتی متری و از نوع جناغی هستند. در مقاطع میکروسکوپی در سنگهای دگرگونی واحد Pz^m یک نسل شیستوزیته نافذ را می توان دید. در شمال خاور ورقه در نهشته های ژوراسیک (واحد J_{sh}^s) فولیاسیون ضعیفی دیده می شود و کلیواژ مدادی در شیل ها قابل مشاهده است. همچنین در این بخش از منطقه مورد مطالعه، میان نهشته های ژوراسیک و کرتاسه دگرشیبی دیده می شود. در سنگهای آتشفشانی که بخش اعظم رخنمونهای بخش جنوبی گسترده مورد مطالعه را می سازند تنها کج شدگی و گسلش قابل مشاهده است.

در سنگهای آتشفشانی واحد PE^a شیب‌ها بیشتر رو بسمت خاورند. در شمال رباط کال جنگی شیب این واحد حدود ۳۰ درجه بسمت شمال است. در سنگهای ولکانی کلاستیک واحد E^{ts} چین خوردگی‌های به نسبتاً ملایمی مشاهده می‌شود. در خاور برکاه شیب این واحد بیشتر به سمت جنوب است. در سنگهای آتشفشانی واحد E^{ba} شیب‌های بیش از ۲۰ درجه به سمت جنوب و جنوب خاور قابل مشاهده اند. نهشته‌های پلیوکواترنر در شمال ورقه نیز دارای شیب حدود ۳۰-۲۵ درجه به سمت شمال هستند. بطور کلی گسل‌های دیده شده در گستره محدوده نقشه (ورقه) دارای دو روند چیره $NNW-SSE$ و $NE-SW$ هستند، هرچند گسل‌هایی با روند خاوری-باخترکه نیز دیده می‌شوند. این گسلها بیشتر از نوع امتداد لغز با مؤلفه شیئی (مورب لغز) هستند که بنظرمی رسد جابجایی امتداد آنها بیشتر از جابجایی عمودی آنها باشد. گسل‌هایی با روند $NNW-SSE$ بطور کلی از جنوب (در داخل واحدهای آتشفشانی) به سمت شمال (در داخل توده گرانیتوئیدی) قابل مشاهده هستند. این گسلها بیشتر دارای حرکت چپگردند. گسل‌هایی با روند $NE-SW$ در داخل سنگهای آتشفشانی و نفوذی مشاهده می‌شوند که این گسلها نیز در بعضی موارد دارای حرکت چپگردند و گسلها پیشین را جابجا نموده اند. چنین بنظر می‌رسد که گسلش رخداده در منطقه مربوط به دست کم دو نسل مخالف باشند. در بخش جنوبی منطقه، سنگهای آتشفشانی تحت تأثیر یک گسل خاوری-باختری قرار گرفته اند (جنوب برکاه) که شاید این گسل ادامه خاوری گسل دشت بیاض باشد. آثار این گسل در نهشته‌های کواترنر تا نزدیکی دهکده بنی آباد (Boney abad) و مهر آباد (Mehr abad) ادامه می‌یابد.

دگرگونی رخداده در سنگهای واحد Pz^m و دگرگونی بسیار ضعیف در سنگهای منتسب به سازند سردر به احتمال، زیر تأثیر رخداد تکتونیکی کیمرین پیشین (Early Kimerian) روی داده اند. با توجه به قرار گیری منطقه در بخش شمال خاوری بلوک لوت یادآوری این نکته ضروری است که رپرو محافظ (۱۹۷۰) بر این باورند که فرایندهای تکیونیکی اواخر تریاس، بویژه در ناحیه لوت، پرشدت بوده و نه تنها منجر به چین خوردگی شدید شده اند بلکه دگرگونی بالایی را نیز سبب شده اند. بطور کلی چین خوردگی ملایم و گسلش نامنظم مشخص کننده ساختمانهای لایه های تریاس، کرتاسه و ترسیر بلوک لوت است (ا شتوکلین و همکاران، ۱۹۷۲). به غیر از رخداد کیمری پیشین، از فازهای اصلی بعدی دگرشکلی می‌توان به رخداد کیمرین پسین اشاره کرد که سنگهای رسوبی ژوراسیک را در شمال خاوری ورقه زیر تأثیر قرار داده است و دگرشیبی مشاهده شده بین سنگهای رسوبی ژوراسیک و کرتاسه به احتمال بدلیل این فاز دگرشکلی بوجود آمده باشد. در پالئوسن-اوسن بطور کلی وضعیت فشاری حاکم نبوده است و آتشفشانی گسترده تا اوسن بالا ادامه داشته است. یک فاز پلوتونیزم گسترده، در منطقه در الیگوسن، روی داده است که اثر این فاز در بیشتر نقاط ایران ثبت شده است. بنابراین توده گرانیتوئیدی زوزن و فعالیت نفوذی کوه نیبید را همزمان با این فاز فشاری می‌پنداریم. چین خوردگی و گسلش نئوزن پسین باعث بوجود آمدن شکل کلی رشته و حوضه (Basin and Rang) کنونی در منطقه شده است. با توجه به اینکه محیط تکتونیکی توده گرانیتوئیدی زوزن یک محیط مرتبط با فرورانش است و با توجه به آنکه سنگهای آتشفشانی برونزد یافته در محدوده این ورقه نمایان کالکو آکالن نشان می‌دهد، بنظر می‌رسد ماگماتیسم روی داده در گستره مورد مطالعه بطور کلی یک ماگماتیسم مرتبط با فرورانش باشد.

(۹)- زمین شناسی اقتصادی و پتانسیلهای معدنی:

نشانه های معدنی دیده شده در سراسر گستره ورقه بررسی و نمونه برداری شد. با توجه به مشاهدات صحرایی اولیه و نمونه گیریهای انجام شده، چنین می نماید که این اندیس های معدنی از ارزش اقتصادی بالای برخوردار نباشند. مواردی از اندیس های غیر فلزی نیز شناسایی شده که در بین آنها یک اندیس گارنت از ارزش اندکی برخوردار است. با توجه به آثار سرباره های به نسبت زیادی که در گستره ورقه بچشم می خورد، بنظر می رسد که در زمانهای گذشته فعالیت معدنکاری بر روی این اندیس ها صورت گرفته و با توجه به نداشتن بازده رها شده اند. با توجه به اینکه توده گرانیتوئیدی زوزن متعلق به تیپ- آ و در ارتباط با محیط فرورانش است لذا پتانسیل کانه سازی بالایی از چنین توده ای انتظار می رود ولی بدلیلی پایین بودن سطح فرسایش و حذف مناطق امیدبخش معدنی در سقف توده گرانیتوئیدی، چنین بنظر می رسد که در حال حاضر از پتانسیل اقتصادی بالای برخوردار نباشد. در زیر بطور خلاصه به اندیس های معدنی دیده شده اشاره می گردد.

۱- ۹- آثار معدنی مشاهده شده در جنوب باختر- باختر به برزو:
 بدلیل نفوذ توده گرانیتوئیدی زوزن در سنگهای در برگیرنده و در حاشیه توده آثاری از کانی سازی مشاهده می گردد. بعضی از این آثار توسط فعالیت های معدنکاری قدیمی مورد کندوکاو قرار گرفته اند. مهمترین اثر معدنی مشاهده شده در جنوب باختر به برزو در محلی موسوم به قال حاجی دیده می شود. ترانشه ای بطول ۲۵ متر، عرض ۳ متر و عمق ۲/۵ متر در داخل یک سنگ آذرین اسیدی حفر شده است. کانی سازی در نزدیکی حاشیه توده گرانیتوئیدی و سنگهای واحد Cs^s صورت گرفته است. رگه ای سیلیسی حاوی سولفید (کالکوپریت، پیریت) به ضخامت حداکثر ۴۰ سانتی متر هدف اصلی معدنکاری قدیمی بوده است. آثار ضعیفی از دگرسانی در سنگهای دیواره رگه بچشم می خورد. روند این ترانشه به تقریب شمالی جنوبی است. دو نمونه از بخش سیلیسی در ترانشه یاد شده برداشته شد که بیشترین عیار طلا در آنها ۳۳۰ ppb و بیشترین عیار ppm ۷۸۹ است. در جنوب باختر به برزو در داخل سنگهای واحد Cs^s یک ترانشه و مقدار کنده کاری دیده می شود که در محل دیپوی مواد معدنی آثاری از گالن، مالاکیت و کالکوپریت دیده می شود. همچنین در نزدیکی محل یاد شده در داخل سنگهای واحد Cs^s یک ترانشه دیگر بطول حداکثر ۱۲ متر در سنگهای دگرسان شده حاوی رگچه های باریت حفر شده است. رگچه های باریت گسترش چندانی ندارند. بطور کلی در نزدیکی محل یاد شده رگچه ها و عدسی های کوچک دیگری از باریت نیز دیده می شود که با حفريات قدیمی مورد کندوکاو بیشتر قرار گرفته اند. در باختر به برزو در نزدیکی همبری توده گرانیتوئیدی با شیب ها، عدسی های کوچکی از اکسید آهن (منیتیت) شناسایی شد که فاقد ارزش اقتصادی هستند. همچنین در باختر به برزو در نزدیکی آبادی به برزو یک رگه سیلیسی- حاوی اکسید آهن دیده می شود که ابعاد آن ۱/۵ × ۲۰ متر است. این رگه در داخل واحد Cs^s قرار دارد و نمونه برداشته شده از آن حاوی ۳۳۰ ppb طلا می باشد.

۲- ۹- اثر معدنی سبز پنبه:
 این اثر معدنی در داخل سنگهای آتشفشانی آندزیتی آمیگدالوئیدال جای دارد. باریت و فلوئوریت در این سنگها بصورت رگچه های با ضخامت چند سانتی متری قرار دارند. نمونه برداشت شده از این محل فاقد نتایج با ارزش بوده است.

۳- ۹- اثر معدنی حمزه هورا (حد فاصل پنبه سبز- خلط آباد):
 در حد فاصل پنبه سبز- خلط آباد در داخل سنگهای آتشفشانی آندزیتی یک رگه سیلیسی- لیمونیتی به ابعاد ۲۰×۱ متر قرار دارد که یک نمونه

از آن برداشته شد. نتایج حاصل بیانگر آن است که مقدار مس ۰/۷٪، سرب ۰/۲٪ و مقدار طلا ۴۲ ppb است. افزون بر این در چند جای دیگر در داخل واحدهای آتشفشانی منطقه آثاری از مالاکیت دیده می شوند که فاقد ارزش اقتصادی هستند.

۴-۹) - اثر معدنی چاه سنگر (کوه نیبید):
این اثر معدنی که با دگرسانیهای سیلیسی، آرژیلی، لیمونیتی در محل همپری سنگهای گرانودیوریتی با سنگهای آتشفشانی و یا در داخل سنگهای دیوریت - گابرو قرار دارد با آثار کننده کاری و سرباره های فراوان مشخص می باشد. در خاور چاه سنگر رگه هایی به ابعاد ۱۰×۵/ متر و ۲۵×۱ متر دیده می شوند. مقدار مس در این رگه های سیلیسی به ۷۸۸۱ PPM می رسد.

۵-۹) - اندیس آهن شاهرخ:
در خاور مزرعه شاهرخ در داخل سنگهای اسکارنی گارنت و اپیدوت دار، عدسی های آهن دیده می شود که از جنس هماتیت و منیتیت هستند. ضخامت عدسی های آهن دار از ۵ متر فراتر نیست و طول آن از ۳۰ متر بیشتر نیست.

۶-۹) - اندیس گارنت چشمه نیزار:
در شمال مزرعه شاهرخ، در داخل سنگهای دگرگونی ناحیه ای (واحد Pz^m)، شیستها حاوی دانه های گارنت هستند که میانگین اندازه آنها ۲-۳ میلیمتر است. در این محل ترانشه ها و چاکهای متعددی در داخل گارنت- سربسیت شیست ها حفر شده است. تراکم گارنت ها در سنگ در برگزیده چندان زیاد نیست و همین امر از ارزش اقتصادی آنها می کاهد.

۷-۹) - اثر معدنی بنتونیت در جنوب باختر مهاباد:
در جنوب باختر مهاباد در داخل واحد PE^a آثاری از بنتونیت دیده می شود. منطقه مورد نظر بوسیله حفر یک ترانشه بطول ۲۰ متر و چاهک های اکتشافی به عمق ۷ متر مورد اکتشاف بیشتر واقع شده است. بطور کلی این اثر گسترش عمقی و جانبی ندارد. در جنوب مزرعه شاهرخ در داخل سنگ های واحد Pz^m آثار کننده کاری قدیمی و زوئهای دگرسانی دیده می شود که با توجه به نتایج نمونه گرفته شده بنظر نمی رسد که واجد اهمیت باشد.

منابع
اکرمی، محمدعلی؛ (۱۳۷۲): بررسی پترولوژی و ژئوشیمی توده گرانیتوئیدی تربت جام و هاله دگرگونی آن، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۷۵ صفحه.

Berberian, M. (1973), A brief note on structural analysis of the Dasht- e- Bayaz active fault. Geol. Surv. Iran, Scismotectonic group, int. Rep. No.8. 25p.
Berberian. M. (1976), Contribution to the seismotectonic of Iran(part II). Geological survey of Iran Report no39.

Haghipour, A., Amidi, M., 1979: Geotectonic of the Ghaenat earthquakes of northeast Iran, Geol. Survey . of Iran (unpublished report)

Fauavelet, E. Eftekhar Nezhad, J.(1992): Explanatory text of the Gonabad Quadrangle Map(1:25000 . Series) Geol. Surv. Of Iran, 166pp.

Rollinson, H. R., 1993. Using Geochemical Data: Evaluation. Presentation, Interpretation, Addison.Wesley Longman, Harlow P.352,

Tirrul, R., Bell, I. R., Griffis, R.J. and Camp, V. E.,(1983): The sistan suture zone of eastern Iran . Geological Soc. Of Amer. Bull. V. 97, PP. 134- 150.

