

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۶۶۵۲- ابرکوه

جغرافیا و زمین ریخت شناسی

ورقه زمین شناسی یکصد هزارم ابرکوه بین طول های خاوری $53^{\circ}00'00''$ تا $53^{\circ}00'30''$ و عرض های شمالی $29^{\circ}00'00''$ تا $29^{\circ}31'00''$ واقع شده است.

شهرستان ابرکوه، یکی از شهرهای تاریخی با قدمت بسیار زیاد و آثار باستانی فراوان، بزرگترین و مهمترین مرکز جمعیتی است که در فاصله ۱۴۰ کیلومتری شهرستان یزد و به تقریب در میانه باختری محدوده جای دارد. از دیگر نقاط جمعیتی می توان به روستاهای فراغه، ده عرب، رحیم آباد، مریم آباد، عزیز آباد، نصرت آباد، اردی، نداف و مهرآباد اشاره نمود. تراکم مراکز جمعیتی، بیشتر، در جنوب - جنوب باختری ورقه است و در نیمه شمالی، روستایی، وجود ندارد. باتوجه به شرایط آب و هوایی منطقه، بارش اندک و نامنظم باران، نوسانات شدید درجه حرارت، تبخیر فراوان و نامساعد بودن خاک، منطقه، به ویژه در بخش های جنوبی، با کمبود پوشش گیاهی مواجه است. تاق، اسکمیل، قیج، بادام، بنه و ارس از مهمترین گیاهان منطقه به شمار می آیند. شغل اصلی ساکنین منطقه، کشاورزی و دامپروری و فراورده های عمده کشاورزی شامل کشت گندم، سیب زمینی، صیفی جات، نباتات علوفه ای، باغداری و در قسمت های شمال خاوری پسته کاری است. گیاهان این محدوده با شرایط خشک و کویری سازگارند، و توانائی زیست در نبود باران را دارند.

گستره نقشه ابرکوه به علت همجواری با کویر و کمبود نزولات جوی از نظر آب و هوایی از خشک ترین مناطق کشور به شمار می رود. میانگین بارش در سطح منطقه در حدود ۱۰۰ میلی متر است که بیشتر آن به صورت باران در فصل های زمستان و بهار است. بیشتر آبراهه ها و آب های سطحی به صورت سیلابی و فصلی هستند که با توجه به وجود دو منطقه پست، کفه تا قستان در شمال و ابرکوه در جنوب خاوری بین این دو حوضه آبگیر تقسیم شده اند. جریان آب های سطحی به سمت این دو حوضه و تبخیر آن، رسوبات نمک را بر جای گذاشته و کفه های نمکی را پدید آورده اند. کفه طاقستان یک کفه گلی - نمکی با مساحت ۵۶ کیلومتر مربع و ارتفاع حدود ۱۴۹۳ متر و کفه ابرکوه با مساحتی در حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر مربع و ارتفاع حدود ۱۴۴۶ متر به ترتیب در شمال و در جنوب خاوری نقشه واقع شده اند. دشت ابرکوه با وجود بلندی به نسبت زیاد، یکی از دشت های خشک است که تابستانی گرم با حرارتی بین ۴۵- ۴۰ درجه سانتیگراد دارد. در حالیکه درجه حرارت آن در فصل زمستان بطور معمول به زیر صفر می رسد. کفه ابرکوه پهنه ای است بسیار هموار، که با گل و لای، با املاح تبخیری و ماسه های بادی پوشانیده شده است. کفه ابرکوه در سراسر طول سال خشک است و تنها در سالهای پر باران به ندرت مرکز آن را آب شور پر می کند. مهمترین رودخانه های منطقه، رباط، کاسه رود، آب شور و کهلک و هشتیان هستند. دیگر منابع آب منطقه شامل آب های زیرزمینی است که بیشتر از طریق قنوات و چاه های عمیق و نیمه عمیق و به ندرت در برخی مناطق، از چشمه ها تامین می شود. قنات ها در قسمت جنوب منطقه فراوانی بیشتری دارند

بلندترین کوه های منطقه شامل کوه اعلاء (۲۳۷۷ متر) در شمال باختری ورقه، کوه سیاه (۲۲۶۷ متر) و کوه گوری (۲۲۱۹ متر) در باختر منطقه، کوه عیش (۲۰۹۸ متر) در شمال خاوری، کوه دره دراز (۲۰۹۰ متر) و کوه امیرقلی خانی (۱۷۵۶ متر) در جنوب باختری و کوه پنجه انگشت (۱۷۳۵ متر) در خاور شهر ابرکوه هستند که مکانی مناسب برای زندگی حیواناتی نظیر روباه، شغال، گرگ، سمور، خرگوش، گراز، عقاب، باز، کرکس، قوش، قرقاول، چکاوک، تیهو و هوبره به شمار می آیند.

با توجه به موقعیت جغرافیائی منطقه جاده آسفالتی ابرکوه مسیر ارتباطی مهمی جهت دسترسی استانهای یزد، کرمان و خراسان به استانهای فارس، اصفهان و استان های جنوب باختری به شمار می آید. افزون بر این، روستاهای منطقه

توسط راه‌های شوسه و خاکی به هم متصل می‌شوند. با توجه به این که مناطق شمال باختری بی‌بهره از هر نوع راه آمد و شده اند دسترسی به این مناطق بسیار دشوار است.

بطور کلی منطقه از نظر ریخت شناسی دارای توپوگرافی به نسبت پست و ملایم است و بیشترین رخنمون‌های سنگی در شمال باختری محدوده قرار دارد که شامل دشت گسترده و به نسبت همواری است که توسط رسوب های آبرفتی پوشیده شده است. افزون بر آن، کوه‌ها و نواحی برجسته بسیاری در بخش جنوب باختری جای دارند که با توجه به جای گیری در پهنه سنندج - سیرجان، به موازات رورانندی زاگرس و دارای روند شمال باختری - جنوب خاوری هستند. دو منطقه فروافتاده کفه تاقستان و ابرکوه نواحی پست و گودافتاده‌ای باریک و طویل هستند که در مرز میان نوار زاگرس مرتفع و نوار آتشفشانی سهند - یزمان و به موازات آنها، قرار گرفته و به احتمال منشاایی تکتونیکی (درویش زاده ۱۳۷۰) دارند. بدین سان، که این دو گودال همراه با مرداب گاو خونی وابسته به حوضه رسوبی فعال حاشیه قاره‌ای هستند و در جلوی کمان ولکانیکی به وجود آمده‌اند

چینه‌نگاری

نقشه یک صد هزارم ابرکوه بخشی از ورقه یک دو بیست و پنجاه هزارم آباده (س.م. عمیدی ۱۳۶۲) است. ه. طراز در سال ۱۳۶۴ برداشت‌های زمین‌شناسی بخش شمال باختری تا جنوب خاوری را آغاز و آن را بازنگاری و به پایان رسانید. گزارش چهار گوش آباده سه سال بعد از چاپ نقشه به وسیله م.ع. مهدوی (۱۳۷۵) نوشته شده است. گسترده نقشه در حاشیه شمالی پهنه سنندج - سیرجان جای دارد. رخنمون‌های سنگی از گوشه شمال باختری نقشه آغاز و با روند شمال باختری - جنوب خاوری به سمت جنوب تا کوه پنجه انگشت ادامه دارند. در نقشه ابرکوه واحدهای رسوبی پرمین، تریاس، کرتاسه الیگوسن، میوسن و واحدهای آتشفشانی تریاس زبرین برونزد دارند. کهن‌ترین سنگ‌ها در این ناحیه نهشته‌های سنگ آهک و سنگ آهک دولومیتی با سن پرمین پایانی و جوان‌ترین واحد شامل نهشته‌های کواترنری است که در منطقه از گسترش قابل توجهی برخوردار است.

پالئوزوئیک

پرمین

واحد P₁^d (سازند جمال)

این واحد سنگی در خاور و شمال خاوری روستای فراغه (کوه بادامی) رخنمون دارند، که شامل رخنمون‌های سازند جمال با ستبرایی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر با لایه‌بندی منظم، متوسط تا ضخیم لایه هستند و بخش اصلی و زبرین سازند شامل دولومیت سفید تا شیری همراه با شیل و میان لایه‌های سنگ‌آهکی است و بخش زبرین آن از سنگ‌آهک‌های بیومیکرواسپاریت سیاه تا خاکستری تیره و گاهی سنگ‌آهک مرجانی پدید آمده‌است. لایه‌های دولومیتی به دو صورت پدیدار می‌گردند بخشی از آنها سیاه رنگ، بدبو، با لکه‌های کلسیتی و بلوری شده با آثار فوزولین و در برخی نقاط، کرینوئید هستند و دسته دوم دولومیت‌هایی که هیچگونه آثار فسیلی در آنها دیده نمی‌شود، تشکیل شده است. بر پایه مشاهدات صحرائی میتوان چنین استنباط کرد که سازند سرخ شیل به صورت هم شیب و تدریجی بر روی نهشته‌های سازند جمال قرار گرفته است. مرز زبرین این واحد نامشخص است. در لایه‌های سنگ‌آهکی این سازند، فسیل‌های زیر یافت می‌شود که بر پایه آنها زمان پیدایش آن به پرمین پسین (مرغابین) نسبت داده شده است.

Globivalvulina biserialis, *Globivalvulina* sp., *Fusulinella* sp., *Staffella* sp., *Nankinella* sp., *Fronidina permica*, *Tuberitina* sp., *Agathammina* sp., *Ostracoda* *Bryozoa*, *Microgastropoda*, *Algal fragment and undetermined fauna*.

مزوزوئیک

تریاس

واحد TR_s^{sh} (سرخ شیل)

نهشته‌های سازند سرخ شیل با ضخامتی در حدود ۵۰ متر، فقط در بخشی از جنوب خاوری کوه بادامی (شمال باختری روستای فراغه) رخنمون دارند و از نظر سنگی از شیل و شیل‌های آهکی به رنگ سرخ آجری ویژه‌ای که، در آن

لایه‌هایی از سنگ آهک صورتی تا زرد رنگ به شکل میان لایه‌ای و گاهی دولومیت‌های خاکستری - کرم تشکیل شده‌اند. در سطوح چینه بندی این سازند، ریپل مارک های فراوان و گلوله‌هایی از رس، همراه با آثاری از کرم‌ها دیده می‌شود و از این نظر سازند یاد شده با سنگ آهک ورمیکوله تریاس قابل قیاس است. این واحد به صورت هم شیب بر روی رخنمون‌های سنگ آهکی سازند جمال که در سطوح زیرین به تدریج به رنگ سرخ در می‌آید قرار دارد و با یک گذر تدریجی به واحد دولومیت شتری می‌رسد. در برداشت‌های صحرایی هیچ نوع فسیلی در این واحد پیدا نشد اما با توجه به مشخصات چینه‌نگاشتی دیرینه این واحد را می‌توان تریاس آغازی تعیین کرد.

واحد TR_{sh}^1, TR_{sh}^d

واحد TR_{sh}^d در نواحی جنوب و جنوب خاوری ده عرب و خاور - شمال خاوری روستای فراغه به صورت سنگ های دولومیتی خاکستری تا خاکستری تیره با لایه بندی متوسط (۴۴-۴۵cm) تا ضخیم (۷۰-۸۰cm) با رگچه‌های کلسیتی فراوان، رخنمون دارند. ضخامت طبقات دولومیتی بیش از ۵۰۰ متر است و به علت پایداری در برابر فرسایش، سیمای بلند و خشنی را به نمایش گذارده‌اند. هیچگونه فسیل و یا آثار فسیلی در این دولومیت ها یافت نشده است اما با توجه به جایگاه چینه ایی می‌توان به آنها دیرینه‌ای هم ارز تریاس میانی تا پایانی داد. واحد TR_{sh}^d دارای یک عضو سنگ آهکی (TR_{sh}^1) است که سنگ آهک‌های بیومیکریتی تا بیومیکرواسپاریت خاکستری تیره تا آبی و خاکستری ضخیم لایه، متراکم و ریز بلور را در بر دارد. در واحد TR_{sh}^1 فوکوئیدها و شیارهای کرم دار که از نوع رخساره های آهک ورمیکوله فراوان دیده می‌شوند. شماری از لایه‌های شیلی صورتی تا قرمز قهوه ای به صورت میان لایه نیز در این واحد TR_{sh}^1 وجود دارد. واحد TR_{sh}^1 با ضخامتی در حدود ۱۰۰-۵۰ متر به صورت پیوسته و هم شیب با واحد TR_{sh}^d جای می‌نشیند. همبری این واحد با واحد زیرین خود، سازند سرخ شیل، در همه جا پیوسته و تدریجی و با نهشته‌های زیرین نامشخص است. این واحد را میتوان با سنگ آهک‌های سازند اسپکه هم‌ارز دانست. درون واحد TR_{sh}^1 میکروفسیل‌های زیر با سن تریاس پیشین تا تریاس میانی گزارش شده است:

Paraturamina sp., Glomospirella sp., Tomiyella sp

واحدهای $TR_n^{sh}, TR_n^r, TR_n^a$ (سازند نایبند)، TR_n^s

نهشته‌های وابسته به واحد TR_n^{sh} (سازند نایبند) در خاور کوه اعلاء نمایان است و از شیل و ماسه سنگ های قرمز متمایل به قهوه‌ای پدید آمده است. در بخش‌های زیرین این واحد لایه‌های سنگ آهکی میکرواسپاریتی خاکستری تا کرم وجود دارد. به طور محلی تناوبی از شیل مدادی خاکستری تا قهوه ای با میان لایه‌های از سنگ های آهکی میکرواسپاریت خاکستری - شیری نازک تا ضخیم لایه دارای بقایای مرجان (*Heterastridium*) نیز در این واحد دیده می‌شود. واحد TR_n^{sh} با ضخامتی در حدود ۱۰۰-۵۰ متر به صورت ناپیوسته و همشیب و فرسایشی بر روی سازند شتری جای دارد و در همبری آنها آثار کارستهای کهن حاوی لاتریت فراوان دیده می‌شود. مرز بالائی این واحد نامشخص است. در سنگ آهک‌های این واحد فسیل شاخصی پیدا نشد تنها با توجه به مشخصه های چینه ایی دیرینه آن به تریاس پسین نسبت داده شده است.

افق‌های آتشفشانی TR_n^r, TR_n^a با ضخامتی نامشخص، بیشتر بصورت میان لایه در میان واحدهای تخریبی TR_n^{sh} نمایان است. این واحدها از گدازه های آتشفشانی و توف با ترکیب میانه تا اسیدی پدید آمده اند. گدازه های واحد TR_n^a بافت پورفیریتیک با زمینه میکرولیتی و یا جریان‌ی دارند. در متن آنها بلورهای شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار پلاژیوکلاز (الیگوکلاز - آندزین)، پیروکسن وجود دارد. زمینه این سنگ ها از فلدسپات‌های آلکالن (سدیک - پتاسیک) به همراه کوارتزهای میکروکریستالین و کانی‌های ثانویه (کلسیت، کلریت، اپیدوت و آلبیت) تشکیل شده‌است. ترکیب سنگی گدازه‌های واحد TR_n^a در حد آندزیت - تراکی آندزیت و آندزیت بازالتی گزارش شده است.

بافت سنگ های واحد TR_n^r پورفیریتیک با زمینه کریپتوکریستالین است. پلاژیوکلاز (الیگوکلاز - آندزین)، فلدسپات آلکالن (اورتوز) و کوارتز درشت بلورهای سنگ هستند که به گونه شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار در متن سنگ حضور دارند. زمینه نهان بلورین سنگ از فلدسپات‌های سدیک تا پتاسیک، کوارتز و آمفیبول تشکیل شده‌است. کانی‌های رسی، کلریت، اپیدوت و کربنات کانی‌های ثانویه هستند. نام سنگ های واحد TR_n^r در حد داسیت - ریوداسیت است. با توجه

به نمودارهای K_2O+Na_2O در مقابل SiO_2 و نمودار (میاشیرو ۱۹۷۴) سنگ های مذکور حاصل تبلور یک ماگمای ساب آلكالین از نوع كالك آلكالین بوده است.

در شمال خاوری کوه سیاه و جنوب باختری کوه اعلاء واحد TR^{ls} شامل تناوبی از ماسه سنگ های قهوه ای رنگ و مارن است که به صورت پیوسته و هم شیب بر روی واحد شیلی نایبند جای دارد.

کرتاسه

واحد K^c

این واحد آواری، بصورت رخنمون هایی کوچک در جنوب - جنوب خاوری کوه اعلاء دیده می شود. واحد K^c تناوبی از کنگلومرای قرمز تا قهوه ای رنگ، ماسه سنگ دانه ریز تا دانه درشت آركوزی قرمز رنگ، شیل آهکی و سیلتی سبز - ارغوانی، در بر دارد. ستبرائی واحد آواری کرتاسه نزدیک به ۱۰۰ متر است. قطعات سازنده کنگلومرا بیشتر از نوع ماسه سنگی، سنگ آهکی، سیلیسی، سنگ های دگرگونه از نوع فیلیت کهن تر (ژوراسیک؟) هستند. اندازه قطعات کنگلومرا از چند میلی متر تا ۲۰ سانتی متر متغیر است. جورشدگی قطعات خوب و گرد شدگی آنها متوسط است. قطعات کنگلومرا با یک سیمان کربناته سخت به یکدیگر جوش خورده اند. مرز زیرین این واحد به صورت ناپیوسته و دگرشیب با واحدهای سنگی تریاس و مرز زیرین آن به صورت هم شیب و پیوسته با سنگ آهک های کرتاسه است. در این واحد فسیل شاخص یافت نشد اما از لحاظ چینة نگاری و ترکیب سنگی می توان آن رامعادل کرتاسه پسین در نظر گرفت.

واحد K^{ll} (سازند تفت)

بیشترین رخنمون این واحد در کوه های پنجه انگشت، اعلا و عیش نمایان است. واحد K^{ll} از سنگ آهک، ماسه سنگ آهکی، ماسه سنگ گلوکونیتی و شیل به رنگ کرم تا خاکستری تیره به گونه ستر لایه و ستیغ ساز پدید آمده است. ضخامت این واحد در حدود ۲۰۰-۱۰۰ متر می باشد. سنگ آهک های آن از نوع میکرواسپاریت، بیومیکرواسپاریت، میکریت و اوواسپاریت هستند. نمای ظاهری سنگ آهک ها لانه زنبوری همراه با حفره های انحلالی است. به باور سیدامامی (۱۹۷۲)، زمان آغاز نهشته گذاری سنگ آهک های این واحد در بارمین بوده و به طور متناوب تا آپتین - آلبین ادامه داشته اند. این سازند بصورت ناپیوسته و زاویه دار بر روی واحد شیل و سنگ آهکی تریاس جای دارد. مطالعه میکروفسیل های موجود، سنی معادل کرتاسه پسین (بارمین، آپتین - آلبین) را به این واحد داده است:

Orbitolina spp., *Dictyoconus sp.*, *Valvulammina picardi* *Litunella sp.*, *Lenticulina sp.*, *Pseudochrysalidina sp.*, *Lamelibranchiata* *Nautiloculina*, *Textularia sp.*, *Cuneolina sp.*, *Cuneolina primitiva* *Quingueloculina sp.*, *Prealveolina sp.*, *Lithocodium aggregatum* *Nautiloculina oolithia*, *Cylinatroporella sp.*, *Bouenia sp.*, *Miliolids* *Microgastropoda*

واحد K_u^m , K_u^{ml}

برونزدهای واحد K_u^m در شمال باختری روستای فراغه و پیرامون کوه اعلاء نمایان است. این واحد از تپه های به نسبت کم ارتفاع مارنی سبز تا خاکستری روشن با ضخامتی در حدود ۵۰ متر تشکیل شده اند. واحد K_u^m به صورت جانبی به واحد K_u^{ml} تبدیل می شود. واحد K_u^{ml} از سنگ آهک های میکریتی، سیلتستون های آهکی به رنگ شیری تا خاکستری روشن و مارن های صورتی رنگ پدید آمده است. سنگ آهک های واحد K_u^1 و واحد K_u^2 به صورت ناپیوسته و هم شیب واحدهای K_u^m و K_u^{ml} را می پوشانند. در نمونه های نرم این واحد میکروفسیل های زیر به سن سنومانین یافت می شوند: *Valvulammina picardi*, *Orbitolina sp.*, *Iraqia sp.*, *Hedbergella sp.*, *Rotalia sp.*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Oligosteginids*, *Cuneolina sp.*, *Miliolidae*, *Golmispira sp.*, *Rudists fragments*, *Crinoids*, *Gastropoda*, *Bryozoa*

واحد K_u^1

این واحد در شمال و شمال خاوری کوه اعلاء برونزد دارند و از سنگ های آهکی بیومیکریت تا بیومیکرواسپاریت خاکستری تا خاکستری تیره با ضخامتی در حدود ۱۰۰-۵۰ متر تشکیل شده است. این واحد به صورت ناپیوسته و همشیب بر روی واحد سنگ آهکی - مارنی کرتاسه پیشین قرار دارد. در سنگ های این واحد که با نشانه K_u^1 بر روی نقشه زمین شناسی معرفی شده است، میکروفسیل های زیر به سن (سنومانین - سانتونین) یافت می شوند:

Calciophaerula innominata lata, *Stomiosphaera sphaerica*, *Gavelinella sp.*, *Rotalia sp.*, *Globotruncana sp.*, *Nummoloculina sp.*, *Cibicides sp.*, *Textularids*

واحد Ku^2

سنگ‌های وابسته به این واحد در شمال خاوری کوه اعلاء نمایانند و از سنگ‌های آهکی بیومیکرواسپاریت خاکستری تا شیری، با ضخامتی بین ۲۰۰-۱۰۰ متر تشکیل شده‌اند. مرز زیرین این واحد پیوسته و همشیب با واحد Ku^2 و مرز زیرین آن به صورت ناپیوسته و زاویه دار در با واحد OM^1 است. بر پایه سن لایه‌های سنگ‌آهکی زمان پیدایش این سازند به سن کرتاسه پسین (سانتوین - کامپانین) نسبت داده شده است فسیل‌های زیر برای این سنجش دیرینه استفاده شده است.:

Globigerinelloides sp., *Hedbergella sp.*, *Orbitolina sp.*, *Lacazina sp.*
Chrystellaria sp., *Nummofallolia sp.*

سنوزوئیک

الیگوسن - میوسن

واحدهای O^c , O^{cm}

واحد O^c در هسته تاقدیس کوه عیش و جنوب - جنوب خاوری کوه اعلاء رخنمون دارند و تناوبی از کنگلومرا و ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از مارن گچ‌دار و به رنگ قرمز-قهوه‌ای و خاکستری تیره پدید آمده است. لایه‌های کنگلومرایی تا اندازه‌ای سخت و متراکم هستند قطعات آن بیشتر از سنگ‌های کربناته پرمین، کرتاسه و ماسه‌سنگ تشکیل شده‌است.

نسبت لایه‌های مختلف سازنده این واحد در مناطق مختلف متغیر است. از نظر سنگی و چینه‌ای واحد O^c هم ارز سازند قرمز زیرین است که در محیط‌های قاره‌ای الیگوسن ایران مرکزی تشکیل شده‌اند. واحد O^{cm} که در تاقدیس شمال خاوری کوه عیش رخنمون دارد و تناوبی از کنگلومرا خاکستری با جورشدگی ضعیف و گردشدگی متوسط و مارن‌های قرمز رنگ را در بر دارد نیز از نظر زمانی هم ارز نهشته‌های واحد O^c می‌باشد. مرز زیرین این سازند در بیرون از منطقه با سنگ‌های ائوسن زیرین ناپیوسته و زاویه دار است و هر جا که سنگ‌های ائوسن وجود ندارند با دگرشیبی زاویه دار بر روی سنگ‌های قدیمی‌تر قرار دارند. مرز زیرین آن با سازند قم ناگهانی و هم شیب است.

واحدهای OM^c , OM^{cm}

برونزدهای واحد OM^c در تاقدیس کوه عیش و جنوب - جنوب خاوری کوه اعلاء رخنمون دارند. این واحد تخریبی از کنگلومرایی با رنگ خاکستری تیره تا قرمز متمایل به قهوه‌ای، که در آن هیچ قطعه‌ای از جنس سنگ‌های کهن‌تر وجود ندارد، پدید آمده است. قطعات این کنگلومرا درون سازندی با گردشدگی و جورشدگی خوب تا متوسط در یک سیمان کربناته - اکسیدآهنی قرار دارند. مرز زیرین این واحد به صورت ناگهانی و همشیب با سازند O^c است. این واحد در شمال خاوری کوه عیش به تناوبی از کنگلومرا و مارن‌های قرمز OM^{cm} تبدیل می‌شود.

واحدهای OM^1 , OM^m , OM^{ms1} , OM^{ms2} (سازند قم)

نهشته‌های واحد OM^1 در کوه‌های اعلاء و عیش در شمال و شمال خاوری منطقه نمایان است. این واحد از سنگ آهک‌های بیومیکریت تا بیومیکرواسپاریت ضخیم لایه تا توده‌ای بسیار متراکم فسیل دار به رنگ کرم تا سفید شیری تشکیل شده است. به طور محلی سنگ‌آهک‌های آن از نوع زیستی-تخریبی هستند. فسیل‌های فراوانی از خانواده فرامینیفر، دوکفه‌ای و مرجان در آنها دیده می‌شود، که این فسیل‌ها به طور کامل خرد شده و با چشم غیر مسلح قابل تشخیص نیستند. رگه‌های کلسیت نیز در سنگ آهک‌ها دیده می‌شود. در بخش میانی این واحد، ضخامتی حدود ۵ متر سنگ‌آهک خاکستری روشن تا کرم رنگ، بدون آثار لایه‌بندی و به صورت توده‌ای دیده می‌شود که دارای آثار فراوانی از (*Lepidocyclina*) به اندازه ۳-۱ cm است در بخش زیرین این سنگ‌آهک یک لایه آهکی دیگر وجود دارد، که دارای آثار فراوانی از صدف دو کفه‌ای بلوری شده است که به صورت دیواره‌ای بلند با ستبرایی در حدود ۵۰۰-۳۰۰ متر می‌باشد. فرسایش این سنگ‌آهک از نوع تافونی همراه با درزه‌ها و شکستگی‌های فراوان عمود بر سطح لایه بندی به درازای حداکثر ۱۵-۱۰ متر دیده می‌شوند. درزه‌ها معمولاً باز و بدون پرشدگی است. مرز زیرین این با واحدهای OM^c و OM^{cm} همشیب و در بیشتر مناطق این مرز ناگهانی است. مرز زیرین با واحد OM^{ms2} همشیب است.

در نمونه‌های نرم این واحد میکروفسیل‌های زیر به سن الیگوسن پایانی - میوسن آغازین (شاتین - آکیتانین) وجود دارد:

Spiroclypeus sp., *Heterostegina sp.*, *Eulefidina sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Asterogerina sp.*, *Lepidocyclina sp.*, *Lithophyllum sp.*, *Nephrolepidina sp.*, *Miogyopsina sp.*, *Operculina sp.*, *Pseudolituonella sp.*, *Rotalia vienotti*, *Planaorbulina sp.*, *Textularids*, *Lenticulina sp.*, *Valvulina sp.*

Amphistegina sp., *Lepidocyclina sp.*, *Miogyopsinoides sp.*, *Miogyopsina sp.*, *Operculina sp.*

Pseudolituonella sp., *Asterigerina sp.*, *Planorbulina sp.*

Cibicides sp., *Rotalia vienotti*, *Spiroclypeous sp.*, *Echinodermata Echinoids* spine *Lithophyllum sp.*

Lithothamnium sp., *Miogyopsinoides complanatus Spiroclypeous sp.*

واحدهای OM^{ms1} و OM^m در شمال و شمال خاوری ورقه به شکل تپه‌های کم ارتفاع رخمون دارند. واحد OM^{ms1} تناوبی از مارن با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ را در بر دارد. مارن‌ها به رنگ سبز و نارنجی و ماسه سنگ به رنگ زرد-قهوه‌ای تا سرخ روشن به گونه اکسیده و سست هستند. همراه با مارن‌ها، آثار رگه‌های ژئیس به صورت رشته مانند، به ضخامت حداکثر ۱۰ سانتی متر وجود دارد. این واحد ضخامت متغیری دارد که چندان هم زیاد نیست ولی به دلیل شیب کم لایه‌ها (۳۰ - ۲۵ درجه به سمت جنوب خاوری) ضخامت ظاهری زیادی نشان می‌دهند. واحد OM^m بیشتر از مارن‌های نارنجی تا سبز همراه با لایه‌های ژئیس و کمی سنگ‌های آهکی بیومیکرواسپاریتی خاکستری پدید آمده است. سطح فرسایشی این واحد تا اندازه‌ای هموار است هر چند به طور محلی و در اثر فرسایش آب به مناطق ناهموار (badland) تبدیل شده است. همبری زیرین واحد OM^{ms1} در بیشتر نقاط با واحد کنگلومرا و مارنی الیگومیوسن O^{cm} پیوسته و هم شیب و همبری زیرین آن با واحد ماسه سنگی میوسن نیز پیوسته و همشیب است. رخمون‌های واحد OM^{ms2} در شمال و شمال باختری محدوده نقشه ابرکوه برونزد دارند و شامل تناوبی از مارن و مارن‌های گچ دار کرم تا سبز روشن و ماسه سنگ‌های قهوه‌ای تا خاکستری روشن، کرم تا زرد با لایه‌بندی نازک تا متوسط و منظم می‌باشند. میان لایه‌هایی از کنگلومرای قهوه‌ای با جورشدگی و گردشگی متوسط، که از قله‌های ماسه‌سنگی و سنگ‌آهکی قدیمی‌تر تشکیل شده‌اند، در داخل واحد دیده می‌شود. در برخی نقاط واریزه‌هایی از لایه‌های گراول پوششی بر روی مارن‌ها ایجاد نموده است. همبری زیرین واحد OM^{ms2} با واحد OM^c و OM^1 هم شیب و همبری زیرین آن با واحد OM^m نیز پیوسته و همشیب است. ارتباط جانبی واحدهای الیگومیوسن با سایر واحدها بعلا قرارگیری در زیر پوشش رسوبات جوانتر نامشخص است.

واحد M^s

نهشته‌های این واحد که در شمال خاوری کوه عیش رخمون دارد در برگیرنده ماسه سنگ‌های قهوه‌ای تا کرم رنگ با لایه بندی خوب همراه با میان لایه هائی از مارن های سبز تا قرمز و مارن‌های گچ‌دار است. مرز پایینی این واحد با واحد OM^{ms1} از سازند قم هم شیب و مرز بالایی آن با واحد PIQ^{cm} هم شیب، ناپیوسته و با تفاوت لیتولوژی مشخص است. ضخامت این واحد در حدود ۱۵۰-۱۰۰ متر است.

واحدهای PIQ^{cm} , PIQ^c , PIQ^m , PIQ^{tr1} , PIQ^{tr2}

واحدهای تخریبی پلیوسن - کواترنر بخشی گسترده از نیمه خاوری ورقه ابرکوه را پوشانده‌اند. واحد PIQ^{cm} تناوبی از کنگلومرا و مارن‌های گچ‌دار را در بر دارد که بر روی واحد M^m به گونه هم شیب و ناپیوسته جای دارد و به طرف بالا واحد PIQ^{cm} به واحد کنگلومرای PIQ^c تبدیل می‌شود. واحد PIQ^c تناوبی از لایه‌های کنگلومرای نیمه سخت تا سست خاکستری روشن پدید آمده است، بیشتر قطعات کنگلومرا از جنس سنگ های کربناته الیگومیوسن و کرتاسه هستند این قطعات گردشگی و جورشدگی متوسط دارند. اندازه قطعات از چند میلیمتر تا چند سانتی‌متر است. واحد به علت شیب کم (بین ۱۰-۵ درجه) در گستره‌ی بزرگی از بخش مرکزی و شمال خاوری منطقه رخمون دارد و اکثراً پادگانه‌های بلندی با ضخامت نه چندان زیاد را پدید آورده است. میان لایه‌هایی از مارن‌های گچ دار و ماسه سنگ های زرد رنگ تا خاکستری روشن در این واحد وجود دارد. واحد PIQ^m که در مناطق شمال و شمال باختری شهر ابرکوه رخمون دارند، از مارن‌های گچ دار قرمز، کرم و سبز پدید آمده است و به صورت هم شیب و تدریجی بر روی واحد PIQ^c قرار دارند.

در شمال فراغه، جنوب خاوری کوه پنجه انگشت و جنوب خاوری کوه اعلاء افق هائی از سنگ آهک‌های متخلخل (مشابه با تراورتن) در مجاورت واحد PIQ^{m1} قرار می‌گیرد و نوع ارتباط آنها در زیر رسوبات جوانتر نامشخص است و روی نقشه به صورت واحدهای PIQ^{t1} و PIQ^{t2} تفکیک و معرفی شده‌اند. رنگ این تراورتن‌ها سفید، لیموئی و قرمز است که بعلت کم بودن سبتر (حداکثر تا ۲۰ متر) و تخلخل زیاد قابل بهره برداری نیستند.

نهشته‌های کواترنر

آبرفت‌های کواترنر در ورقه ابرکوه به دلیل سیمای فرو افتاده و پست آن گسترش بسیار زیادی دارند که بر اساس نوع مصالح و سطح ترازوی که اشغال کرده‌اند به گونه زیر تقسیم‌بندی شده‌اند.

واحد Q^{t1}

انباشته‌های کواترنر شامل پادگانه‌های آبرفتی قدیمی و بلند در مناطق کوهستانی که سطحی نسبتاً هموار داشته و بر روی واحد‌های کهن‌تر قرار گرفته‌اند و آنها را می‌توان بقایائی از دشت‌های آبرفتی کهن در نظر گرفت.

واحد Q^{t2}

انباشته‌های این واحد از کنگلومرای سخت نشده به شکل مخروط افکنه و دشت‌های آبرفتی کم ارتفاع، با عناصری درشت و آزاد تشکیل شده‌اند که بعلت داشتن شرایط سازوکار و خاک مناسب برای کشاورزی دارای اهمیت هستند.

واحد Q^{al}

آبرفت‌های در حال تشکیل در بستر رودخانه‌ها و ماندرهای سیلابی و فصلی از دیگر نهشته‌های کواترنری هستند که در زمان حاضر نیز تشکیل می‌شوند.

واحد Q^{f1}, Q^{f2}

انباشته‌های مخروط افکنه‌های کهن و جوان که هنگام کاهش ناگهانی قدرت حمل رودخانه در جای پیوستن دره‌ها به دشت‌ها تشکیل می‌شوند و شامل رسوبات سیلتی، ماسه‌ای و قلوه سنگی هستند که از سمت کوهستان به سمت دشت از اندازه آنها کاسته می‌شود.

واحد Q^p

پائین‌ترین سطح زهکشی بیابان‌ها را که یک حوضه توپوگرافی یا یک حوضه آبخیز داخلی را در برمی‌گیرد پلایا می‌نامند که حاصل تخریب و فرسایش در حوضه‌های آبخیز و پدیده‌های مختلف اقلیمی و تغییرات آب و هوا در طی دوره‌های کواترنر در هر منطقه است. پیدایش این پلایاها بطور مستقیم در ارتباط با عوامل فرسایشی است. بررسی چین‌خوردگیهای گذشته این پلایاها فرسایشی نشان می‌دهد که در طول دوره کواترنر بخش عظیمی از رسوبات، در اثر تخریب از میان رفته و از تاق‌دیس‌ها و ناودیس‌ها، سطوح هموار یا نسبتاً هموار کنونی بجا مانده است. به دین سان، دشتی یکنواخت و هموار پدیدار شده که به وسیله برآمدگی‌های محسوسی با چاله‌های مجاور خود ارتباط دارد بیشتر این پلایاها سطح پایه رودخانه‌های فراوانی بوده‌اند که در طول دوره کواترنر مواد تخریبی ارتفاعات مجاور خود را حمل نموده و در آن انباشته کرده‌اند و بسته به میزان دبی آنها و فعالیت آن در محل تخریب، مواد فرسایش یافته سراسر پلایا را پوشانده‌اند. شرایط آب و هوایی در دوره کواترنر در تنوع ناهمواری‌ها و شکل ظاهری میان چاله‌ها بسیار مؤثر بوده است به طوری که هر جا مرطوب‌تر و میزان بارندگی و پراکندگی آن بیشتر بوده این چاله‌ها به دشت‌های حاصلخیز تبدیل شده‌اند، ولی هر اندازه که خشکی هوا افزایش یافته چهره بیابانی به خود گرفته‌اند. پلایای ابرکوه نیز از این نوع است. از شمال باختری به جنوب خاوری دشت ابرکوه، حدود چند صد کیلومتر موازی با روند کوه‌های همبست، گودی یا مرداب گاو خونی گسترش دارد. (کفه‌های طاقستان - حسن آباد - ابرکوه).

واحد Q^{scg}

پهنه‌های رسی، نمکی و ژپس‌داری هستند که در شمال کفه ابرکوه جای دارند و به طور کلی به صورت باتلاق‌های نمکی هستند.

واحد Q^{sd}

شامل تلماسه‌های بادی با سیمان شدگی ضعیف و خاستگاه بادی بوده که به وسیله بادهای شدید و توفانی تشکیل شده و توسط آنها نیز قابلیت جابجائی و روان شدگی دارند. واحد Q^{sd} از نظر زمانی هم ارز آبرفت‌های رودخانه‌ای هستند.

واحد Q^{scs}

پهنه‌های رسی، نمکی و شن‌داری هستند که در شمال خاوری کفه ابرکوه جای دارند و به طور کلی به صورت باتلاق‌های نمکی هستند.

واحد Q^{sf}

در محدوده باختری و شمال باختری کفه ابرکوه، نواحی بسیار پست و مسطح به صورت پهنه‌هایی گسترده وجود دارند که دارای رنگ سفید تا کرم روشن هستند و توسط مقادیر شایان از مواد نمکی و تبخیری پوشیده شده‌اند. این نواحی دارای سیستم آبراه‌های بسیار ضعیف‌اند اما رسوبات دارای همگنی خوبی هستند. در فصول بارندگی، این نواحی تا اندازه‌ای باتلاقی می‌شوند و گذشتن از آنها خطرناک است. در نواحی مرکزی و پیرامون این مناطق به طور معمول سطح آبهای زیرزمینی بالا و نزدیک به سطح زمین است.

واحد Q^c

رخنمون‌های این واحد کنگلومرانی سخت نشده در شمال باختری ورقه در پیکره‌ای گسترده برونزد دارند. این واحد تخریبی دارای جورشدگی ضعیف است و قطعات تشکیل دهنده آن از واحد‌های سنگی کرتاسه و الیگومیوسن می‌باشند. همچنین، کفه‌های گلی Q^{mu}، کفه‌های مارنی Q^{mf}، کفه‌های ماسه‌ای - رسی Q^{sc}، کفه‌های رسی Q^{cf} و کفه‌های نمکی - شنی Q^{ss} از دیگر نهشته‌های کواترنری هستند که در زمان حاضر نیز تشکیل می‌شوند.

سنگ‌های نفوذی**واحد ap**

در شمال خاوری کوه سیاه و شمال تپه محمد غلامی این واحد آپلیتی به شکل توده‌های کوچک و یا زبانه‌های دایک گونه دیده می‌شود. سنگ‌های این واحد رنگ صورتی تا شیری و بافت پورفیریتیک دارند در متن این سنگ‌ها درشت بلورهائی از پلاژیوکلاز و کوارتز و در زمینه کوارتز - فلدسپات وجود دارد. با توجه به اینکه سنگ‌های نفوذی واحد ap واحد OM¹ را قطع کرده‌اند، زمان تشکیل آنها پس از میوسن آغازی (Post Early Miocene) است.

زمین‌شناسی ساختمانی

گستره نقشه ابرکوه در تقسیم بندی‌های رسوبی - ساختاری ایران بخشی از پهنه سنندج - سیرجان (اشتوکلین ۱۹۶۸) به شمار می‌آید که در حاشیه جنوب باختری ایران مرکزی قرار گرفته است. مرز شمالی پهنه‌های سنندج - سیرجان با ایران مرکزی به دلیل پوشش گسترده سنگ‌های ترسیر و رسوبات کواترنز، تغییرات جانبی رخساره‌ها و نیز دگرشکلی‌های پیچیده به خوبی مشخص نیست. فروافتادگی‌های دریاچه ارومیه، توزلوگل، گاوخونی و جازموریان فصل مشترک تقریبی سنندج - سیرجان با ایران مرکزی است (اشتوکلین ۱۹۶۸).

کهن‌ترین سنگ‌های منطقه دولومیت و سنگ آهک‌های بیومیکرواسپاریت وابسته به پرمین پایانی است که در قسمت باختری، رخنمون دارند لذا شاهدهی برای تحلیل رویدادهای تکتونیکی پیش از پرمین در منطقه وجود ندارد. در اواخر پرمین رخساره‌های دریایی کم عمق رسوبگذاری (سازند سرخ شیل) به رسوبات کربناته تریاس پیشین می‌پیوند. در طول تریاس فعالیت‌های محدود آتشفشانی جنبش‌های کوهزایی اواخر تریاس (معادل با فاز کوهزایی سیمین پیشین) موجب پسروی دریای تریاس و چین‌خوردگی واحدهای پرمین - تریاس، منطقه بوده‌است، در کرتاسه پیشین دریا بار دیگر پیشروی کرده و تا اواخر این زمان دریای کم عمقی بر منطقه حکمفرما می‌شود که رسوبات سخت شده آن به صورت دگرشیب واحدهای کهن تر را می‌پوشاند. در کرتاسه پسین بار دیگر تکاپوهای زمین‌ساختی (هم ارز با فاز

کوهزایی لارامید) موجب پسروری دریا، چین خوردگی و ایجاد شرایط قاره‌ای در منطقه می‌شود. شرایط قاره‌ای تا اواخر الیگوسن در منطقه باقی می‌ماند.

در اواخر الیگوسن پیشروی دریا موجب قرارگیری لایه‌های تخریبی سازندهای سرخ زیرین به صورت دگرشیب بر روی واحدهای قدیمی تر منطقه شد. این دریا به صورت کم عمق تا آکیتانین (سازند قم) بر منطقه حکم فرما بوده است. لایه‌های متناوب تخریبی - مارنی در پلیوسن همراه با واحدهای آهکی PIQ^{tr} نشانگر پیدایش حوضه‌های کوچک رسوبی در زمان پلیوسن - کواترن است، که سرانجام تحت تاثیر جنبش‌های کوهزایی اوایل کواترنی چین خورده و از آب خارج شده‌اند. نهشته‌های مربوط به کواترنی در تمام نقاط به گونه ناهمساز بر روی واحدهای قدیمی تر قرار گرفته‌اند. تحت تاثیر حرکات تکتونیکی یاد شده گسل‌ها و چین خوردگی‌های زیادی ایجاد شده است که روند عمومی محور چین‌ها شمال باختری - جنوب خاوری و گسل‌های راستالغز دارای روند شمال خاوری - جنوب باختری و شمال باختری - جنوب خاوری‌اند. از میان مهمترین گسل‌های موجود می‌توان به زون گسلی محدوده مرکزی، گسل‌های تل برزه و کفه طاقستان اشاره نمود که بیشتر با عملکرد شیب لغز موجب اختلاف ارتفاع در میان واحدهای مختلف سنگی شده‌اند.

مهمترین چین خوردگیهای منطقه شامل تاقدیس‌های کفه طاقستان و کوه عیش است که با روند شمال باختری - جنوب خاوری در میان واحدهای سنگی الیگوسن - میوسن نمایانند و محور آنها به سمت شمال باختر تمایل دارد. مهمترین عارضه ساختمانی ناحیه گسل دهشیر است. این گسل با امتداد شمال باختری - جنوب خاوری از خاورخارج منطقه عبور می‌کند. این گسل با طول ۳۵۰ کیلومتر از جنوب نائین شروع و تا نزدیکی منطقه سیرجان ادامه دارد (بربریان و کینگ، ۱۹۸۱). در بخش باختری این گسل از دهشیر تا شهر بابک، افیولیت‌های کرتاسه پایانی - پالئوسن در طول بیش از ۲۰۰ کیلومتر رخنمون دارند و به نظر می‌رسد که آخرین حرکت آن از نوع راستالغز راست بر بوده باشد (درویش‌زاده ۱۳۷۰). عمیدی (۱۳۶۲) معتقد است این گسل واحدهای سنگی کرتاسه را ۵۰ کیلومتر جا به جا نموده است.

در این منطقه گسل‌هایی با امتداد NW-SE که زاویه‌ای در حدود ۱۵ درجه با گسل دهشیر می‌سازند جا به جایی راستالغز راست بر دارند، که از آن جمله می‌توان به گسل‌های کفه طاقستان و کل برزه اشاره نمود. دسته دوم گسل‌های منطقه امتداد کلی WSW-ENE تا NE-SW دارند. این شکستگی‌ها زاویه‌ای در حدود ۷۰ درجه با گسل دهشیر داشته و بیشتر جابه‌جایی راستالغز چپ‌بر نشان می‌دهند. بیشتر گسل‌های موجود در کواترن از گسل‌های گروه دوم به شمار می‌آیند که از جمله می‌توان به گسل‌های بخش مرکزی منطقه اشاره نمود. جابه‌جایی در امتداد گسل‌های یاد شده را می‌توان به دلیل نیروهای فشارشی با امتداد NNE-SSW که عمود بر جهت باز شدگی دریای سرخ است توجیه نمود. پدیده ساختمانی دیگری که در منطقه وجود دارد حوضه‌های فروافتاده کفه طاقستان و ابرکوه است که در جنوب خاوری و شمال منطقه و در حد پهنه‌های سنندج - سیرجان و ارومیه - دختر قرار دارند که علوی (۱۹۹۴) این حوضه‌های فروافتاده را تکتونیکی دانسته است.

زمین‌شناسی اقتصادی (نشانه‌های معدنی)

گستره مورد بررسی دارای قابلیت‌های معدنی زیر می‌باشد:

سنگ‌آهک‌های واحد OM^1 در کوه اعلاء و جنوب آن به دلیل بلوک دهی مناسب و نداشتن خلل و فرج ارزش معدنی دارند در محدوده نقشه ابرکوه معادن بسیاری جهت استخراج بر روی سنگ‌آهک‌های سازند قم احداث شده است اما به علت نبود بازار و یا بازاریابی مناسب، بهره برداری مناسبی از آنها صورت نمی‌گیرد و بیشتر آنها تعطیل‌اند. تراورتن‌های قرمز واحد PIQ^{tr} در شمال روستای فراغه و جنوب باختری کوه اعلاء جهت سنگ نما مورد بهره برداری قرار گرفته‌اند. همچنین تراورتن‌های شیری تا سفیدرنگ پلیوسن - کواترنی در شمال و شمال باختری ابرکوه نیز مورد بهره برداری قرار دارند.

در شمال باختری روستای فراغه آثار معادن متروکه خاک سرخ به فراوانی وجود دارد که در گذشته جهت نماسازی استخراج شده اند.

پهنه‌های رسی و گلی پیرامون کفه ابرکوه در آجرپزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از منابع تبخیری جنوب خاوری ابرکوه و پیرامون کفه ابرکوه نمک استخراج می‌شود. در بخش خاوری ابرکوه، در داخل نهشته‌های نئوژن آثار لایه‌های گچ وجود دارد که در حال حاضر فاقد ارزش اقتصادی هستند.

کتابنگاری

- درویش‌زاده، ع، ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران، نشر دانش امروز.
- آقاباتی، ع، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- مهدوی، م.ع، ۱۳۷۵، شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش آباده با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- عمیدی، س.م، ۱۳۷۲، نقشه زمین‌شناسی آباده با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- وکیل، ف، ۱۳۸۲-۱۳۸۱، گزارش داخلی گروه فسیل‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- کیهانی، ع، ۱۳۸۳، گزارش داخلی گروه فسیل‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- محتاط، ط، ۱۳۸۲، گزارش داخلی گروه فسیل‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- داوری، م، ۱۳۸۲-۱۳۸۱، گزارش داخلی گروه سنگ‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ذوالفقاری، ص، ۱۳۸۲، گزارش داخلی گروه سنگ‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Berberian, M. & King, G.C.P, 1981, Toward a Paleogeography and Tectonic Evolution of Iran. Canadian Journal of Earth Science, 18, 210-265
- Alavi, M., 1994, Tectonic of the Zagros orogenic belt of Iran: new data Tectonophysics 229, 211-238.. and interpretations