



وزارت صنعت، معدن، تجارت

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

عنوان:

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ آلود

شماره برگه:

۵۱۶۲

تهیه کننده / تهیه کنندگان:

ج. عمرانی ، الف. ر. خبازنیا

سال تولید:

۱۳۸۱ (2003)

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگه شماره ۵۱۶۲ - ورقه آلوت

مقدمه

این ورقه نام خود را از روستای آلوت در حدفاصل جنوب خاوری شهرستان سردشت و باختر بانه، نزدیک به رودخانه کلاس که به فاصله کمی وارد کشور عراق می شود گرفته است و محدوده‌ای میان طول‌های خاوری ۳۰' ۴۵° تا ۰۰' ۴۶° و عرض‌های شمالی ۰۰' ۳۶° تا ۳۰' ۳۶° را در بر می گیرد. ناحیه مهاباد و جنوب آن از دیدگاه تقسیم بندی‌های زمین ساختی هر چند که در امتداد زون سنندج-سیرجان جای گرفته ولی از دیدگاه ویژگی‌های ساختاری چندان همسانی با ناحیه سیرجان و یا سنندج ندارد ولی به خاطر پاره‌ای از ویژگی‌های زمین ساختی در بخشی با ایران مرکزی و البرز قابل مقایسه است. سرگذشت زمین شناختی و ویژگی‌های آن ما را ناچار به در نظر گرفتن زونی ناهمسان می نماید که نبوی (۱۳۵۵) آن را زون خوی - مهاباد نام نهاده و افتخار نژاد (۱۳۵۸) بخشی از محدوده نقشه را زیر نام زون همدان-ارومیه توصیف می کند. وجود سنگ‌های کهن پرکامبرین و ضخامت زیاد این واحدها، که همگان دگرگونه‌اند و پیوستگی نه چندان یکنواخت چینه نگاری تا پالئوزوئیک زیرین از جمله این ویژگی هایند. واحدهای به نسبت ضخیم کرتاسه، در برگیرنده یک مجموعه رسوبی شیلی تا آتشفشانی، با نبود سنگ‌هائی از تریاس ژوراسیک نمایان می شود و در مرز جداکننده میان پالئوزوئیک زیرین و کرتاسه، آهک‌های پرمین را شاهدیم که بی ریشه و بدون نظم چینه نگاری‌اند و گهگاه با راندگی بر روی سنگ‌های کهن تر و یا جوان تر از خود جای دارند. مجموعه آمیزه رنگین، در جنوب باختر ناحیه که دنباله آن به نزدیکی سردشت می رسد، در یک ترادف و یا ریفت درون قاره‌ای پدیدار شده است که سن اجزای رسوبی آن به پالئوسن می رسد.

در محدوده ورقه آلوت، گرانیته دوران کهن ترین فاز ماگمائی است که به درون واحدهای دگرگونه پرکامبرین نفوذ کرده است. پیش از آن، از ریولیت‌های مجموعه دگرگونه باید یاد کرد که در پهنه‌ای گسترده از جنوب مهاباد تا شمال بانه رخنمون یافته‌اند و به بالاترین بخش مجموعه یاد شده تعلق دارند. در اواخر کرتاسه - اوائل پالئوسن و شاید همزمان با بسته شدن اقیانوس یاد شده، و با فاز لارامید واحدهای کرتاسه دگرگون شدند. در طی ساز و کار این فاز بخشی گسترده از ناحیه، بطور عمده نواحی شمال خاوری ورقه، زیرپوش توده‌های نفوذی رفته‌اند که ترکیب آنها از دیدگاه سنگ شناختی از کوارتز دیوریت تا گرانیته تغییر می کند.

جغرافیا

ورقه آلوت در باختر کشور جای دارد و بخش‌هایی از دو استان آذربایجان غربی و کردستان را در برمی گیرد. جاده اصلی مهاباد سردشت - بانه و نیز بانه - سقز از درون این ورقه می گذرند و توسط راه‌های شوسه و فرعی درجه ۲ و مال رو می توان به بخش‌هایی از منطقه دسترسی یافت ولی به علت کوهستانی بودن آن، بسیاری از مناطق، صعب العبور و فاقد جاده اتومبیل رو هستند. از کوه‌های بلند و مهم آن کوه وازنه در شمال بانه به بلندی ۲۷۱۵ متر و کوه کاپری در بخش مرکزی منطقه به بلندی ۲۴۸۸ متر را می توان یاد کرد و از دیگر کوه‌ها می توان از بشار ماج، قلاع قوزلو و واکران نام برد. آب و هوای آن به علت موقعیت جغرافیایی و کوهستانی، دارای زمستان‌های سرد و برفی و تابستان‌های معتدل است. بیشترین درجه حرارت در تابستان ۳۸° سانتیگراد بالای صفر و کمترین آن در زمستان ۲۵ درجه زیر صفر است و میانگین بارش سالانه ۵۰۰ میلی متر است. این وضعیت آب و هوایی باعث شده است که در یال جنوبی ارتفاعات بلندی که با روند شمال باختری و جنوب خاوری از نواحی بلند باختر گردنه زمپارن آغاز و تا شمال خاوری بانه ادامه می یابد پوشش گیاهی جنگلی - نیمه جنگلی توسعه یابد که به سمت جنوب و جنوب باختر گسترده‌اند در حالی که مناطق شمال و شمال شرقی، خشک و تهی از پوشش گیاهی است و تنها در پیرامون روستاها که بطور

عمده درون دره ها جای دارند و اطراف چشمه‌های آب می‌توان گواه بر درختکاری بود. به علت بارش برف در زمستان، چشمه‌های فراوان، ولی بیشتر کوچک در سرتاسر منطقه یافت می‌شود. این چشمه ها بقای روستاهائی که به شمار به نسبت زیاد در منطقه پراکنده‌اند را تضمین می‌نماید. کوهستانی بودن منطقه و فقدان زمین‌های مناسب کشاورزی مانع از گسترش و رونق این آبادیها شده است. چه بسا روستاهائی که در ۲۰ سال اخیر متروکه و خالی از سکنه شده‌اند. شغل اصلی مردم این روستاها دامپروری و در درجه دوم کشاورزی است، محصولات کشاورزی آن هر چند کم ولی بطور عمده شامل گندم، جو، نخود و تخم آفتابگردان است. رودخانه‌های مهم آن شامل رودخانه کلاس، شکرپیگ، رودخانه چم سومیناس، چم سردکه و شوی می‌شوند. رودخانه کلاس که پرآب‌ترین آنهاست از جنوب شهرستان پیرانشهر از عراق وارد ایران می‌شود و پس از پیمایش و مسافتی، از جنوب خاوری شهرستان سردشت و از کنار روستای گرویس دوباره وارد عراق می‌شود. در سال‌های اخیر به علت توسعه شهری، بر وسعت شهرستان بانه که در سال‌های گذشته خارج از ورقه آلودت جای داشت افزوده شده و هم اکنون بخش‌های شمالی آن که مساحتی نزدیکی به یک سوم آن را شامل می‌شود در این ورقه قرار دارد.

ریخت شناسی

ورقه آلودت از دیدگاه ریخت شناسی در یک وضعیت یک دست کوهستانی جای دارد. مناطق بلند آن که قله وازنه در شمال بانه در امتداد آن است. منطبق با تراست اصلی است که واحدهای پرکامبرین و پالئوزوئیک را بر روی سنگ نهشته‌های مزوزوئیک رانده است. به جز واحدهای سخت آهکی و ماسه سنگی، دیگر واحدها، ریختاری همسان را به نمایش می‌گذارند. دره هائی که در نتیجه حفر رودخانه ها پدید آمده‌اند فزون بر فرسایش ناشی از جریانات آب تابع شرایط تکنونیک و عملکرد گسل‌ها هستند، بطوریکه حتی در مناطق یکنواخت از نظر لیتولوژی، همچون فیلیت‌های کرتاسه که پهنای گسترده‌ای را در اشغال خویش دارند، در مناطق پویای تکنونیک که گسل‌های خطی پرشیب وجود دارد، دره ها ژرف و خطی با پیچ و خم‌هایی با طول موج کوتاه در مسیر رودهایند.

آرایش و نوع آبراهه ها در گذر از سازندهای همسان متفاوت از نظر سنگ شناسی تغییر می‌کند، آن چنان که گستره‌های شیستی پرکامبرین و فیلیت‌های کرتاسه که بیشتر رختمونهای سنگی را می‌سازند حالت دندریتی دارند در حالیکه در محل سازندهای سخت مانند آهک‌ها و دولومیت‌های پالئوزوئیک و یا کرتاسه آبراهه ها به شدت تابع تکنونیک‌اند و بیشترشان بصورت عمود بر این طبقات آنها را قطع کرده و به سوی ارتفاعات پائین‌تر سرازیر می‌شوند. آبراهه‌های دندریتی که پیدایش آنها افزون بر جنس سنگ تابع عواملی نظیر شیب و جهات ساختمانی نیز است فاقد جهات اصلی‌اند و بطور عموم وابستگی با یکدیگر ندارند. مسیر آنها نامنظم است بگونه‌ای که آبراهه‌های فرعی می‌توانند با هر زاویه‌ای به جریان اصلی وارد شوند.

در مسیر جاده مهاباد- سردشت پس از گذر از گردنه زمزیران در محل جریان یافتن رودخانه کلاس در نزدیکی سردشت با یک افت ناگهانی ارتفاعات روبروئیم و بخش‌های فیلیتی کرتاسه که در این جا نیز حضور دارند به صورت نواحی کم ارتفاع در می‌آیند. این رودخانه پس از رسیدن به نزدیکی سردشت دوباره در دره‌های تنگ و باریک جریان می‌یابد و تا نزدیکی روستای آلودت که مجاور مرز عراق است در دره‌های عمیق با شیب توپوگرافی زیاد، به سوی جنوب سرازیر و از کشور خارج می‌شود.

وضعیت ریخت شناختی فیلیت‌های کرتاسه بسیار یکنواخت‌تر از شیل‌های پرکامبرین است که از نظر سنگ شناسی به تقریب همسان آن است. بدان علت که شیست‌های پرکامبرین در همه جا از یک سنگ شناسی یکسان برخوردار نیست بطوریکه طبقاتی که واجد لایه‌های مادر ماسه سنگی است و با بخش‌هایی که میزان کوارتز در آنها بالا می‌رود همچون ایگنمبریت و کریستال توف‌های دگرگون شده ستیغ سازاند. و نسبت به واحدهای نرم‌تر برجسته‌تر می‌شوند. به جز این، همه واحدهای آهکی یا ماسه سنگی پالئوزوئیک و پرکامبرین مانند سازندهای باروت، لالون، میلا و آهک‌های پرمین همگی صخره ساز هستند و عمدتاً در ارتفاع واقع می‌شوند.

چینه نگاری

مجموعه دگرگونی پرکامبرین که به دگرگونی‌های مه‌آباد معروفند، کهن‌ترین واحد زمین‌شناختی این منطقه است. این مجموعه، دربرگیرنده گنیس، شیست، اسلیت و متاریولیت بوده و محدوده‌ای گسترده از ورقه آلوت را می‌پوشاند. ضخامت زیاد این دگرگونه‌ها، با توجه به گسترش زیاد آنها و در نظر گرفتن بخش‌های راندگی در این مجموعه نزدیک به چند هزار متر می‌رسد. پائین‌ترین واحد PC^{gn} این مجموعه واحد گنیسی است که بطور عمده در نواحی نزدیک به راندگی اصلی شمال بانه حضور دارند. ضخامت این واحد متغیر و بیشترین آن در حوالی روستای خشکه دره و شمال روستای شوی است. همبری بالا و پائین آن بطور عمده گسله است چون هیچ بخشی که دلالت بر وضعیت تدریجی میان این واحد و دیگر واحدها نماید وجود ندارد. فزون بر آن درجه دگرگونی دیگر واحدها بسیار کمتر از PC^{gn} است. از دیدگاه سنگ‌شناختی، این واحد بیشتر، دارای بافت پورفایروبلاستیک است و فلدسپات‌ها بردیگر کانی‌ها برتری دارند. این کانی، گاه دارای ماگل‌های خمیده بوده و تیغ‌های بسیار ظریف سربیسیت و مسکویت را در درون خود دارند. بلورهای کوارتز با خاموشی موجی شدید به موازات شیستوزیته سنگ جهت یافته‌اند و در بعضی از نمونه‌ها با رشد توأم این کانی با فلدسپات آلکالی دیده می‌شود. کلریت، سربیسیت و مسکویت نیز بطور تاب دار و جهت یافته در امتداد شیستوزیته کلی سنگ حضور دارند. کانی‌های اوپاک و گاه زیرکن نیز دیده می‌شوند. سنگ‌های وابسته به این واحد در نگاه نخست به یک گرانیته گنیس و یا بگونه‌ای گرانیته تغییر شکل یافته و حتی میلیونیت همسان است ولی وجه تمایز مشخص آن با یک توده گرانیته، نبود آنکلاوهای ماگمایی در آن است. افزون بر آن، در توده گرانیته که در نزدیکی روستای سیاه در بالا رخنمون یافته است و فاصله‌ای چندان با گنیس یاد شده ندارد تفاوتی چشمگیر، هم از نظر بافت و هم آنکلاوهای درون آن، دارند. همبری ناگهانی و گسله PC^{gn} با واحدهای بالا و پائین آن تفسیر نهائی درباره چگونگی این واحد را دشوار می‌سازد. چنین می‌نماید که واحد گنیسی PC^{gn} در اثر فشارهای زیاد در نواحی ژرف زمین به مرحله تبلور دوباره و پیدایش گنیس رسیده‌اند و در مراحل نهائی جایگیری و فرآیندهای تکتونیکی، این واحد به صورت یک بخش سخت و استوار نسبت به واحدهای انعطاف پذیر شیستی و متاریولیتی به آسانی در سطح زمین رخنمون یافته است. فزون بر آن، محدود شدن به نواحی نزدیک راندگی اصلی و عدم پراستگی و توزیع گسترده آن در منطقه دلیلی بر تشکیل موضعی این واحد سنگی است. بجز این اگر واحد PC^{gn} بازمانده گرانیته باشد که دچار دگر شکلی شده است، سن این گرانیته نیز به پرکامبرین باز می‌گردد و پشت سر گذاشتن فازی دگرگونی تا حد رخساره آغازین شیت سبز آن را به این چهره کشانده است. بطور کلی، تکاپوی کم و بیش در یک دوره معین در پروتروزوئیک بصورت ایگنمبریت، ریولیت، توده‌های نیمه ژرف و گرانیته‌ی نشانگر وجود یک خاستگاه ماگمایی بوده که در اثر دگرگونی با متاریولیت و گنیس تبدیل شده‌اند (افتخارنژاد، ۱۳۵۸) و حتی پاره‌ای بر این باورند که این تکاپوی ماگمایی همزمان در ایران مرکزی نیز رخ داده است و این پدیده را به ماگمای ریفتی ارتباط می‌دهند. در ناحیه آلوت تناوب آشکار در سیمای دگرگونه PC^{gn} واحد گرانیته دوران امکان قدیمی بودن PC^{gn} را متحمل می‌سازد.

واحد PC^{sch} ضخیم‌ترین و وسیع‌ترین واحد سنگ‌شناسی در سرتاسر ناحیه ورقه آلوت به شمار می‌رود این واحد از نظر سنگ‌شناسی در برگیرنده مجموعه‌ای متشکل از شیست، اسلیت و فیلیت است و روندی بطور عمده شمال باختری - جنوب خاوری و موازی با راندگی اصلی را داراست. ضخامت واحد PC^{sch} به علت تکرار ناشی از راندگی‌های پشت سر هم و پیاپی اندازه‌گرفتنی نیست ولی بطور تخمین از مرز ۲۰۰۰ متر بیشتر به نظر می‌رسد. ضخامت زیاد و دیگر ویژگی‌های سنگ‌شناختی آن را با سازند کهر در البرز همسان می‌سازد. بخش‌های بالائی آن به یک واحد نه چندان ضخیم متاریولیتی PC^{mr} تبدیل می‌شود که بوضوح از همدیگر قابل تشخیصند. در آذربایجان نیز یک بخش متاریولیتی در بالای کهر وزیر سازن بایندر گزارش شده است (در ناحیه تکاب (م. علوی نائینی ۱۹۱۷) و مه‌آباد (افتخار نژاد ۱۹۸۹) که شباهت واحد PC^{sch} را بایندر دو چندان می‌نماید. رخنمون این واحد از جنوب مه‌آباد آغاز و بخش اعظم ورقه آلوت را می‌پوشاند و از سوی خاور بخش هائی از ورقه سقر را در برمی‌گیرد.

درجه دگرگونی واحد PC^{sch} ضعیف و در بعضی مناطق بسیار ضعیف است. از دیدگاه سنگ شناختی شامل کانی‌های کوارتز + فلدسپات + سریسیت ± مسکویت ± بیوتیت ± کلسیت بوده و کانی‌های فرعی آن شامل کانی‌های اپاک ± لوکوکسن ± اسفن ± آپاتیت ± تورمالین است و دارای بافت پورفایرولاستیک هستند. بلورهای کمی درشت تر و فلدسپات و کوارتز بطور عمده در یک متن بسیار ریز دانه متشکل از کوارتز - سریسیت و مسکویت با شلیستوزیته خاص خود جای دارند. در نمونه هائی که درجه دگرگونی آنها بسیار ضعیف است سنگ مادر تخریبی آن نوعی ماسه سنگ است که در یک نمونه آن دانه‌های کوارتز با اندازه 0/01 تا 0/1 میلی متر با گردشگی و جورشدگی متوسط، ۳۰ تا ۳۵٪ حجم سنگ را تشکیل می‌دهند. بلورهای پلاژیوکلاز (از نوع الیگوکلاز) با اندازه‌ای بین 0/1 تا 0/2 میلی متر از ۱۰ تا ۱۵ درصد حجم و بقیه آن شامل قطعات لیتیک که بیشتر فیلیتی و اسلیتی است در یک متن ریزدانه کوارتز + میکا + فلدسپات جای دارند. فیلیت ها و اسلیت ها با خاستگاه شیلی تا شیل ماسه‌ای از دیگر بخش‌های واحد PC^{sch} هستند که در لابلای این واحد رخنمون دارند. جایگاه آنها در این مجموعه تابع یک وضعیت مشخص نیست. چنین می‌نماید که این سنگ‌ها بطور جانبی به بخش شلیستی تبدیل شده باشند. سنگ مادر PC^{sch} بطور عمده از نوع تخریبی شامل شیل، ماسه سنگ و سیلت استون است و در درجه دوم سنگ‌های ولکانوسدیمینتر و توفی قرار می‌گیرند. چنین می‌نماید که حوضه رسوبی در حال فرو نشست پرکامبرین که این مجموعه بسیار ضخیم را در خود جای می‌داده با ورود زیاد سنگ‌های تخریبی و آذرین آواری به آن روبرو بوده است. در مناطق بسیار کم دگرگون شده حتی ویژگی‌های رسوبی نظیر کنکرسیون‌های ویژه محیط‌های توربیداتی همچنان محفوظ مانده‌اند. این مناطق نسبت به کل بخش PC^{sch} حجم زیادی را در بر نمی‌گیرند.

به هر حال حوضه رسوبی - آتشفشانی پرکامبرین و پروتروزوئیک در بازپسین گام‌ها، پذیرایی حجمی سترگ از سنگ‌های آتشفشانی اسیدی است که در روند فرآیند دگرگونی به یک واحد متاریولیتی تبدیل و در نقشه آوت بصورت PC^{mr} نمایانده شده است. بیشترین ستمبرای این واحد را می‌توان در شمال شهرستان بانه در کوه ازنه که بلندترین ارتفاع سرتاسر ورقه می‌باشد را شاهد بود. چنین می‌نماید که در این ناحیه ضخامت اصلی واحد PC^{mr} بیش از ۵۰۰ متر است و میانگین آن به ۲۵۰-۳۰۰ می‌رسد. رنگ عمومی آن خاکستری روشن متمایل به سبز و در بعضی مناطق خاکستری تیره متمایل به سیاه است. در بخش‌هایی که خاستگاه آن ریولیت یا داسیت است دانه‌های درشت کوارتز در یک متن جهت یافته بخوبی هویدا است. این رخنمون گسترده که پهنه گسترده‌ای را در اشغال خویش دارد تنها منحصر به ریولیت و یا داسیت نیست چرا که بیشتر جاها این سنگ‌ها به علت ویسکوزیته زیاد امکان گسترش در پهنای را ندارند، لذا خاستگاه یک توف اسیدی تا اینگمبیریتی برای آنها بسیار قابل قبول و منطقی به نظر می‌رسد بطوریکه این مجموعه، بیشتر به صورت نازک لایه و فاقد کوارتزهای دانه درشت است. درجه دگرگونی متاریولیت و متایگنمبریت ها نیز به سان شلیست ها است و به درجات بالاتر نمی‌رسد. دانه‌های درشت کوارتز که در بعضی از مناطق این واحد دیده می‌شوند نه به علت افزایش درجه دگرگونی بل که به علت خاستگاه منشاء آذرینی آن (کوارتز اولیه) یعنی همانا ریولیت و داسیت است. از دیدگاه سنگ شناسی واحد PC^{mr} مجموعه کوارتز ± فلدسپات ± سریسیت ± مسکویت را نشان می‌دهد و واجد بافت پورفایرولاستیک تا گرانولاستیک است. بلورهای درشت کوارتز بصورت نیمه شکل‌دار تا بی شکل دارای خاموشی موجی‌اند و در آنها کناره‌های خورده شده و خلیج مانند به فراوانی دیده می‌شود. آلکالی فلدسپات‌ها نیز بی شکل تا نیمه شکل‌اند و در بیشتر جاها بصورت پرتیت و میکروکلین دیده می‌شوند. اختصاصات اخیر کوارتز و فلدسپات همگی نشانگر آذرین بودن آنها هستند. زمینه سنگ بگونه‌ای فراگیر متشکل از کانی‌های کدر و اکسید آهن و حتی روتیل و آاناتاز می‌شوند. افق بالای PC^{mr} یک باند نازک کوارتزیته به ستمبرای نه چندان زیاد است که آن را می‌توان در کنار روستای خارپورده مشاهده نمود. همبری آنها تدریجی و عادی است و بنظر می‌رسد در یک محیط آرام تشکیل شده باشند. مطالعات سنگ شناختی این واحد سنگی (qz) نشان می‌دهد که دانه‌های پورفایرولاست کوارتز با خاموشی موجی که اندازه آنها گاه تا ۲/۵ میلی متر می‌رسد دارای خاستگاه اولیه ولکانیکی هستند. در لابه لای این دانه‌های کوارتز نوارهای باریک سریستی - میکائی بصورت کشیده حضور دارند که یک شستوزیته را به سنگ

بخشیده‌اند. زمینه سنگ متشکل از بلورهای ریز کوارتز با تبلور دوباره و تیغه‌های ریز میکائی بطور پراکنده در آن است که بازگویی تأثیر دگرگونی بر آن است.

واحد PE^{mr} بالاترین بخش مجموعه دگرگونی پرکامبرین را می‌سازد و از دیدگاه چینه نگاری چنین می‌نماید که هم ارز سازنده قره داش و ریولیت‌های مهاباد ناحیه تکاب باشد. این سازند با ضخامت حدود ۱۱۴۰ متر در مقطع تیپ (علوی نائینی، ۱۹۶۷) فزون بر کوارتز پورفیر و توف اسیدی شامل شیل‌های ارغوانی و سیاه و گاه شیل ماسه‌ای و در بخش میانی آن یک نوار دولومیتی به ضخامت ۱۲۰ متر است. نظیر همین متاریولیت‌ها و در همین افق در ناحیه ارومیه، کرافورد (به نقل از افتخارنژاد، ۱۹۸۰) سن ۳۰+۶۶۰ میلیون سال را بدست آورده است. فزون بر این، افتخارنژاد (۱۹۸۰) موقعیت آن را از دیدگاه چینه نگاری با مرز عادی و تدریجی در زیر بایندر می‌داند و بر این باور است که این ریولیت‌ها و توف‌های اسیدی هم ارز خروجی گرانیته دوران‌اند که در شیب‌های پرکامبرین PC^{sch} نفوذ کرده‌ولی خود در زیر بایندر جای دارند آنچنان که در جنوب مهاباد در خاور بایرام چنین دیده می‌شود.

آنچه مسلم است اینکه در ورقه آلوت به علت تکتونیک شدید ناحیه و جابجائی‌ها و راندگی‌های فراوان که در سرتاسر منطقه دیده می‌شود یک واحد نه در جایگاه خود و نه با اختصاصات تعریف شده مقطع تیپ دیده می‌شود. نبود آثار فسیلی در این مجموعه دگرگونه و فزون بر آن همبری‌های غیر عادی موجود در آنها در منطقه مورد مطالعه باعث شده که در سال‌های اخیر سن آنها مورد تردید قرار گیرد. ولی مدافعین جوان‌تر بودن این مجموعه دگرگونی دلایل کافی و قوی برای اثبات پرکامبرین نبودن آن در دست ندارند. بهر حال موقعیت چینه نگاری آن در شمال ورقه، سن کهن‌تر از سازند سلطانیه را محرز می‌سازد و همچنین تعیین سن‌های انجام شده در بخش‌های آذرین آنها چنانچه بیشتر گفته شد شواهد قوی تری به نظر می‌رسند.

سازند بایندر PE^{br} از سازندهای تعریف شده پرکامبرین است که بر روی واحدهای دگرگونه و در زیر سازند سلطانیه - باروت واقع می‌شود. در ورقه آلوت گسترش عمده این سازند در باختر آن در نزدیکی روستای جانداران، ارتفاعات مشرف به روستای کله گاوی، حوالی دکل مخابرات در گردند زم‌یزان و روستای کانی سفید است. در هیچ جای ورقه آلوت این سازند بطور عادی بر روی طبقات متاریولیتی که بالاترین واحد دگرگونه هاست جای نمی‌گیرد و ظاهراً همبری آنها تکتونیکی به نظر می‌رسد. بایندر در این ناحیه، همچون مقطع تیپ عبارت از یک ردیف آواری ارغوانی تا قرمز رنگ است و شامل ماسه سنگ قرمز میکا دار، سیلت استون و شیل می‌شود. در این مجموعه ماسه سنگ‌های دگرگون شده بردیگر انواع برتری دارند و از نظر سنگ شناسی واحدی است با بافت تخریبی که در آن کوارتز به فراوانی مشاهده می‌شود. این کانی با کناره‌های گرد شده و خاموشی موجی که کشیدگی آن در جهت کلی سنگ است بر دیگر کانی‌ها غلبه دارد. سایر کانی‌ها شامل فلدسپات با ترکیب بطور عمده پتاسیک، مسکویت بصورت تیغه‌های جهت یافته در میان دانه‌های کوارتز و فلدسپات و کانی‌های فرعی نظیر اپاک، تورمالین و زیرکن هستند. این قطعات از نظر جورشدگی و گرده‌دگی متوسط هستند و ترکیبی از آرکوز تا ساب آرکوز را به نمایش می‌گذارند. چنین می‌نماید که سنگ‌های ولکانیک اسیدی پرکامبرین و گرانیته دوران از جمله منابع تغذیه حوضه رسوبی بایندر بوده‌اند.

رخساره بایندر در ناحیه مهاباد به علت وجود طبقات ولکانیکی اسیدی (افتخارنژاد، ۱۹۸۰) تا حدی با مقطع تیپ متفاوت است و حتی در ناحیه زنجان به گونه‌ای است که در مقطع تیپ، این سازند در فاصله کوتاهی حذف می‌شود و در همه جا وجود ندارد. در عین حال حمدی (۱۳۷۴)، طبقات قرمز رنگ شناخته شده بنام بایندر در ناحیه دوران رانه پرکامبرین بلکه مطابق فسیل‌های جمع آوری شده بجای آن سن کرتاسه - ژوراسیک بالایی در نظر می‌گیرد و رخنمون‌های معروف به بایندر در شمال باختر ایران را (همانند آنچه در ورقه آلوت وجود دارد) بخش بالایی سازند کهر فرض می‌نماید. به نکته اخیر باید به دیده تردید نگریست چرا که اگر بخش قرمز رنگ نامبردار به بایندر به سازند کهر تعلق داشته باشد چرا آنها در زیر سازند باروت و در بخش‌های باختری منطقه دیده می‌شود. به علاوه وضعیت زمین ساخت منطقه به گونه‌ای است که واحدهایی همچون متاریولیت‌ها که متعلق به بخش بالائی مجموعه دگرگونی است به دفعات در سرتاسر ناحیه طی راندگی‌های مکرر در سطح زمین رخنمون یافته است در حالیکه در هیچ جا

بایندر تحت تأثیر چنین فرآیندی تکرار شدگی نشان نمی دهد. نتیجه آنکه اطلاق نام سازند بایندر به واحد قرمز رنگ تخریبی در زیر سازند سلطانیه بی مسما نخواهد بود.

آنچه اکنون به صورت رخنمون یافته در ورقه آلود دیده می شود بازگویی همبری گسله بایندر و سنگ های کهن تر است چرا که بایندر می بایست از لحاظ چینه نگاری بر روی متاریولیت های پرکامبرین قرار می گیرد و نه واحدهای پیش از آن، حذف بخش متاریولیتی در ناحیه بیشترین رخنمون مجموعه بایندر - باروت، بیشتر به علت فرآیندهای تکتونیکی است که طی آن این مجموعه بصورت راندگی بر روی شیست ها و اسلیت های کهر قرار گرفته اند و علاوه به تله افتادن یک واحد کنگلومرانی پالئوسن در قاعده بایندر و بر روی شیل های پرکامبرین این مسئله را بخوبی تأیید می نماید.

بایندر PC_{br} بصورت تدریجی با تبدیل به سازند ستیز ساز سلطانیه - باروت $PC-C_{s-b}$ پایان می پذیرد. این سازند پرکامبرین بالا پرکامبرین پائین همچون دیگر مناطق ایران متشکل از دولومیت و لایه های شیلی میکادار است. در ورقه آلود بخش های شیلی آن به تقریب وجود ندارد و این سازند تنها از دولومیت با نوارهای نازک چرتی که از ویژگی های بارز سازند سلطانیه است تشکیل شده است. رخنمون آن بطور عمده در باختر ورقه در حوالی روستای جانداران بسوی جنوب آن و حوالی روستاهای کانی سفید و ابراهیم حصار و نیز در لبه راندگی اصلی در شمال باختر بانه در اطراف روستاهای منی جلان و اسفیددار وجود دارد. ضخامت آن متغیر و متوسط آن ۱۵۰-۱۰۰ متر می گردد که بیشترین ضخامت آن در حوالی روستای جانداران است. همبری آن با سازند زاگون E_z گاه گسله ولی در شمال غرب جانداران بطور هم شیب و تدریجی در زیر آن قرار دارد. در بسیاری نواحی بویژه در نزدیکی محل راندگی، بصورت گسله در زیر مجموعه پرکامبرین واقع می باشد. در ناحیه آلود مجموعه سلطانیه - باروت بیشتر به باروت شبیه است و تفکیک آن از یکدیگر امکان پذیر نیست و می توان در واقع سازند باروت را تغییرات جانبی و عمودی سلطانیه به حساب آورد (افتخارنژاد، ۱۹۸۰). این واحد رسوبی که پس از نهشته های بایندر در یک محیط کم عمق دریائی تشکیل شده است وسعت بسیار زیادی را در ایران مرکزی، آذربایجان و البرز می سازد. همبری با سازند زاگون E_z در بالای باروت از نوع عادی و تدریجی است. این واحد با گسترش بسیار کمی که دارد به علت سنگ شناسی ویژه آن که متشکل از شیل و ماسه ای و سیلتی است بصورت بخش های نرم فرسا تشکیل دره ها و مناطق پست تر را داده است. رنگ عمومی آن قرمز و ارغوانی است و از این نظر تا اندازه ای شبیه به سازند بایندر است. ضخامت آن بسیار متغیر و بطور متوسط چندان زیاد نیست. بیشترین رخنمون آن در حوالی روستاهای گردشیلان، ابراهیم حصار و جانداران وجود دارد. در بعضی مناطق نظیر جنوب روستای گردشیلان همبری آن با سازندهای قدیمیتر و جوانتر گسله و از نوع راندگی است. با حاکم شدن شرائط رخساره سکوی قاره ای نهشته های ماسه سنگی لالون E_1 در مناطق وسیعی از ایران از البرز تا ایران مرکزی و غرب ایران رسوبگذاری شدند. تقریباً در سرتاسر مناطق فوق وضعیت رخساره ای لالون مشابه و در همه جا به لایه کوارتزیتی منتهی می شود که به تاب کوارتزیت معروف است. سازند لالون در ناحیه آلود نیز با همین رخساره در مناطقی که سازند زاگون وجود دارد بر روی این سازند و در مناطق فقدان این واحد بر روی سازند باروت قرار می گیرد. بدون تردید همبری لالون در مناطق یاد شده با سازند باروت عادی نیست بلکه گسله و با همبری راندگی است. به علت شرائط تکتونیکی ناحیه و نیز شرائط محیط رسوبی زمان ته نشست، ضخامت این سازند در ناحیه آلود به مراتب کمتر از مقطع تیپ آن است. از لحاظ سنگ شناختی، بیش از ۷۰٪ حجم آن را دانه های خوب گرد شده کوارتز تشکیل می دهد و در مراتب بعدی قطعات کانی های پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیم و اکسید آهن مشاهده می شوند. در بخش کوارتزیت زیرین لالون که در ورقه آلود در باختر روستای جانداران با ضخامت اندک حضور دارد مقدار کوارتز به مراتب بیشتر از بخش های ماسه سنگی است.

با ژرف تر شدن دریا و حاکم شدن شرائط سکوی قاره ای نهشته های آهکی - دولومیتی میلا E_m بر روی لالون آغاز به رسوبگذاری می کند. همبری زیرین آن با لالون ناگهانی و هم شیب است و از لحاظ سنگ شناختی بطور عمده از لایه های دولومیتی و آهکی تشکیل می شود. بیشترین رخنمون سازند میلا در باختر روستای جانداران واقع در باختر

ورقه مشاهده می‌شود. در این جا، این سازند با شییبی به سوی باختر بر روی کوارتزیت بالای لالون می‌نشیند و در آن فسیل‌های Oboluse و bilingsella (به نقل از افتخار نژاد، ۱۹۸۰) یافت شده است.

با حرکات خشکی زائی اردویسین بالا بخش‌هایی گسترده از فلات ایران از آب بیرون شده‌اند که در نتیجه آن، اکنون در بیشتر جاها با فقدان رسوبگذاری روبروئیم. در نواحی باختر کشور و بویژه ورقه آلوت این پدیده به شدت تاثیر گذار بوده و در حد فاصل سازند میلا تا پالئوزوئیک زیرین هیچ واحد رسوبی بر جای گذاشته نشده است. سنگ‌های پرمین با یکنواختی شایان توجه در بیشتر مناطق ایران با انباشته‌های آواری قاعده‌ای آغاز و با آهک‌های نواحی کم ژرفا که گاه در آن افق‌های لاتریتی دیده می‌شود، ادامه می‌یابد (افتخار نژاد، ۱۹۸۰).

در ورقه آلوت، پرمین p^1 تنها از آهک تشکیل می‌شود و فاقد آواری‌های قاعده‌ای است. گسترش آهک‌های پرمین در ورقه آلوت بطور عمده در نواحی مرکزی ورقه بسوی شمال باختر آن و با ظاهری ستیغ ساز دیده می‌شود. همپری پایینی آن با واحدهای کهن تر پرکامبرین و پالئوزوئیک، همگان بصورت گسله و از نوع راندگی است و از هر سوی شییبی موازی با لایه‌های زیرین دارد. بیشترین ضخامت آن در نواحی مرکزی است که بیش از ۱۵۰ متر می‌رسد و در درون خود دچار چین خوردگی و در بسیاری جاها گسلش شده است. به علت تاثیر فشارهای دینامیکی کوهزایی بعدی همه واحدهای پالئوزوئیک، آثار خفیف دگرگونی نشان می‌دهند و آهک‌های پرمین نیز به علت تبلور دوباره کمی که در آن دیده می‌شود در بسیاری از جاها فاقد آثار فسیلی است، ولی با کاوش می‌توان بخش‌های فسیل دار را شناسایی شده‌اند که سن این واحد و با رخساره بیومیکراتی که در آن گاه رگه‌های کلسیتی توسعه یافته شناسائی شده‌اند که سن Early Julfian-Late Murghabian مربوط به پرمین بالا را نشان می‌دهند.

Pachyphlioia iranica , Nummulostegina sp., Globivalulina biserillis , stipulina sp.? Hemigordius sp., Bryozoa, Gastropoda, Echinoids spine, Neoenmdothyra sp.? Langella sp.?

موزوئیک در ورقه آلوت با یک وقفه طولانی و نبود سنگ‌های دوره‌های تریاس و ژوراسیک با کرتاسه آغاز می‌شود. واحدهای مربوط به این زمان که یک مجموعه رسوبی - آواری - آتشفشانی را شامل می‌شود گسترش و ضخامت به نسبت زیادی در باختر تا جنوب خاوری ورقه دارد. روند این مجموعه شمال باختری - جنوب خاوری و موازی با روند حاکم بر منطقه است. تکتونیک شدید منطقه که باعث راندگی سنگ‌های پرکامبرین - پالئوزوئیک بر روی آن شده به ناپیدایی مرز زیرین واحدهای کرتاسه انجامیده است. حتی واحد نازک کنگلومرائی K^c که قاعده این ردیف ستر به شمار می‌آید. به صورت رانده در زیر واحد آتشفشانی K^v قرار گرفته و خود دوباره بر روی فیلیت‌های K^{ph} رانده شده است. به همین دلیل واحد K^c گسترش زیادی ندارد و تنها در جنوب روستای گندمان نمایان و با روندی به سوی شمال باختر دنباله می‌یابد و دوباره ناپدید می‌شود. بیش از ۹۰٪ قطعات اصلی تشکیل دهنده آن سنگ‌های آهکی پرمین با جورشدگی و گردشدگی متوسط و بقیه آن سنگ‌های پالئوزوئیک زیرین هستند. به علت تاثیر فرآیندهای کوهزایی لارامید، آثار یخ شدگی قطعات و تغییر شکل در این واحد را می‌توان شاهد بود k^c قاعده ردیف کرتاسه در این ناحیه به شمار می‌آید. به لحاظ تکتونیک شدید، وابستگی راستین واحدهای کرتاسه از نظر تقدم و تأخر بخوبی دانسته نیست و چنین می‌نماید که بعضی از آنها با یکدیگر ارتباط بین انگشتی داشته باشند. واحد K^v در شمار این واحدهاست که همچون واحد کربناتی K^1 بطور عمده در نزدیکی لبه راندگی رخنمون دارد. گسترش K^v در نزدیکی روستای سرقول و بطور عمده در حوالی روستای برداش بسوی جنوب خاور و بویژه آتشفشان‌های زیر دریائی است قابل مشاهده است.

از نظر ترکیب سنگ شناختی بیشترین حجم آن را لاتیندزیت و پس از آن اندزیت، تراکی اندزیت، لاتیندزیت کوارتز دار و سنگ‌های بازیک اسپیلیتی شده تشکیل می‌دهند. تأثیر فرآیند دگرگونی در آنها بخوبی آشکار است و گسترش کانی‌های ثانویه نظیر اپیدوت، کلریت و سریسیت و غیره را می‌توان در آنها دید. بافت آنها، بیشتر، پورفیریتی و در نمونه‌های لاتیندزیت، فلدسپات‌ها (از نوع آلبیت - الیگوکلاز) بر دیگر کانی‌ها غلبه دارند. فزون بر کوارتز که در بعضی از انواع دیده می‌شود کانی‌های فرعی آن شامل آپاتیت، لوکوکسن، اسفن و کربنات می‌شود. توسعه کانی‌های سریسیت و مسکویت و کلریت که در نتیجه دگرگونی اتفاق افتاده گاه تا بدان حد است که ماهیتی اندزیتی آن را تغییر داده و

بصورت یک سنگ بطور کامل دگرگونه در آمده است. به همین دلیل رفتار ژئوشیمیایی عناصر از نظر تشخیص طبیعت و سرشت ماگمائی و نیز محیط تکتونیکی تشکیل این ماگماها کاملاً در ابهام قرار می‌گیرد. روابط و همبندی این واحد با واحد کربناتی K^1 به خوبی مشخص نیست و در مناطقی نیز که در کنار یکدیگر دیده می‌شوند دارای همبندی گسله هستند.

واحد کربناتی K^1 یک بخش ستیغ ساز است که به علت مورفولوژی و رنگ آن به راحتی از دیگر واحدهای مجاور متمایز است. گسترش عمده آن در جنوب خاوری ورقه و نزدیک به راندگی اصلی است و در بیشتر جاها لا بلای فیلیت ها دیده می‌شوند. به سوی شمال باختر از ضخامت و گسترش آن کاسته شده و در بسیاری موارد با سنگ‌های اطراف دارای ارتباط گسله است. ضخامت آن متغیر و تقریباً غیر قابل تخمین است. تأثیر فرآیند دگرگونی که تبلور مجدد سنگ را در پی داشته باعث محو آثار فسیلی در آنها شده است ولی افتخار نژاد (۱۹۸۰)، با توجه به وجود فسیل‌های زیر در این واحد سن آپتین-آلبین را برای آن محرز می‌داند.

Orbitolina sp., Orbitolina cf. lenticularis
Orbitolina cf. conoidea, Dictyoconus sp., Bryozoa
Echinoid, s and Mollusca debris

این مجموعه آهکی با دیگر واحدهای کرتاسه دارای ارتباط بین انگشتی است به گونه‌ای که در جنوب ناحیه و در مقیاسی گسترده تر (خارج از ورقه آلوت) سن کرتاسه پائین و در شمال باختر ناحیه سن کرتاسه بالا را نشان می‌دهد (افتخار نژاد ۱۹۸۰). ارتباط یاد شده در بیشتر جاها با فیلیت‌های کرتاسه مشاهده می‌شود.

واحد K^{ph} ضخیم‌ترین و گسترده‌ترین ردیف رسوبی کرتاسه است که با روند عمومی N 140 که همان روند چیره در منطقه است گسترش زیادی در باختر- جنوب باختری تا جنوب خاوری ناحیه دارد. رنگ همگانی آن خاکستری تیره میل به سبز و در بخش‌هایی که تمرکز مواد آلی در آن زیاد بوده کاملاً سیاه‌رنگ است. ضخامت زیاد آن که نتیجه ته نشست در یک محیط رسوبی در حال فرو نشست بوده است به بیش از ۱۵۰۰ متر تخمین زده می‌شود. البته گسترش زیاد آن تاندازه‌ای نیز در نتیجه تکرار شدگی ناشی از فرآیندهای تکتونیکی است. تأثیر عمده دگرگونی بیشتر دینامیکی بوده و نه از جمله در شمال روستای آلوت، بطور محلی به درجه‌ای بالاتر رسیده و به میکاشیست تبدیل شده است. در این بخش کانی فلدسپات که در نتیجه دگرگونی بصورت چشمی در آمده و به سریسیت و کانی‌های رسی و گاه مسکویت تجزیه شده بر دیگر کانی‌ها غلبه دارد، کوارتز در مرحله دوم و بیشتر جاها دارای خاموشی موجی است، در آن تبلور دوباره دیده می‌شود و بر روی هم آرایش و جهت گیری کانی‌های بیوتیت- سریسیت و مسکویت بدان یک شیبستوزیته آشکار بخشیده است. بعلاوه دگرگونی این واحد، مطالعات گرده شناسی حتی در بخش‌های پرمایه از مواد آلی برای تعیین سن آن نتیجه بخش نبوده است ولی مطالعات فسیل شناسی در عدسی‌های آهکی موجود میان فیلیت‌ها - سن آپتین - آلبین را نشان داده است (افتخار نژاد ۱۹۸۰).

به غیر از واحدهای یاد شده کرتاسه، واحد K^{ml} قابل ذکر است که هم از دیدگاه ریخت شناسی و هم ویژگی‌های دیگر کاملاً با دیگر واحدهای کرتاسه ناهمسان است. این واحد یک بخش ستیغ ساز و در بیشتر جاها بسیار مرتفع (چنانکه در حوالی روستای آلوت، گرویس و رزگاه دیده می‌شود) است که از دیدگاه سنگ شناختی از مرمر، آهک کریستاله و بندرت شیبست پدید آمده است. رخنمون آن فزون بر مناطق یاد شده و در جنوب روستای جانداران نیز دیده می‌شود که در آنجا با راندگی در زیر واحد باروت جای می‌گیرد. رنگ همگانی آن روشن و بخش‌های نازک لایه که در آن در نتیجه فرآیندهای دگرگونی ریز چین‌ها توسعه یافته‌اند. از ویژگی‌های آن به شمار می‌روند. درجه دگرگونی در آن بسیار متغیر است و در بعضی از مناطق از مرمر سفید رنگ نازک لایه تا آهک‌های متبلور و حتی نامتبلور ضخیم لایه تغییر می‌کند. گسترش اصلی این واحد بیرون از محدوده ورقه آلوت است و بیشتر در باختر آن به سوی شمال سردشت تا پیرانشهر رخنمون دارد و از آنجا وارد کشور عراق می‌شود. افتخار نژاد (۱۹۸۰) در بخش‌های بسیار کم دگرگونه آن، که در واقع یک آهک میکرایتی است و بیرون از ورقه آلوت رخنمون دارد، فسیل‌های زیر را که دلالت بر سن گونیاسین تا سانتونین دارند را یافته است.

Globotruncana renzi, Globotruncana lapparenti tricarinata, Globotruncana cf. Coronata Globotruncana ventricosa, Globotruncana orea, Hedbergella sp. And Olivgosteginids

چنین می‌نماید که این واحد در محیطی جدای از واحدهای کرتاسه که پیش‌تر شرح آن رفت تشکیل شده باشد. پیشروی دریای سنوزوئیک بر روی واحدهای قدیمی‌تر با رسوبگذاری یک واحد کنگلومرانی آغاز می‌شود که هم اکنون به میزان بسیار کم و تنها در یک بخش و آن هم بصورت تله افتاده بین سازند بایندر و دگرگونه‌های معادل کهر دیده می‌شود. این بخش کنگلومرانی از لحاظ جغرافیائی در حد فاصل بین گردنه زمیران و جانداران قرار دارد و ضخامت آن از ۲۰-۳۰ متر فراتر نمی‌رود. در نگاه اول به علت همسانی رنگ با ساغند بایندر و جایگیری در زیر آن چنین می‌نماید که قاعده کنگلومرانی بایندر باشد ولی وجود قطعات آهکی در آن تفاوت آشکار میان آنها را نشان میدهد چرا که مجموعه دگرگونه پرکامبرین تهی از هرگونه لایه آهکی است. مطالعات فسیل شناسی منجر به شناسائی فسیل‌های حمل شده *Textularia sp.*, *Oligosteginids* با سن کرتاسه در زمینه این واحد کنگلومرانی شده که چنین می‌نماید که پیشروی دریایی که این کنگلومرا را برجای نهاده است در زمانی اتفاق افتاده که آهک‌های کرتاسه در سطح زمین رخنمون داشته‌اند. تعلق این واحد به سنی جوانتر از کرتاسه محرز است زیرا افزون بر قطعات آهکی کرتاسه در آن، به اندازه‌های زیاد قطعات سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین و قطعاتی از واحدهای پالئوزوئیک و حتی سنگ‌های آذرین نفوذی وجود دارد. خویشاوندی و وابستگی این واحد با کنگلومرانی K^c که پیشتر شرح آن رفت بسیار اندک است لذا حتی با وجود فسیل‌های کرتاسه در آن سن این واحد بطور کامل جوانتر است زیرا پیشروی دریایی سنوزوئیک (شاید پالئوسن) بر روی سنگ‌های کهن‌تر از آن، از آن شمار آهک‌های واحد K^{ml} (چنانچه پیش‌تر فسیل *Oligosteginids* در آن گزارش شده) باعث جدایش این فسیلها و جایگیری در زمینه کنگلومرانی شده است.

ولکانیسم ائوسن (E^v) را شاید بتوان جوانترین فعالیت آتشفشانی غیر دگرگونه در منطقه دانست که از نواحی باختری - جنوب باختری بانه آغاز و به ورقه مجاور یعنی سردشت می‌رسد. تنها رخنمون آن در منتهی الیه جنوب باختری ورقه آلت است و معمولاً به رنگ هوازده سبز تا خاکستری مشاهده می‌شود. ترکیب آن از اندزیت تا کوارتز کراتوفیر و توف با بافت‌های کریستالو کلاستیک تا لیتوکلاستیک تغییر می‌کند. کوارتز کراتوفیرها دارای بافت جریانی هستند و با غلبه فلدسپات بر دیگر کانی‌ها ظاهر می‌شوند در حالیکه در بخش‌های اندزیتی، پلاژیوکلاز و پیروکسن اکثریت کانی‌ها را می‌سازند. طبیعت ژئوشیمیایی آن دلالت بر کالکوالکال بودن آنها دارد ولی به خوبی دانسته نیست که در اثر چه مکانیزمی و تحت تاثیر کدام پدیده، چنین فعالیت آتشفشانی در ائوسن این ناحیه اتفاق افتاده است. ولی آنچه مسلم است آنکه در ترشیری و به ویژه در ائوسن ناحیه به شدت در حال تراکم بوده و شاید نیروهای *Transpersional* چنین فعالیت را باعث شده‌اند.

رسوبات کربناته الیگومیوسن بلافاصله پس از مرز شمالی محدوده نقشه گسترشی چشمگیر دارد ولی آثار آن در محدوده ورقه آلت دیده نمی‌شود.

جوانترین طبقات رسوبی، انباشته‌های کواترنری Q^1 و Q^2 هستند. واحد Q^1 به پیکر طبقات آواری عهد حاضر و پدید آمده از سنگ‌ها و قلوه‌های کهن‌تر بویژه واحدهای کرتاسه است که تاندازه‌ای از سطح زمین ارتفاع یافته‌اند. این واحد در ورقه آلت تنها در پیرامون رودخانه کلاس در حد فاصل میان جنوب گردنه زمیران تا نزدیکی سردشت وجود دارد و هیچ نوع لایه بندی را نشان نمی‌دهند. واحد Q^2 نیز بخش‌های به نسبت فرفرافته در میان دره‌ها و کوه‌ها را تشکیل می‌دهند و بیشتر منطبق با مناطق پوشیده از خاکهای کشاورزی است که بر روی آنها زراعت می‌شود. در بسیاری از این زمین‌ها یک رودخانه کوچک که از به هم پیوستن چشمه‌های بالا دست تشکیل می‌شود جاری است واحد Q^{al} رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر را شامل می‌شود که امروزه در اثر تکاپوی روان‌های آب در کنار سواحل آن گذاشته می‌شوند. رودخانه کلاس به علت دبی زیاد و بسیاری از رودخانه‌های دیگر چنین نهشته‌هایی را برجای می‌نهند. قطعات گردشده نهشته‌هایی که در آنها فیلیت‌های کرتاسه و شیت‌های پرکامبرین در اقلیت‌اند (حتی تهی از آن هستند) از عناصر تشکیل دهنده آنها هستند.

آمیزه رنگین

واژه آمیزه رنگین اطلاقی است بر مجموعه بقایای پوسته اقیانوسی در برگیرنده سنگ‌های قلیایی و ابر قلیایی و سنگ‌های رسوبی همراه بر آنها که بدون هیچ نظم چینه نگاری و بصورت در هم ریخته در سطح زمین رخنمون

یافته‌اند. در مقیاسی بزرگ این مجموعه بگونه‌ای فراگیر منطبق با زمین درزها هستند. تعداد و اندازه بخش‌های تشکیل دهنده در آمیزه رنگین بسیار ناهمسان است و گاه یک عضو ممکن است بطور کامل غایب باشد. در ورقه آلوت واحد آمیزه رنگین در یک نوار باریک در جنوب باختری آن که بخش‌هایی از آن وارد خاک عراق می‌شود آغاز و بسوی شمال باختر تا نزدیکی سردشت دنباله می‌یابد. در این ناحیه، آمیزه رنگین همراه با بخش‌های دگرگونه آن یافت می‌شود، حجم و گسترش رخنمون بخش دگرگونه آن امکان تفکیک این واحد را در نقشه می‌دهد ولی دیگر عناصر تشکیل دهنده آن نظیر رادیولاریت با واحدهای آهکی چنان در هم آمیخته‌اند (با حجم بسیار کمتر) که امکان تفکیک وجود ندارد. در این واحد بخش الترابازیک که پدید آمده از سنگ‌های پریدوتیتی بطور کامل سرپانتیتی شده است. بیشترین حجم را داراست و شدت سرپانتیتی شدن آن چنان است که سنگ مادر آنها به سختی قابل تشخیص است ولی در مناطقی که آثار اندکی از آن برجای مانده نشان می‌دهند که از خاستگاه‌ها رزبورژیت هستند. بخش آهکی که در ناحیه آلوت کمتر از ۲۰ درصد حجم آمیزه رنگین را پدید می‌آورد. در دو رخساره ناهمسان رخنمون دارد (افتخار نژاد، ۱۹۸۰) - آهک میکریتی صورتی رنگ پلاژیک با فسیل‌های زیر (به نقل از افتخار نژاد، ۱۹۸۰)

Globorotalia sp., Globgerina sp.

که نشان دهنده سن پالئوسن هستند و - آهک خاکستری رنگ با فسیل‌های زیر
Operculina sp., Miscellanea sp., Miliolids, (Quinqueloculina), Discocyclus sp., Rotalids

با سن پالئوسن و یک نمونه با فسیل‌های زیر که سنی جوانتر تا ائوسن پائین را نشان داده است
Alveolina sp., Miliolids, Ostracods, Ostracods, Molluscs debris

واحد دگرگونه این مجموعه در بردارنده طیفی از سنگ‌های میکاشیست، کالک شیشیت، سنگ‌های آتشفشانی دگرگونه و آمفیبولیت است. همبری آن با بخش سرپانتیتی بصورت گسله (از نوع راندگی) و شیب آن در مسیر آلوت - سردشت بسوی جنوب است. از دیدگاه سنگ شناختی، میکاشیست‌ها سنگ‌هایی هستند بطور عمده پدید آمده از مسکویت و مقداری بیوتیت و کلریت که در آنها کوارتز با رشد دوباره در آن یافت می‌شود. کانی فرعی آن آپاتیت و کانی‌های اپاک هستند و در بعضی نمونه‌ها فلدسپات‌ها که بصورت چشمی در آمده‌اند بطور کامل به سرسیست و دیگر کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند. در آمفیبولیت‌ها، فزون بر آمفیبول که ۷۰ درصد حجم سنگ را می‌سازد کانی‌های فرعی آن عبارت از اسفن، آپاتیت و اکسیدهای آهن هستند در بعضی از آنها دگرگونی تا بدانجا پیشرفته که به مرحله پیدایش هورنبلند سبز رسیده است. از دیگر انواع دگرگونه‌ها متاولکانیک‌ها قابل ذکرند که گاه در آنها بافت پورفیری جهت یافته آن همراه با ترکیب کانی شناسی فلدسپات و لینوپیروکسن نشان از سنگ مادراندزیتی تا اندزی بازالتی دارد. کانی‌های ثانویه مانند کربنات و سیلیس ثانویه در آنها توسعه یافته‌اند. در بعضی نمونه‌ها حالت کلاستیک آن هنوز حفظ شده و سنگ مادر آن یک سنگ آتشفشانی توف-برشی با ترکیب متوسط را نشان می‌دهد. در بخش‌های کالک شیشیتی که حجم چندان زیادی در این مجموعه دگرگونی ندارند کربنات کلسیم بخش اصلی سنگ را ساخته و در مرتبه دوم کانی‌های کوارتز، فلدسپات و میکا با یک شیشیتوزیته خوب قرار می‌گیرند.

مجموعه افیولیتی ناحیه جنوب مهاباد همراه با دگرگونی آنها متعلق به بازمانده‌های اقیانوسی است که در اثر بسته شدن آن در تشریری در لبه شمالی زاگرس رخنمون یافته است. سن این واحد چنانچه مطابق فسیل‌های موجود در این آهک‌ها نشان داده شده پالئوسن تا ائوسن است. این زون در راستای شمال باختری نوار افیولیتی جای دارد. در سن بخش‌های الترابازیک این مجموعه، وابسته به گامه‌های آغازین بازشدگی مشخص نیست و شاید کهن‌تر از پالئوسن باشد.

ماگماتیسیم

کهن‌ترین تکاپوی ماگمائی در ناحیه مهاباد و جنوب آن، فاز آتشفشانی افق بالائی کهر است که آن را هم ارز سازند قره داش در آذربایجان (علوی نائینی ۱۹۷۹) و ریولیت‌های مهاباد (افتخار نژاد، ۱۹۸۰) دانسته‌اند. برخی از پژوهشگران با توجه به شرایط زمین شناختی و خویشاوندی زمانی این واحد، آن را هم ارز گرانیت دوران و تکاپوهای ماگمائی همزمان می‌پندارند. در ورقه آلوت گسترش گرانیت دوران تنها به بخش‌های شمالی ورقه حوالی روستای چهار دیوار و باختر آن محدود می‌شود و در حقیقت یک سال ولکان است که به علت سردشدگی سریع این توده در عمق کم،

دگرگونی مجاورتی آن بسیار خفیفی را تولید کرده و تنها در شمال این روستا نشانه‌های بسیار ضعیفی از این نوع دگرگونی با رخساره کردیریت هورنفلس در شیل‌های منطقه دیده می‌شود (شهبازی، ۱۳۷۸). رنگ ظاهری گرانیت دوران به علت فقدان عناصر مافیک بطور کامل روشن است و با دیگر توده‌ها تفاوت چشمگیر دارد. در تقسیم بندی توده‌های نفوذی، در دسته هولوکوکرات واقع می‌شود که بافت آن پورفیروهلوکریستالین است و اندازه کانی‌ها از متوسط تا درشت دانه تغییر می‌نماید. کانی غالب آن فلدسپات آلکالن از نوع میکروکلین و ارتوز است که مقدار آن در نمونه‌های مختلف متغیر و از ۳۵ تا ۷۰ درصد تغییر می‌کند و دگرسانی به کانی‌های رسی و سربیسیت گاه در آنها دیده می‌شود. کوارتز با ۲۰ تا ۵۰ درصد حجم سنگ در مرحله دوم قرار دارد و بیشتر به علت فشارهای وارده دارای خاموشی موجی است. پلاژیوکلاز بطور عمده از نوع الیگوکلاز ۵ تا ۱۵ درصد حجم را تشکیل می‌دهد و دگرسانی آن به کلینوزوئزیت، زوئزیت و پستاتیت رخ داده است. اسفن، آپاتیت و زیرکن از جمله کانی‌های فرعی آن هستند. رفتار ژئوشیمیایی عناصر اصلی و کمیاب این واحدهای کهن قابل اطمینان نیست زیرا فرآیند دگرگونی موثر بر این واحدها موجب تغییر ماهیت ژئوشیمیایی آنها و در نتیجه بروز تفسیرهای گوناگون شده است. این اغتشاش تا بدانجا پیشرفته که در هر تحقیق نتایجی بطور کامل ناهمسان از تحقیقات پیشین گرفته می‌شود. چنانچه ولی زاده، م. و اسماعیلی، د. (۱۳۷۵) درباره گرانیت دوران باور دارند که گرانیت دوران در گروه گرانیتهای غیر کوهزایی نوع A قرار می‌گیرد و وابسته به یک فاز کششی است که به احتمال در اینفراکامبرین رخ داده شده است و درباره ریولیت‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که اگر چه ممکن است این سنگ‌ها در فاز کششی همسان با گرانیت دوران تشکیل شده باشند ولی بررسی‌های ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که به احتمال هیچگونه ارتباط ژنتیکی میان این ریولیت‌ها و گرانیت وجود ندارد.

در حالیکه به تازگی ولی زاده و شهبازی (در دست چاپ) به این نتیجه رسیده‌اند که بررسی‌های ژئوشیمیایی توده‌های اسیدی نفوذی و خروجی در محدوده میان زنگان - مه‌باد نشان می‌دهد که این توده‌ها ساب آلکالن و بیشتر پرآلومین هستند و از دیدگاه جایگاه تکتونیکی از نوع گرانیتهای بر خوردی هستند. کلیه توده‌های خروجی (ریولیت‌ها) و پاره‌ای از توده‌های نفوذی (گرانیتهای منطقه ویزگی گرانیتهای همزمان با برخورد داشته و تعدادی از آنها نیز ویزگی‌های پس از برخورد را دارند. و مطابق شواهد زمین شناسی و پتروگرافی نتیجه گرفته‌اند ریفتی بودن این توده‌ها توسط این شواهد تأیید نمی‌شود زیرا هیچ اثری از کانی‌های شاخص گرانیتهای وابسته به ریفت مثل آمفیبول‌ها و پیروکسن‌های سدیم دار در آنها دیده نمی‌شود.

نتایج اخیر تا اندازه‌ای تردید آمیز بنظر می‌رسد ولی در هر صورت لازم است فزون بر شواهد ژئوشیمیایی مسائل و اختصاصات ژئودینامیکی زمان تکوین را در نظر داشت. چنانچه در مقیاس بسیار گسترده‌تر و برابر الگوهای ساختاری تاکنون وجود یک ریفت با گسترش شمالی - جنوبی در آن زمان فرض شده است. در صورت پذیرفتن فرض برخوردی بودن گرانیتهای دوران، ما را ملزم به در نظر گرفتن فاصله زمانی میان این توده نفوذی و متاریولیت‌ها می‌نماید.

در برهه زمانی میان پرکامبرین تا کرتاسه هیچگونه تکاپوی ماگمائی دیگری در منطقه دیده نمی‌شود. در کرتاسه در نتیجه تکاپوهای آتشفشانی زیر دریائی یک واحد آتشفشانی پدیدار شد که پیشتر از آن یاد شد. اختصاصات دریائی آن در مناطقی که به ندرت قابل ردیابی است بصورت گدازه‌های بالشی دیده می‌شود. ویژگی‌های ژئوشیمیایی این واحد نیز به علت تغییرات ناشی از فرایند دگرگونی به هیچ وجه قابل اطمینان نیست. در طی فاز لارامید و در اواخر کرتاسه منطقه آلوت مورد یورش گسترده توده‌های نفوذی واقع می‌شود که آن را بویژه در مناطق خاور و شمال خاور ورقه می‌توان گوه بود. ترکیب سنگ شناختی آنها از گرانیتهای دیوریت گابرو تغییر می‌کند. توده گرانیتهای مرزلان در جنوب ورقه می‌توان گواه بود. ترکیب سنگ شناختی آنها از گرانیتهای دیوریت گابرو تغییر می‌کند. توده گرانیتهای مرزلان در جنوب ورقه که بخش هائی از آن در محدوده ورقه صد هزارم بانه جای دارد از نظر تأثیر حرارتی عمده‌ای که بر سنگ‌های پیرامون یعنی فیلیتهای کرتاسه گذاشته با دیگر توده‌ها متفاوت است. هاله دگرگونی مجاورتی آن که گسترش چندان هم ندارد، تنها محدود به بخش باختری توده می‌شود و بخش خاوری آن با فیلیتهای کرتاسه گسله و فاقد اثر حرارتی است. از دیدگاه سنگ شناختی، ترکیب توده نفوذی از گرانیتهای تا گرانودیوریت تغییر می‌نماید. در بعضی نمونه‌ها و در نتیجه عملکرد فرایندهای تکتونیکی بصورت گرانیتهای تکتونیزه در آمده است.

در نمونه گرانودیوریتی، پلاژیوکلازهای تا نیمه شکل دار توأم با ماکل تکراری با ترکیب سدیک غالبند، گاه از کنارها به فلدسپات آلکالن تبدیل شده‌اند و در آن دگرسانی و جاننشینی کانی‌های سریسیت - مسکویت، کانی‌های رسی و کلریت دیده می‌شود. کوارتز بصورت بلورهای بی شکل تا نیمه شکل دار و همراه با تبلور دوباره در مرتبه دوم فراوانی قرار دارد. دیگر کانی‌ها شامل اپیدوت و کلریت است و از کانی‌های فرعی نیز آپاتیت، اسفن و کانی‌های اپاک شایان یادآوری‌اند. این کانی‌ها، همگان، در یک بافت گرانولار سنگ یاد شده را می‌سازند. در نمونه‌های گرانیتی نیز وضع چنین است. تنها درصد کوارتز بر نوع دیگر پیشی می‌گیرد. شرایط تکوین و سردشدگی توده نفوذی مرزلان بگونه‌ای بوده است که مجال تأثیر حرارتی بر اطراف را داشته و دگرگونی حرارتی آن به بیوتیت - کلدیریت پدید آمده که گاه در آنها میانبارهایی از مسکویت، بیوتیت و سنگ آهن دیده می‌شود. بیوتیت در مرتبه دوم جای دارد و کوارتز با تبلور دوباره زمینه سنگ را پر کرده است. بافت آن از گرانوبلاستیک تا نماتوبلاستیک تغییر می‌کند. در نوع اندالوزیت شپست آن، این کانی به همراه کانی‌های کلدیریت، آلبیت و کوارتز و مسکویت با بافت گرانوبلاستیک قابل مشاهده است و در نمونه‌هایی که به مرحله پیدایش اندالوزیت نرسیده است با یک مسکویت - بیوتیت - کلریت فلس با بافت لپیدوبلاستیک روبروئیم.

به غیر از گرانیت مرزلان، شماره دیگر توده نفوذی در محدوده ورقه آلوت وجود دارند که از لبه راندگی اصلی به سوی شمال و خاور ورقه بر تعداد و وسعت آنها افزوده می‌شود. در حد فاصل میان روستاهای گله و گندمان یک توده نفوذی وجود دارد که همچون گرانیت مرزلان فیلیت‌های کرتاسه را درمورد هجوم خویش قرار داده است. ویژگی بافتی آن که بیشتر از نوع پورفیری است نشان از جایگیری آن در ژرفای کم دارد. ترکیب کانی شناختی آن، این واحد را در محدوده کوارتز دیوریت قرار می‌دهد که در آن فلدسپات‌ها با ترکیبی در حد آلبیت بر دیگران غلبه دارند و کوارتز با حجم ۱۰ تا ۱۲ درصد در مرتبه دوم قرار دارد. کانی‌های فرومنیزین در آن بطور عمده توسط کلریت، لوکوکسن و اسفن جانشین شده‌اند و در نتیجه دگرسانی، کانی‌های فیلسیلیکاته و اپیدوت نیز در بعضی از نمونه‌ها به شدت توسعه یافته‌اند.

یک توده مجزای نفوذی نیز در نزدیکی روستای سیاه در بالا رخنمون دارد که ترکیب آن از گرانیت تا گرانودیوریت است. کوارتز و فلدسپات در آن کانی‌های اصلی هستند و فزون بر آنها آمفیبول و کمتر بیوتیت دیده می‌شوند و به عنوان کانی‌های فرعی می‌توان از کانی‌های رسی، سریسیت، اپیدوت و کلریت و لوکوکسن یاد کرد. از ناحیه روستای شیخ چوپان به سوی شمال، گسترده‌ترین هجوم توده‌های نفوذی را تا لبه شمالی نقشه که در آنجا گرانیت دوران رخنمون دارد می‌توان دید. ترکیب عمده آنها گرانیت با بافت گرانولار است که بیشتر در آنها دگرسانی توسعه یافته است. گمان می‌رود توده‌های گرانیتی یاد شده پی آمد مراحل تفریق توده بازیک‌تر کوارتز دیوریت تا دیوریتی باشند که بطور عمده در دو توده جدای از هم در حد فاصل روستاهای قازانتا، غلامعلی و حوالی روستاهای قره داغ، حمزه آباد و شاه گیلدی رخنمون دارند. وابستگی این سنگ‌ها با توده‌های گرانیتی بطور کامل مشخص و بارز است بطوریکه در بعضی از جاها تفکیک آنها دشوار بنظر می‌رسد و با همدیگر دیده می‌شوند. بهرحال بخش گرانیتی طی یک فاز تأخیری و پس از کوارتز دیوریت نفوذ کرده‌اند. در کوارتز دیوریت‌ها بافت گرانولار است و پلاژیوکلاز و آمفیبول بر دیگر کانی‌ها غلبه دارند. فلدسپات‌ها بیشترشان پیکری نیمه شکل دارند و در بعضی نمونه‌ها در حد گسترده اپیدوتی شده‌اند. گاه بقایای پیروکسن در آمفیبول‌ها دیده می‌شود و کانی‌های کوارتز در مرحله پایانی کانی‌های اصلی همیشه با یک خاموشی موحی وجود دارند. ترکیب این واحد گاه تا به توانالیت می‌رسد که در آن پلاژیوکلاز کمتر و جای خود را به فلدسپات‌ها داده است و در آنجائی که حجم این کانی بسیار کم می‌شود ترکیب آن به دیوریت پایان می‌پذیرد که در آن پلاژیوکلاز و آمفیبول تنها کانی‌های اصلی آن هستند و در کنار این ترکیب‌های سنگی می‌توان شاهد دیوریت گابرو و مونزودیوریت گابرو با بافت گرانولار تا پورفیری و میکروپورفیری نیز بود. شواهد ژئوشیمیایی این توده‌های نفوذی نشان می‌دهد که ماگمای تشکیل دهنده آنها از نوع ساب آلکالن بوده و از نظر محیط تشکیل در دسته گرانیتوئیدهای برخوردی قرار می‌گیرند. ویژگی‌های ژئودینامیکی منطقه نیز این مسئله را تایید می‌نماید و زمان آنها نیز به کرتاسه بالا و همزمان با فاز کوهزائی لارامید باز می‌گردد.

علاوه بر تکاپوهای ماگمایی یاد شده، مجموعه‌ای از سنگ‌های بازیگ - الترابازیک که ردیف آمیزه رنگین را تشکیل می‌دهند در منطقه وجود دارند که شرح آن به اختصار در بخش مربوطه آمده است.

زمین شناسی ساختمانی و تکامل زمین ساختی

به علت فرارگیری این ناحیه در مجاورت لبه زاگرس، ویژگی‌های غالب ساختار فوق را به خصوص به علت بازمانده‌های اقیانوسی در بخش جنوبی ورقه می‌توان شاهد بود. روند عمومی ساختمان‌ها N140 است و سیستم حاکم در منطقه از نوع برشی - راندگی است. سرتاسر ورقه را از دیدگاه زمین ساخت می‌توان در ۴ زون A, B, C, D جای داد. این تقسیم بندی نه به علت رژیم‌های گوناگون زمین ساختی بلکه ویژگی‌های زمین شناسی آنها بوده است. زون A در منتهی الیه جنوب باختری ناحیه، واحد پوسته الترامافیک اقیانوسی است و روند شمال باختری - جنوب خاوری را داراست. گسله‌ها از نوع راندگی شیب لغز معکوس با مؤلفه امتداد لغز راستگرد با روند غالب شمال باختری - جنوب خاوری هستند. در شمال روستای آلوت به خوبی می‌توان فیلیت‌های کرتاسه را مشاهده نمود که با شیبی به سوی شمال بر روی واحد آمیزه رنگین رانده شده و در جنوب آن، ستیغ‌های آهک کریستالین که در نتیجه برخورد و استرس به سوی شمال خاوری ارتفاع یافته‌اند را می‌توان دید که لبه شمالی آن شیب به سوی جنوب و در لبه جنوبی آن شیب به سمت شمال است. ساختمان گلی شکل (Flower structure) که محصول یک رژیم فشاری و امتداد لغز است با سفره‌های رورانده آهک کریستالین کرتاسه به روی آمیزه رنگین از ویژگی‌های مهم و آشکار زون A به شمار می‌آید. آمیزه رنگین را تنها در این زون می‌توان یافت و مورفولوژی بسیار ناهمسان آن نیز به نسبت به دیگر زون‌ها حکایت‌گر شدت دگرشکلی آن است.

در زون B که در برگیرنده مجموعه کرتاسه است. ساختمان‌ها ساده‌تر و گسله‌ها بطور عمده معکوس و راستا لغزند گمان می‌رود ضخامت زیاد فیلیت‌های کرتاسه، ناشی از راندگی‌های چندباره باشد. به سوی شمال و نزدیک به زون C بر شدت دگرشکلی آن افزوده می‌شود چنانچه می‌توان توسعه بخش‌های رورانده آنچنان که در شمال راستای سوتر وجود دارد و گسلش‌های فراوان در آهک‌های کرتاسه، که در بخش‌های جنوب باختر ورقه برگسترش رخنمون آن افزوده می‌شود را شاهد بود.

بیشترین شدت دگرشکلی را می‌توان در زون C دید در راستای این زون، واحدهای بسیار کهن پرکامبرین و پالئوزوئیک بر روی واحدهای کرتاسه رانده شده‌اند. شیب آنها بطور عمده به سوی شمال است مگر در مناطقی همچون شمال باختری و روستای ابراهیم حصار که مجموعه پالئوزوئیک و ضعیفی پیچیده را ساخته است. در این ناحیه چنانچه در نیمرخ زمین شناسی نیز نمایش داده شده است واحدهای کهن پرکامبرین - پالئوزوئیک دارای شیبی بر خلاف شیب غالب هستند و به سوی جنوب شیب دارند. همبرهای این واحدها همگان گسله و از نوع راندگی است که این موضوع را بویژه می‌توان از روی گسترش و ضخامت آنها دریافت.

روند کلی این زون همان روند یاد شده است و از بیرون از ورقه آلوت در شمال باختری آغاز و تا ورقه سقز در خاور آن ادامه می‌یابد. ساختمان غالب در زون C از نوع راندگی است و در بخش پایانی، راندگی‌های پی در پی در بخش‌های سخت نظیر واحدهای دولومیتی باروت و ماسه سنگ‌های لالون را می‌توان دید. در شمال روستای پیابوین تا شمال باختری آن ساختمان برافراشته و پیچیده‌ای که محصول چنین فرآیندی است وجود دارد و در بخش‌های دیگر از زون C مجموعه واحدهای رانده شده متحمل حرکات امتداد لغز راستگرد شده و گاه آشکارا آثار جابجائی را می‌توان در آنها مشاهده نمود. چنین می‌نماید عمده گسل‌های این زون از نوع فلسی (imbricated) باشند ولی در بسیاری از مناطق از جمله در باختر ناحیه واحدهای بایندر و باروت را می‌توان بصورت سفره‌های رانده بر روی واحدهای بایندر و باروت را می‌توان بصورت سفره‌های رانده بر روی واحدهای بایندر و باروت مشاهده نمود. این نوع راندگی بین چینه‌ای (interbedded thrust fault) به شمار می‌آید. شکل کلی زون C یک وضعیت

سینوسی دارد که در راندگی‌های کم شیب امری عادی است و در بعضی از مناطق این حالت سینوسی متأثر از ساز و کار گسله‌های جانبی (lateral) برگه رانده است.

زون D یک زون یکنواخت و اکثراً تشکیل شده از شیل‌های پرکامبرین است که همانند زون B با دگر شکلی کمتر و ساختمانی ساده‌تر مشخص می‌شود. از ویژگی‌های آشکار آن جایگیری توده‌های به نسبت بزرگ نفوذی است که به ویژه در بخش‌های خاوری آن رخ داده است. چنین می‌نماید که جایگیری این توده‌ها در رژیم فشاری - برشی (transperssional) رخ داده باشد. به سوی خاور و شمال خاوری، این زون گسله‌های با مؤلفه امتداد لغز بطور عمده از نوع راستگرد، پویاتر و کاری‌تر، می‌شوند ولی در پایانی‌ترین نقطه خاوری منطقه گسله‌های با ساز و کار شیب لغز معکوس با شیبی به سوی خاور و روندی تقریبی شمالی - جنوبی باعث راندگی واحد سخت پرمین بر روی سازندهای کهن‌تر شده‌اند. در بخش‌های مرکزی این زون نیز گسل‌های برشی فشاری از نوع مایل (oblique) باعث به تله افتادن واحد باروت که خود در زیر واحد متاریولیتی با یک نازک شدگی واقع است، این پدیده در پیرامون روستای کولان وجود دارد.

در مطالعه زمین ساخت ناحیه با توجه به ویژگی‌ها و اختصاصات یاد شده راندگی‌های با روند N140 چیره‌اند که با در نظر داشتن سن واحدهای زمین ساختی و چگونگی جایگیری این واحدها چنین می‌نماید که از لبه راندگی اصلی که منطبق با زون C است بسوی شمال خاور ناحیه مجموعه راندگی‌ها یک جوان شدگی را نشان می‌دهند که یادآور sequence break back thrust است. در این پدید، توالی راندگی‌ها به گونه‌ای است که راندگی‌های جوانتر در فرا دیواره راندگی‌های کهن و هم‌روند با آنها واقع می‌شوند (مک کلی، ۱۹۹۲). واحد کنگلومراتی K^c که در لبه شمالی زون D جای دارد (کنار روستای گندمان) و تماماً از قلوه‌های به نسبت گرد شده آهک‌های پرمین پدید آمده را شاید بتوان نشانه‌ای در تأیید این پدیده دانست. این ویژگی نشان از برپائی واحد آهکی پرمین در زمان رسوبگذاری K^c دارد و این شدنی نیست مگر در رژیم‌های فشاری که آغاز آن به کرتاسه باز می‌گردد. بی تردید لبه حوضه رسوبی مزوزوئیک که امروزه منطبق با راندگی اصلی این ناحیه است، در کنترل گسله‌های با همین روند بوده‌اند.

چین‌ها در مرتبه دوم اشکال زمین ساختی ورقه‌آلود هستند این ظواهر بطور عمده در نتیجه غلبه گسل‌ها و راندگی‌ها کمتر توسعه یافته‌اند. چین‌های معکوس که شیب لایه‌های دو یال آن به سمت شمال خاوری است در بخش‌های میانی بندرت قابل ردیابی است و در بیشتر جاها در اثر گسترش فزاینده گسل‌ها قابل مشاهده نیست. این چین‌ها از نوع چین‌های وابسته به گسل (fault related fold) هستند که در قالب چین‌های هم راستا با گسلش و بصورت انواع هم شیب و تک شیب نمایان می‌شوند. با نگرش به یکنواختی رخساره‌های دگرگونی و ستبرای به نسبت زیاد آن، تفکیک این چین‌ها در سطوح گوناگون ناشدنی می‌نماید.

توزیع گسترده و ستبرای زیاد انباشته‌های پرکامبرین در این بخش از سرزمین ایران تاریخچه زمین ساختی همسانی با سایر نواحی نظیر ایران مرکزی و البرز را نشان می‌دهد این ردیف ضخیم که در ناحیه مهاباد هم ارز کهر در نظر گرفتیم در حقیقت محصول فرسایش پی سنگ پرکامبرین ایران است که کراتونی شدن آن می‌بایست بسیار کهن‌تر از آن رخ داده باشد (اشتوکلین، ۱۹۶۸). این پی سنگ همچون پی سنگ عربستان، پوسته‌ای از قوس جزیره‌ای کالک آلکالن پرکامبرین بوده است. این پوسته قاره‌ای در پرکامبرین بالا در نتیجه فاز کوهزائی پان آفریکن دچار دگرگونی، گسلش و چین خوردگی شده و چنین می‌نماید که نتیجه برخورد پوسته‌ای در ۶۰۰-۵۰۰ میلیون سال قبل بوده باشد. پس از دگرگونی و پیدایش پلاتفرم عربی - ایرانی در نتیجه فعالیت‌های تکتونیکی، نفوذ گرانیتهای آلکالن بدرون نهشته‌های دگرگون شده کهر رخ داده است. بسیاری از محققین همچون افتخار نژاد (۱۹۸۰) گرانیتهای دوران را هم ارز بخش ریولیتی بالائی کهر می‌دانند ولی لازم به یادآوری است که اگر چنین باشد نفوذ گرانیتهای دوران در یک ردیف قاره‌ای بخش غیر دگرگونه و نه دگرگون شده رخ داده است. که جز این، می‌بایست فاصله زمانی بیشتری را میان گرانیتهای دوران و متاریولیت‌های که افق بالائی قرار دارند قائل شد. بربریان (۱۹۸۰) سنگ‌های آتشفشانی ریولیتی هم ارز سازند قره داش در شمال باختر، سازند تکنار در کاشمر و سری ریزو - دزو در ایران مرکزی و سری هرمز در زاگرس

را از نوع ولکانی‌های پس از کوهزایی می‌داند از طرف ولی زاده و شهبازی (در دست چاپ) ریولیت‌های مهاباد و گرانیت دوران را از نوع برخوردار می‌دانند.

با توجه به ویژگی‌های ارائه شده می‌توان چنین انگاشت که انباشته‌های آواری - آتشفشانی کهر در یک محیط ریفتی عقیم (آلوکوزن) پدیدار و در پی آن دستخوش تحولات همزمان پس از برخورد (حاصل از کوهزایی آفریکن) چون نفوذ گرانیت دوران در آن شده است. در این هنگام تغییر نرخ تنش منجر به شکل‌گیری و تولید مواد آتشفشانی پریتاسیم شده که ریولیت آلکالین کهر را می‌توان چنین دانست. در این صورت شاید بتوان تصور نمود که گرانیت دوران از لحاظ زمانی جوان‌تر از ریولیت‌های سازند کهر و بدون هیچ خویشاوندی با آنها بوده و محصول ذوب بخشی پوسته در زمان برخورد در پی سنگ پرکامبرین باشد. داده‌های ژئوشیمیایی ارائه شده توسط ولی زاده و شهبازی (در دست چاپ) این مدل را بخوبی تأیید می‌نمایند. نشانه‌های این ریفت را می‌توان در ناحیه‌ای نه چندان دور از مهاباد در منطقه تخت سلیمان تکاب که در سازند کهر و در زیر آهک‌های هم‌ارز سازند سلطانیه، معروف به آهک جانگوتاران بصورت یک بخش سرپانتینی ظاهر می‌شود را یافت. باباخانی (۱۳۷۷)، این سرپانتیت‌ها را که در باختر معدن انگوران و همچنین نزدیک به معدن زرشوران در بخش‌های بالائی کهر رخنمون دارند را نشانه‌ای از بازشدگی پوسته و تشکیل محلی ریفت در پرکامبرین بالا می‌داند. مجموعه داده‌های ژئوشیمیایی و الگوهای ساختاری، مراحل بازشدگی و برخورد این ریفت را بخوبی نشان می‌دهد. با توجه به موارد بالا می‌توان چنین تصور نمود که رخساره کهر در یک حوضه ریفتی پرکامبرین شکل گرفته و در طول تکوین ساختاری خود متأثر از دگرگونی‌های کششی (extentional) و دینامیک کوهزایی‌های بعدی بوده است. چنین می‌نماید که این ریفت در پرکامبرین در شاخه‌های گوناگون با یک تأخیر زمانی همراه بوده است بطوریکه ویژگی‌های رخساره‌های کهر در تکاب می‌تواند نشانگر این موضوع باشد به عبارتی زمانی که سازند کهر در ناحیه مهاباد در یک محیط ساب کنتینتال و توربیدیتی نهشته می‌شده است. ریفت پرکامبرین در تکاب گامه‌های گسترش و توسعه خود را می‌گذرانیده است. تفاوت درجه دگرگونی این دو ناحیه نیز شاید بتوان به قرار گیری در شرایط ژئودینامیکی ناهمسان از یکدیگر فرض نمود. بی‌گمان حوضه شمالی - جنوبی ریفت پرکامبرین در زمان‌های بعد تحت تأثیر فازهای کوهزایی جوانتر دچار چرخش و آرایش جدید در ساختار خود گردید. بهر حال در ناحیه مهاباد پیش از رسوبگذاری آواریهای قرمز رنگ بایندر، محیط آتشفشانی کهر به دریای آرام و ساکتی تبدیل می‌شود که در آن ماسه سنگ‌هایی (کوارتزیت) که بالاترین بخش واحد ریولیتی را می‌سازد ته‌نشست گردید. بنظر می‌رسد در این زمان پوسته پایدار و مستحکم ایران شکل گرفته است. به دنبال کوهزایی پرکامبرین بالا، پلاتفرم قاره‌ای ایران همچون نواحی افغانستان، پاکستان، ترکیه و عربستان بدون فعالیت گسترده ماگمائی و چین خوردگی، مراحل آرامی را که تنها در آن رسوبات آواری و رسوبات نواحی کم عمق نهشته می‌شدند تا پایان پالئوزوئیک طی نمود. و تنها بطور محلی در سیلورین و دونین و حتی پرمین فعالیت ماگمائی بصورت خروج گدازه‌های بازیگ مشهود است. در ناحیه مهاباد پیوستگی رسوبگذاری را از بایندر که در بالای کهر واقع می‌شود را می‌توان تا سازند میلا ردیابی نمود. منشاء آواریهای پالئوزوئیک پائین که در ناحیه‌ای وسیع تا کشورهای مجاور را در برمی‌گیرد، مناطق برافراشته ماگمائی و دگرگونی سنگ‌های پرکامبرین بوده‌اند. حرکات خشکی زائی سیلورین بالا - دونین در این ناحیه مانع از تشکیل محیط رسوبی تا پرمین شده است. طبقات آهکی پرمین در مناطق وسیعی از شمال باختر و شمال ایران در محیط تختگاه قاره‌ای رسوب نموده است. در آغاز مزوزوئیک که عموماً در ایران بدون تغییر ساختاری و رسوبی بزرگی شناخته می‌شود (بربریان، ۱۹۸۰) این ناحیه خارج از اب قرار داشته و تا کرتاسه که در نتیجه ایجاد یک ترفا طویل محیط دریائی حاکم می‌شود هیچ رسوبی در ناحیه مهاباد شده در حالیکه در همین زمان در نواحی مجاور آن یعنی زاگرس، گسترش دریا که همزمان با دریای نئوتتیس است آغاز شده بود. کرتاسه در سرتاسر ایران با پیشروی دریا مشخص می‌شود و در پایان آن رسوباتی که در این دوره برجای نهاده شده بودند. طی فاز کوهزایی لارامید که آغاز آن به ۷۰- ۶۵ میلیون سال پیش باز می‌گردد دچار تغییر شکل شدید شدند. در اکثر مناطق ایران در نواحی منطبق با زمین درزها، برکه‌های افیولیتی - رادیولاریتی در امتداد نوارهایی که مرز بسته شدن این درزه هاست در سطح زمین رخنمون

یافته‌اند و در ناحیه آلود به نظر می‌رسد وجود آهک‌های پلاژیک پالئوسن و حتی ائوسن در مجموعه افیولیتی نشانگر آن باشد که ریفت اقیانوسی، پس از لارامید شکل گرفته است.

در آغاز کرتاسه در این ناحیه یک ترف عمیق ایجاد گردید که پذیرای حجم عظیمی از رسوبات بویژه آواری از بخش‌های شمالی - شمال شرق ناحیه بودند. مرز این حوضه در شمال همانطور که پیش‌تر گفته شده منطبق با گسله ساختاری شمال باختر - جنوب خاوری است که واحدهای پرکامبرین - پالئوزوئیک را بصورت نواحی مشرف بر این حوضه قرار می‌داده است. این ترفاد عظیم یک حوضه در حال فرونشست بوده که یک ضخامت چند هزار متری شیل که طی فرآیندهای بیشتر دینامیکی لارامید به فیلیت تبدیل شده‌اند در آن نهشته می‌شده است. در نواحی کم عمق و ساحلی آن آهک و در بخش‌های کمی عمیق آن گدازه‌های آتشفشانی که گاه آثار گدازه بالشی را در آن می‌توان دید تشکیل می‌شدند. این حوضه فیلیتی در لارامید بسته و تحت تأثیر آن دچار دگرگونی شده است. آغاز بسته شدن دریای نئوتتیس که از ژوراسیک آغاز شده بود و تا سنوزوئیک دنباله می‌یابد. با فاز کوهزائی لارامید به اوج خود می‌رسد. بازشدگی آن در جنوب باختری آسیا در همه جا از پالئوزوئیک فوقانی آغاز شده بود. بجز ترکیه که آغاز آن در تریاس رخ داده است (بولن، ۱۹۹۱). این مسئله نشان می‌دهد که شرائط تکامل اقیانوسی در شمال باختر زاگرس طولانی‌تر از جنوب خاوری آن بوده است و به نظر می‌رسد که نوع بسته شدن نیز به گونه‌ای بوده که همچنان که در جنوب زودتر باز شده بود. بسته شدن نیز از همان سو آغاز شده بطوریکه بطرف شمال یک جوان شدگی نشان می‌دهد. این تأخیر زمانی رو به شمال بسته شدن قطبی را در آن نشان می‌دهد.

افتخار نژاد (۱۹۸۰) پوسته اقیانوسی جنوب باختری ورقه را ناشی از یک ریفت باریک درون قاره‌ای از نوع دریای سرخ در مزوزوئیک می‌داند که وجود آن توسط سنگ‌های آتشفشانی بازیک تا متوسط همراه با سنگ‌های رسوبی کرتاسه - پالئوسن که مؤید حرکات کششی ایجاد ریفت هستند تأیید می‌شود. زمان پدیده ریفتی شدن و اقیانوس زائی به باور وی در امتداد راندگی زاگرس متغیر و از مزوزوئیک پائینی تا کرتاسه پالئوسن تغییر می‌کند. فاز دینامیکی لارامید همزمان با دگرگونی رسوبات کرتاسه، ماگماتیسیم نفوذی را نیز در ناحیه به دنبال داشت. به نظر می‌رسد گرانیتهای ورقه آلود در حقیقت قوس ماگماتی تشکیل شده در راستای فرو رانش پوسته اقیانوسی آلپی زاگرس مرتفع باشد که قابل مقایسه با توده‌های نفوذی گرانیتهی تزریق شده در زون سنندج - سیرجان (بربریان، ۱۹۸۰) است.

زمین شناسی اقتصادی

ناحیه مورد بررسی با وجود گسترش فراوان رخنمون‌های سنگی و تعداد زیاد توده‌های نفوذی بویژه در بخش‌های مربوط به دگرگونه‌های قدیمی، از نظر زمین شناسی اقتصادی چندان قابل توجه نمی‌باشد. اگر چه مطالعات اخیر ژئوشیمیایی ناحیه‌ای وجود کانسارهای فلزی را متحمل دانسته است ولی به نظر می‌رسد به دلیل فقیر بودن پی سنگ ناحیه از مواد فلزی، چنین کانسارهایی حتی اگر وجود داشته باشند در حد اقتصادی ظاهر نشوند. به هر حال آنچه که در ورقه آلود قابل ذکر است به قرار زیرند:

پیروفیلیت خارپورده

این کانسار در حد فاصل بین بانه تا سقز و در نزدیکی روستای خار پورده پدید آمده است. از نظر شکل، این کانسار محدود به یک نوار روشن رنگ در درون واحد متابولیتی می‌شود و بخش غنی آن در ضخامت کمتر از نیم متر در درون این نوار نمایان می‌شود. در اصل، کانی پیروفیلیت یک کانی آلومینوسیلیکاته آبدار از گروه کانی‌های سیلیکات‌های صفحه‌ای است که $\frac{28}{3}$ آن آلومین، $\frac{66}{7}$ درصد سیلیس و ۵ درصد باقیمانده آن آب است. سختی آن ۱ تا ۲ و وزن مخصوص بین $\frac{2}{8}$ تا $\frac{2}{9}$ گرم بر سانتی متر مکعب را داراست. مهمترین مصرف آن در صنایع نسوز است و بعلت خواص ویژه آن در برابر دما و فشار، صنایع فولاد و تولید آهن‌های مقاوم در برابر زنگ زدگی نیز کاربرد دارد.

از نظر منشاء دو خاستگاه عمده را برای آن برشمرده‌اند یکی هیدروترمال و دیگری دگرگونی، در نوع اخیر که کمتر عمومیت دارد اساساً در ارتباط با سنگ‌های دگرگونی با سنگ مادر خاکسترهای آتشفشانی‌اند. کانسار خارپورده نیز

چنانچه گفته شد در بخش متاریولیتی مجموعه دگرگونی رخ داده است. سنگ مادر این واحد در مجموع شامل ریولیت، توفهای اسیدی، اینگمربیت و خاکسترهای آتشفشانی است. شکل ظاهری آن که بصورت روشن رنگ بسیار نازک لایه است نشان میدهد که خاستگاه آن بیشتر همان خاکسترهای آتشفشانی است. میانگین نتایج آنالیزهای شیمیایی بر روی تعداد نشان می-دهد که خاستگاه آن بیشتر همان خاکسترهای آتشفشانی است. میانگین نتایج آنالیزهای شیمیایی بر روی تعداد فراوانی سنگهای منطقه که توسط شرکت معدن کار و زیر نظر اداره صنایع و معادن استان کردستان انجام شده به قرار زیر است:

SiO₂ Al₂O₃ Fe₂O₃ MgO CaO Na₂O K₂O
52/75 13/32 2/07 0/32 0/76 1/60 3/27
TiO₂ P₂O₅
0/22 0/22

لاتریت شرق چهار دیوار

با وجود گسترش زیاد سنگهای آهک پرمین که در سرتاسر این ناحیه و نواحی مجاور به عنوان سنگ میزبان لاتریت شناخته می شوند تنها در یک منطقه در شرق روستای چهار دیوار، در یک محدوده کوچک قابل شناسایی و رؤیت است. در اصل افقهای لاتریتی با سن پرمین در بسیاری از مناطق ایران وجود دارند. در پرمین بالائی محیط رسوبی پرمین دستخوش چندین حرکت خشکی زائی شده است که گاه همراه با فعالیتهای آتشفشانی بوده است (افتخار نژاد، ۱۹۸۰). پدیده لاتریت زائی نیز متعاقب این بالا آمدگی و گسترش این فعالیت ها رخ داده است. در مناطقی که این نهشته ها وجود دارند می توان آنها را در نوارهای موازی با لایه بندی و عموماً تیره رنگ در ردیف سنگهای پرمین گواه نمود.

میانگین آنالیز شیمیایی چند نمونه از این کانسار به قرار زیر است:

SiO₂ Al₂O₃ Fe₂O₃ CaO MgO P₂O₅ MnO
63/20 16/7 7/9 0/52 2 0/13 0/01
Na₂O K₂O LOI
0/45 1/86 5/75

این نشانه معدنی به علت پائین بودن درصد آلومینیوم آن از کیفیت بالائی برخوردار نیست.

سیلیس سیاه در بالا

سنگ میزبان این کانسار شیلهای مجموعه دگرگونی پرکامبرین است که در مجاور توده نفوذی با سن کرتاسه بالائی قرار دارد و از نظر مکانی در جنوب روستای سیاه در بالا واقع است. به نظر می رسد خاستگاه آن نیز وابستگی مستقیم با توده نفوذی یاد شده دارد که یا بطور مستقیم از آن منشاء گرفته است و یا حرارت زیاد ناشی از توده نفوذی در زمان جایگیری منجر به آزاد شدن سیلیسهای موجود در شیبست ها شده و بصورت رگه هائی، دوباره در آن پدیدار شده اند. آنالیز دو نمونه از این سیلیس، خلوص بالای ۹۵٪ را نشان می دهد و در بعضی از جاها وجود رگه های آهن دار از کیفیت آن کاسته است. در زمان تهیه ورقه آلوت این کانسار متروکه بوده است.

منابع

- باباخانی، ع.ر.، (۱۳۷۷)، ورقه زمین شناسی صد هزارم تخت سلیمان، سازمان زمین شناسی کشور
حمدی، ب.، (۱۳۷۴)، سنگهای رسوبی پرکامبرین - کامبرین در ایران، انتشارات طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران
شهبازی، ح.، (۱۳۷۸)، بررسی پترولوژیکی، ژئوشیمیایی و پتروفابریکی سنگهای ریولیتی و گرانیتوئیدی
قدیمی مهباد - بوکان، پایان نامه فوق لیسانس، دانشگاه تهران
نبوی، م. ح.، (۱۳۵۵)، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور
ولی زاده، م. و.، و اسماعیلی، و.، (۱۳۷۵)، پتروگرافی و پتروژنزگرانیت دوران، مجله علوم دانشگاه تهران
ولی زاده، م. و.، و شهبازی، ح.، (۱۳۷۹)، جایگاه تکتونیکی سنگهای آذرین نفوذی و خروجی تیپ دوران و قره داش
منطقه زنجان - مهباد (غرب ایران)، در دست چاپ. ان. ش. ۴
-Alavi, M., and Amlid, S. M., (1967), Geology of Westera Parts of Takab Quadraagle, Geol, Survey of Iran.

- Berberian,M., AND King, G.C.P.,(1980),Towards a Paleogeography and tectonic evolution of Iran,Canadian Journal of Earth Sciences,18(2):210-265.
- Eftekharijhad,J.,(1980),Exploratory Report for Mahabad Quadrangle Map,1:250,000,English Version of the thesis submitted to the Universite de Paris sud(Centre drasy),Geological Survey of Iran,No.B4.
- McClay,k.R.,(editor),(1992),Thrust Tectonic,Chapman and Hall,447P
- Stocklin,J.,1968,Structural History and Tectonics of Iran,A review,Amer.Assoe. Petrol,Geologists Bull,V.52.No.7

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور