

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۷۵۸ - گناباد

موقعیت جغرافیایی و ریخت شناسی

حدوده نقشه زمین شناسی گناباد در خاور ایران و در قسمت مرکزی استان خراسان، در حد فاصل طولهای جغرافیایی $59^{\circ}00'$ - $58^{\circ}30'$ و عرضهای جغرافیایی $34^{\circ}30'$ - $34^{\circ}00'$ جای دارد. مهمترین شهری که در این محدوده می توان نام برد شهر گناباد است. این شهر در فاصله ۲۷۰ کیلومتری جنوب شهر مشهد واقع شده و به وسیله جاده آسفالت به شهرهای بیرجند و قائن در جنوب خاور، فردوس در جنوب باختر، کاشمر در شمال باختر و تربت حیدریه در شمال متصل می شود. در محدوده این شهرستان آبادهای بزرگ و کوچک فراوانی دیده می شود که از مهمترین آنها می توان به شهر کاخک، ۲۰ کیلومتری جنوب گناباد، و شهر بیدخت، ۵ کیلومتری خاور گناباد، اشاره نمود. این آبادهای توسط راههای آسفالت، شوسه و خاکی فراوانی به یکدیگر متصل می شوند و وجود همین راهها، دسترسی را به سراسر منطقه تا اندازه ای زیاد آسان می کند.

ارتفاعات واقع در منطقه تپه ها و کوههایی با روندهایی متفاوت هستند که توسط دشتهای گسترده و به نسبت همواری از هم جدا می شوند. بخش عمده این ارتفاعات در جنوب شهر گناباد قرار می گیرند که دارای روندی خاوری - باختری است و به طور عمده، از سنگهایی با سن مزوزوئیک و سنوزوئیک تشکیل شده اند. از مهمترین ارتفاعات می توان از کوههای سیاه، ناگهانی و شتران نام برد. بلندترین نقطه در محدوده ورقه گناباد با ۲۸۶۳ متر بلندا در کوه سیاه جای دارد. رشته کوه یاد شده از سمت جنوب به دشت فردوس و دشت قائن متصل و از شمال نیز به دشت گناباد محدود می شود. به دلیل بلندی به نسبت زیاد این رشته کوه هوا در محدوده آن به نسبت خنک تر از دشت است. آبهای حاصل از ذوب برف و باران باعث ایجاد چشمه هایی فراوان در پای این بلندیا شده است. میزان قابل توجهی از نزولات جوی به صورت آب شیرین در مسیر رودخانه جاری می شود که به طور عمده به شکل رودخانه های فصلی است. رشته کوه دوم در شمال باختری شهر گناباد واقع شده و به طور عمده از سنگهای آتشفشانی با سن سنوزوئیک تشکیل شده است. این مجموعه ارتفاعات به نسبت پست، توپوگرافی ملایمی را در منطقه ایجاد نموده است.

بلندترین بلندا در این محدوده، ۱۴۴۵ متر است. دشت گناباد در مرز میان بلندی های جنوبی و شمالی جای گرفته و دشتی به نسبت هموار و پست با شیبی به سوی شمال خاور است. کم بلندا ترین نقطه در این دشت، با ۸۰۵ متر بلندا، در روستای سلطان آباد در شمال خاور گناباد جای دارد. واحدهای سنگی عمده در منطقه شیل و سنگ ماسه دگرگونه است. شیل دگرگونه به دلیل نرم و سست بودن، برجستگیهای کوتاه با شیبی ملایم به سوی پیرامون پدید آورده است. در برابر آن، سنگ ماسه و تناوب شیل و سنگ ماسه دگرگونه برجستگیهایی بلند با شیبی به نسبت تند را ساخته اند. اشکال Butte از دیگر ریخته های ایجاد شده این مجموعه است. طرح آبراهه ها در آنها دندریتی و شاخه ای است. واحدهای آهکی صخره سازند و حالت کوهستانی را در نقاط گوناگون پدید آورده اند.

اشکال فلات آبرون Flatiron، کنیون Canyon، لاپیس lapis از دیگر ریخته هایی است که در سنگ آهکها دیده می شود. در مناطقی که سنگ آهک بر روی واحدهای نرم تر، همچون شیل، نهشته است، به دلیل نابرابری در برابر فرسایش، پرتگاههای ژرف با شیبی تند Escarpment در همبری آنها ایجاد شده و در پای آنها پدیده سنگ ریزش Rock fall نیز دیده می شود.

سنگهای آذرین با ترکیب اسیدی ارتفاعاتی، به نسبت، بلند با شیبی تند را نسبت به پیرامون خود ایجاد کرده اند. سنگهای آذرین با ترکیب حد واسط تا مافیک ارتفاعاتی پست با شیبی، به نسبت، ملایم رادر پیرامون خود ساخته اند و حتی در بعضی نقاط اشکال تپه ماهوری را بوجود آورده اند. انباشته های قرمز قاره ای با سن سنوزوئیک تپه های کوچک و پشته هایی را تشکیل داده اند.

انباشته های آبرفتی سرلسر پهنه دشته را پوشش داده و پهنه های رسی و تپه ماهورها را در آنها گسترانده اند. دشت گناباد، به دلیل نفوذ نکردن توده های هوای مرطوب و وجود بادهای گرم و سوزان، از آب و هوایی خشک برخوردار است. وجود کویر در خاور و باختر این منطقه و حرکت بادهای، که به طور عمده همراه با حرکت شن و گرد و خاک است، از عوامل مهم تعیین وضعیت اقلیمی این منطقه به شمار می آید. حوضه های آبی موجود در دشت گناباد آب شور بوده که توسط کال شور، واقع در شمال و شمال خاوری گناباد، زهکشی می شوند. مسیل کال شور از ارتفاعات کاشمر سرچشمه می گیرد و سرانجام به کویر نمک می ریزد. اقتصاد مردم بر پایه کشت زعفران، غلات، باغهای میوه، معدن و دامداری استوار است. میانگین اندازه بارش سالیانه ۱۵۵ میلیمتر و اندازه میانگین رطوبت ۵۸ تا ۸۳ درصد است. میانگین دما ۱۸ درجه سانتیگراد است. تفاوت گرمترین و سردترین روزها و شبها در این محدوده ۲۵ درجه سانتیگراد است. بیشترین اندازه بارش در فصل زمستان و در ماههای بهمن و اسفند است (سالنامه هواشناسی - سازمان هواشناسی کشور).

چینه نگاری

منطقه مورد بررسی دارای سنگهایی با سن پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک است که به شرح زیرند:

پالئوزوئیک

سازند جمال Pj

این سازند شامل آهک ضخیم لایه توده ای به رنگ خاکستری روشن تا تیره و دولومیت متوسط لایه به رنگ قهوه ای روشن است که زیر تاثیر دگرگونی ناحیه ای ضعیفی قرار گرفته و تبلور دوباره در آنها پدیدار شده است. رخنمون اصلی این مجموعه در کوه سمعلی و جنوب کوه شتران می باشد. رخنمونهای پراکنده ای از آن در جنوب کوه ناگهانی و خاور کوه سیاه نیز دیده می شود.

این مجموعه، به عنوان بخشی از گروه طبس کهن ترین واحدهای سنگی موجود در محدوده برکه زمین شناسی گناباد است و در هیچ نقطه ای ارتباط آن با سنگهای کهن تر دیده نمی شود. همبری سازند جمال با واحدهای سنگی جوانتر، به تقریب، در بیشتر منطقه، گسله است. در پاره ای نقاط نیز رسوبات سنوزوئیک و کواترنر با همبری ناپیوستگی زاویه ای بر روی آنها نهاده می شود.

درزه ها joints از ساختمانهای زمین شناختی هستند که به فراوانی در آنها دیده می شوند که دلیل وجودی آنها را شاید بتوان وجود همبری گسله این سازند با واحدهای جوانتر و خواص فیزیکی سنگ آهک و دولومیت دانست، که سبب می شود مجموعه یاد شده رفتاری شکننده (brittle) از خود به نمایش بگذارد. شکستگیها از نوع کششی و با بازشدگی همراه هند و در امتداد آنها کلسیت به شکل ثانویه جایگزین شده است. مطالعه میکروفسیل های بدست آمده از این مجموعه سنگی، سن پرمین بالایی Murghabian julfian را برای آنها مشخص می سازد. پاره ای از آنها به شرح زیرند:

Pachyphloia sp. - Hemigordius sp. - Climacammina sp. - Neoendothyra sp. - Dagmartia sp.

Pseudovermiporella sp.

در جنوب کوه شتران، آهک جمال با همبری عادی و به گونه ای هم شیب به سازند شتری تبدیل می شود. این تبدیل با واسطه آهکی نازک لایه به ضخامت ۵۰ متر انجام می گیرد.

مزوزوئیک

سازند شتری TRs

برونزد این سازند در کوه شتران واقع در خاور گناباد دیده می شود. سازند یاد شده به گونه هم شیب بر روی سازند جمال جای می گیرد. آغاز این سازند با آهک خاکستری تیره رنگ و بسیار لایه نازک به ضخامت ۵۰ متر است. بر روی آن واحدی به نسبت ضخیم از دولومیت زرد تا قهوه ای رنگ متوسط لایه می نشیند. ضخامت این بخش نزدیک

به ۲۵۰ متر است. پس از آن مجموعه ای شامل آهک و دولومیت متوسط تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری تیره جای دارد که ضخامت آن به دلیل به هم ریختگی مجموعه، قابل اندازه گیری نیست. مجموعه یاد شده در محدوده ورقه زمین شناسی گناباد، هیچگونه ارتباط عادی با واحدهای جوانتر از خود نشان نمی دهد. وابستگی این سازند با سازند سردر و آهکهای کرتاسه در خاور ورقه زمین شناسی گناباد، بیرون از محدوده نقشه گناباد، به طور کامل گسله است. با وجود پی جویی و نمونه برداریهای متعدد، هیچگونه فسیل شاخصی از این مجموعه بدست نیامد. ولی برپایه رابطه آن با سازند جمال، در جنوب کوه شتران، و همسانی رخساره ای می توان آن را هم ارز سازند شتری در منطقه معرفی نمود. به دلیل نداشتن رابطه عادی میان این واحد و سازند نایبند و همچنین به هم ریختگی آن، اندازه گیری ضخامت این مجموعه دشوار می نماید.

سازند نایبند

این سازند با ضخامتی در حدود ۳۰۰ متر از دو عضو تشکیل شده که به شرح زیرند:

عضو آهکی نایبند TR^1_n

این واحد در یک توالی از پایین به بالا شامل آهک شیلی با رنگ روشن، آهک ضخیم لایه به رنگ تیره، تناوب آهک نازک لایه، آهک شیلی، سنگ ماسه نازک لایه تا متوسط لایه، آهک اینتراکلاستی و آهک اونکولیت دار نازک لایه با رنگ کلی خاکستری تیره تا روشن است.

کاملترین رخنمون مجموعه یاد شده در شمال خاور کبوترکوه دیده می شود. در این منطقه سازند نایبند در هسته یک تاقدیس که یال جنوبی آن برگشتگی دارد، جای می گیرد. محور تاقدیس راستایی به تقریب خاوری - باختری دارد و در اثر حرکت گسل راندگی (fault related fold) که در یال جنوبی آن عمل کرده است، پدیدار شده است. رخنمون دیگر این واحد در کوه چنگورکوه پوزه بادام قرار دارد. در این ناحیه، تنها، بخش آهکی ضخیم لایه سازند نایبند دیده می شود که به پیکر یک سفره رورانده (nappe) بر روی سنگهای آتشفشانی با سن ژوراسیک قرار گرفته است. حرکت گسل سبب پیدایش درزه های سامانه ای فراوانی در مجموعه سنگ آهک شده است. درزه ها، به طور عمده از نوع کششی (extensional joint) هستند که با بازشدگی و تشکیل رگه های کلیستی در امتداد آنها همراه بوده است.

بر پایه فسیلهای مطالعه شده سن این واحد تریاس پیشنهاد شده است. شماری از این فسیلها به شرح زیرند: *Aulotortus chialing chiangensis* -, *Aulotortus communis* - *Gaudryina* sp. - *Trocholina* sp. همبری زیرین این واحد با سنگهای کهن تر در منطقه دیده نمی شود ولی همبری زیرین آن با عضو سنگ ماسه ای سازند نایبند در شمال کبوتر کوه رخنمون دارد. ضخامت این واحد در حدود ۲۱۰ متر برآورد شده است.

عضو سنگ ماسه ای نایبند TR^s

این عضو، شامل سنگ ماسه کوارتزیتی متوسط تا ضخیم لایه به رنگ تیره است. برونزد اصلی آن در شمال خاور کبوتر کوه و در یال شمالی تاقدیس برگشته عباس آباد جای دارد. این واحد به گونه هم شیب بر روی عضو آهکی سازند نایبند نهشته شده و مجموعه آتشفشانی ژوراسیک بر روی آن جای گرفته است. از این رو، از دیدگاه موقعیت چینه نگاشتی، می توان آن را بخش زیرین سازند نایبند در نظر گرفت. ضخامت این عضو نزدیک به ۹۰ متر است.

سازند شمشک

سازند شمشک بیشترین گسترش را در سطح منطقه دارد. فراوانی ساختمانهای زمین شناختی مانند چینهای برگشته (overturned fold)، چینهای خوابیده (recumbent fold)، گسلهای راستالغز و راندگی سبب شده است تا این سازند گسترش سطحی زیادی پیدا کند و ضخامت حقیقی آن نامشخص بماند. سازند شمشک در منطقه از سه عضو رسوبی شامل عضو سنگ ماسه ای و اسلیتی J^s ، عضو اسلیتی و سنگ ماسه ای $J^{sl.s}$ و عضو سنگ ماسه ای J^s و یک عضو آتشفشانی J^v تشکیل شده است. گواهان موجود نشان می دهند که واحدهای رسوبی سازند شمشک در محیط کم ژرفای دریایی (Epicontinental shelf) نهشته شده اند.

در کوه خیدبس و آبکوه واقع در خاور خضری، بیرون از محدوده ورقه گناباد، این مجموعه با واسطه سنگ جوش یا کنگلومرای قاعده ای بر روی سازند نایبند قرار می گیرد. در درون محدوده نقشه گناباد و در شمال کبوتر کوه همبری مجموعه یاد شده با سازند نایبند، با واسطه سری سنگهای آتشفشانی همراه است.

عدسیهایی از سنگ جوش، با گسترش به نسبت ناچیز، به گونه ای محدود، در میان لایه های سنگ ماسه ای وجود دارد. در داخل مجموعه رسوبی شمشک، سیل وتوده های نفوذی کوچکی با جنس میکروگابرو جایگیری کرده اند که به علت پراکندگی در سطح منطقه و کوچک بودن از نظر اندازه مشخص نمودن آنها در سطح نقشه مقذور نبوده است. سازند شمشک، در محدوده گناباد، زیر تاثیر دگرگونی ناحیه ای قرار گرفته و برگوارگی در مجموعه های سنگی آن پدیدار شده است. برگواره ها به طور عمده به موازات سطوح لایه بندی گسترش یافته است. این سازند در جنوب خاور شهر گناباد و جنوب رشته کوه ناگهانی، زیر تاثیر نفوذ گرانیات قرار گرفته و در حاشیه این همبری کوارتزیت هورنفلس ایجاد شده است.

عضو آتشفشانی J^v_s

این عضو شامل توف، آگلومرا، سنگهای آتشفشانی با بافت های بادامی، کوارتز آندزیت، کوارتز تراکی آندزیت با رنگ کلی سبز تیره تا بنفش تیره است. مجموعه سنگی تشکیل دهنده این عضو نشان از فعالیتی آتشفشانی با ترکیب حداوسط را دارند. این واحد به بهترین شکل در جنوب کوه ناگهانی و خاور کبوتر کوه و همچنین کوه چنگور رخنمون دارد.

در جنوب کوه ناگهانی، این عضو آتشفشانی بر روی عضو سنگ ماسه ای نایبند جای گرفته است. در همین نقطه عضو اسلیتی، سنگ ماسه ای شمشک بر روی این واحد جای می گیرد. در نقاط دیگر همبری واحد یاد شده با واحدهای مجاور آن گسله است. بر پایه اطلاعات موجود در محدوده چهارگوش گناباد، عضو آتشفشانی سازند شمشک را می توان قاعده این سازند در منطقه معرفی نمود. ضخامت این واحد در شمال کبوتر کوه در حدود ۲۳۰ متر تخمین زده می شود.

عضو سنگ ماسه ای و اسلیتی $J^{sl.s}_s$

این رخساره شامل تناوبی از سنگ ماسه دگرگونه به رنگ خاکستری تیره تا سبز تیره با فیلیت و اسلیت تیره تا سیاه رنگ است. سنگ ماسه های این مجموعه، به طور عمده، کوارتزیتی، یا فلدسپاتیک و نازک لایه تا متوسط لایه هستند. ساختمانهای رسوبی همچون ریپل مارک و ساختهای وزنی به فراوانی در آنها دیده می شود. رخ مضرس از ساختمانهای ثانویه ای است که زیر تاثیر دگرگونی ناحیه ای در این مجموعه ها ایجاد شده است. کانیهایی تشکیل دهنده سنگ ماسه ها به طور عمده شامل پلاژیوکلاز، کوارتز و بیوتیت است که با سیمان کربناته یا اکسید آهن در کنار هم قرار گرفته اند. شیلهای دگرگونه نیز، بطور عمده، شیل سیلتی با رنگ تیره است که به صورت میان لایه ای در کنار سنگ ماسه های دگرگونه جای گرفته اند. عضو یاد شده قله هایی به نسبت بلند با شیب دامنه تند را در پدید آورده است.

عضو اسلیتی و سنگ ماسه ای $J^{s.sh}_s$

این عضو شامل تناوبی از اسلیت به رنگ خاکستری تیره و سنگ ماسه دگرگونه تیره رنگ نازک لایه تا متوسط لایه است. رخنمون این عضو در ارتفاعات جنوبی و شمال باختری گناباد قابل مشاهده است. در ارتفاعات جنوبی این مجموعه بلندیهای صعب العبوری را ایجاد نموده است. شیلهای دگرگونه، بطور عمده، سیلتی آرژیل دارند که واجد میکا و سریسیت فراوانی هستند. سنگ ماسه های دگرگونه نیز بطور عمده کوارتز فلدسپاتیک هستند.

عضو سنگ ماسه ای J^s_s

این عضو شامل کوارتز آرنیت دگرگونه با رنگ تیره و متوسط لایه با میان لایه هایی محدود از فیلیت تیره رنگ است. سنگ ماسه ای دگرگونه این عضو، بطور عمده، دانه ریز و دارای میکا، فلدسپار، کوارتز و سریسیت است. کانیهایی تورمالین زیرکن و آپاتیت به عنوان کانیهایی همراه نیز در آنها یافت می شود. در کوه ناگهانی، بهترین رخنمون این واحد سنگی دیده می شود. در اینجا، عضو سنگ ماسه ای شمشک زیر نفوذ توده گرانیتی قرار گرفته که سبب

گردیده تا سنگ ماسه در مجاورت توده تحت تاثیر دگرگونی همبری قرار بگیرد. در اثر این دگرگونی در حاشیه گرانیته، کوارتز هورنفلس پدیدار شده اند. دایکهای گرانیته نیز این مجموعه را زیر تاثیر قرار داده و آنها را بریده اند. مطالعات پالینولوژی بر روی نمونه های برداشته شده از واحدهای شیلی دگرگونه سازند شمشک سن Rhaetian تا Liassic را برای آن مشخص می کند. این فسیلها عبارتند از:

Cycadopites sp.-Classopollis sp.-Duplexisporites sp.-Punctatosporites sp.-Alisporites sp.

سازند بادامو J^1_b

این سازند شامل تناوب آهک نازک لایه تا متوسط لایه با رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن و آهک اینتراکلاستی و آهک ماسه ای است. این سازند زیر تاثیر دگرگونی ناحیه ای ضعیفی قرار گرفته و به میزان کمی تبلور دوباره در آنها هویدا شده است. رخنمون این مجموعه در جنوب کوه شرحصار و باختر روستای بنیاباج دیده می شود.

در روستای بنیاباج، سازند بادامو با همبری عادی بر روی واحد اسلیتی و سنگ ماسه ای شمشک جای گرفته است. در کوه شرحصار، امتداد لایه های سنگی سازند بادامو و سازند شمشک در همبری آنها بریده و قطع شده و خردشدگی نیز در محل ارتباط آنها با یکدیگر دیده می شود. به همین دلیل ارتباط سازند بادامو و سازند شمشک در این ناحیه گسله است. سازند بادامو به شکل بی ریشه (Klippe)، که بر جا مانده هایی از یک سفره رورانده است، بر روی سازند شمشک جای گرفته است.

فسیلهای یافت شده از این سازند، سن ژوراسیک میانی تا بالایی را برای آن مشخص می کنند. شماری از این فسیلها عبارتند از:

Trocholina elongate - Pseudocyclammina sp. - Cristallaria - Favreina sp.

به دلیل نداشتن رابطه عادی میان این سازند و واحدهای سنگی کرتاسه در منطقه، اندازه گیری ضخامت آن ممکن نشد.

واحد سنگ ماسه ای و سنگ جوش کرتاسه زیرین K^{sc}_1

شامل تناوب سنگ ماسه و سنگ جوش ضخیم لایه به همراه سنگ فورش (سنگ سیلت) با رنگ قرمز تیره و میان لایه هایی از آهک نازک لایه است. قطعات کنگلومرا، بطور عمده از دانه های گرد شده کوارتز، آهک و سنگ ماسه تشکیل شده است که با سیمانی به نسبت ضعیف در کنار هم قرار گرفته اند. سنگ ماسه نیز از نوع آرکوز است. رخنمون این مجموعه در جنوب باختری خضری دیده می شود. فسیلهای یافت شده در آهک، سن کرتاسه زیرین را برای آن پیشنهاد می کند. این فسیلها عبارتند از:

Pseudocyclammina sp. - Nautilocoulina sp. - Anomastreaea (coral) - Actinoporella sp.

ارتباط زیرین این واحد با سنگهای کهن تر در منطقه دیده نشد، به همین دلیل تعیین ضخامت آن امکان پذیر نبود.

واحد آهکی و مارنی کرتاسه زیرین K^m_1

این واحد به درازای زیاد، شامل مارن به رنگ سبز تا خاکستری با درون لایه هایی از آهک نازک لایه با رنگ قهوه ای روشن تا کرم رنگ است. در بخش های زیرین این مجموعه، سنگ ماسه های لایه متوسط نازک لایه به رنگ قهوه ای نیز دیده می شوند. واحد مارنی واجد فسیلهای فراوان دو کفه ای و گاستروپود است.

رخنمون این مجموعه در خاور کوه کمر خید و جنوب روستای مهاباد جای دارد. در همبری این واحد با سازند شمشک، قطع شدگی در امتداد واحد کرتاسه و خرد شدگی دیده می شود که بهترین دلایل برای وجود گسل هستند. بر پایه فسیلهای مطالعه شده، سن کرتاسه زیرین Barremian تا Aptian برای این مجموعه عنوان می شود. شماری از این فسیلها به شرح زیرند:

Orbitolina lenticulars - Valserian broennimanni - Irqia simpelex - Choffatella sp. - Nautiloculina oolitica

ضخامت این واحد در جنوب برگه زمین شناسی گناباد، بیرون از محدوده نقشه، در حدود ۶۵ متر برآورد شده است.

واحد آهکی کرتاسه زیرین K^1_1

این مجموعه شامل آهک ضخیم لایه تا توده ای است که واجد فسیلهای دو کفه ای رودیست و پکتین است. واحد یاد شده در جنوب روستای مهاباد در گذری تدریجی بر روی واحد K^m_1 جای می گیرد.

در جنوب کوه سیاه، این مجموعه با ارتباطی گسله از نوع راندگی در همبری سازند شمشک قرار می گیرد. بیرون زدگی عمده این مجموعه در کوه کمرخید است. در اینجا، مجموعه کرتاسه به صورت سفره راندگی (nappe) بر روی مجموعه ژوراسیک قرار گرفته است. وجود خردشدگی شدید و برش گسله و همچنین بریدگی امتداد لایه های کرتاسه در همبری آنها با سازند شمشک دلیلی بر وجود این ارتباط گسله است. حذف واحد مارنی و سنگ ماسه ای کرتاسه در این منطقه را نیز می توان دلیلی دیگر بر وجود رابطه گسله میان مجموعه کرتاسه و ژوراسیک دانست. رخنمون دیگر این واحد در باختر کبوتر کوه قرار دارد. در اینجا، آهک کرتاسه در همبری نهشته های سنوزوئیک جای دارد. بر پایه فسیلهای یافت شده در این واحد، سن کرتاسه زیرین (Aptian - Albian) را می توان برای آن پیشنهاد نمود.

تعدادی از این فسیلها به شرح زیرند:

Orbitolina concave - *Lenticulina* sp. - *Textularia* sp. - *Miliolids* - *Rudist*

واحد سنگ جوش کرتاسه بالایی K^c_2

این واحد شامل سنگ جوش به رنگ قرمز و توده ای است. قطعات تشکیل دهنده آن شامل سنگ ماسه، شیل، کوارتزتیت و سنگ آهک است که با سیمانی، به نسبت، سست و ضعیف کنار هم قرار گرفته اند. جور شدگی این سنگ جوش بسیار ضعیف است. اندازه قطعات تشکیل دهنده سنگ جوش از ۵ تا ۴۰ سانتیمتر متفاوتند.

بهترین رخنمون این مجموعه در جنوب و جنوب باختر کوه شتران دیده می شود. در این مکان سنگ جوش یاد شده بر روی سنگهای کهن تر با ناپیوستگی زاویه ای نهشته شده اند. واحد مارنی کرتاسه بالایی نیز به گونه هم شیب بر فراز آن جای دارد. رخنمون کوچکی از این واحد در کوه سمعلی نیز دیده می شود که نمایش دادنی در نقشه نبوده است. در اینجا، بر فراز واحد یاد شده، واحد آهکی کرتاسه به گونه هم شیب جای دارد. ضخامت این واحد در جنوب کوه شتران نزدیک به ۶۸ متر است.

واحد مارنی کرتاسه بالایی K^m_2

این مجموعه تناوبی از فورش سنگ قرمز رنگ، سنگ ماسه، سنگ آهک و گچ و مارن قرمز تا کرم رنگ است. لایه بندی این مجموعه نازک تا متوسط است. رخنمون واحد یاد شده در کوه سمعلی است. در اینجا واحد مارنی با گذری تدریجی و با واسطه سنگ ماسه با سیمان آهکی، به مجموعه آهکی کرتاسه بالایی تبدیل می شود. در جنوب کوه شتران واحد آهکی کرتاسه بالایی، به طور مستقیم، بر روی واحد سنگ جوش کرتاسه بالایی قرار گرفته و واحد مارنی در آن نقطه دیده نمی شود. فسیلهای یافت شده از این مجموعه سن کرتاسه پایینی تا بالایی (Albian تا Cenomanian) را برای آن مشخص می کند. شماری از فسیلها به شرح زیرند:

Planomalina buxtorfi - *Stomiosphaera conoidaa* - *Stomiosphaera sphaerica* - *Calsisphaerula innominata*

ضخامت این واحد در کوه سمعلی نزدیک به ۷۰ متر تخمین زده می شود.

واحد آهکی کرتاسه فوقانی K^1_2

این واحد شامل سنگ آهک هیپوریت دار، آهک ماسه ای، آهک تخمی و آهک اینتراکلاستی به رنگ کرم تا قهوه ای و لایه بندی متوسط تا ضخیم است. رخنمون این واحد در کوه سمعلی و پیرامون روستای شوراب دیده می شود. مجموعه یاد شد به گونه هم شیب بر روی واحد مارنی کرتاسه بالایی جای می گیرد. فسیلهای بدست آمده از این مجموعه سن کرتاسه بالایی (Cenomanian تا Maastrichtian) را برای آن مشخص می سازند. شماری از این فسیلها به شرح زیرند:

Orbitoides sp. - *Daxia cenmanan* - *Rotalia* cf. *skeurenensis* - *Broeckina dufreynoyi* - *Lenticulina* sp. - *Valvulammina picurdi* - *Oalveolina* sp. - *Dicyclina* sp.

ضخامت واحد یاد شده در کوه سمعلی و شمال گناباد نزدیک به ۱۲۰ متر تخمین زده می شود.

سنوزئیک

واحدهای سنگی با سن سنوزئیک در محدوده نقشه زمین شناسی گناباد شامل مجموعه ای از سنگهای آتشفشانی نیمه عمیق و نفوذی و سنگهای رسوبی آواری است. سن یا محدوده سنی دقیقی برای سنگهای آذرین نمی توان مشخص کرد ولی چون این مجموعه، واحد سنگی با سن کرتاسه بالایی را زیر تاثیر داشته است و واحد سنگی با سن میوسن زیر تاثیر این فازها ماگمایی نبوده اند، محدوده سنی پالئوسن تا ائوسن را برای آنها در نظر گرفته ایم. از این رو به تفکیک به بررسی هر یک باید پرداخت. در اینجا یادآوری این نکته لازم است که شرح این واحد ها براساس تقدم یا تاخر در سن آنها نیست.

 E^a

این واحد شامل سنگهای آذر آواری آگلومرا با رنگ سبز تیره تا قرمز به همراه توف است. قطعات تشکیل دهنده آگلومرا شامل تراکی آندزیت و کوارتز تراکی آندزیت است که فراورده فوران آتشفشانی با ترکیب حدواسط هستند. رخنمون این واحد در شمال گناباد و در کنار جاده گناباد - مشهد و کوه شکسته چاه سد دیده میشود. ضخامت این واحد از ۹۰ تا ۲۰۰ متر در تغییر است.

 E^{ba}

این مجموعه شامل بازالت، آندزیت، تراکی آندزیت، بازالتهای منشوری، توف و آگلومرا است. رنگ کلی آن سبز تیره تا بنفش تیره است و در بعضی نقاط بر روی ژوراسیک جای می گیرد.

واحد یاد شده، در شمال گناباد گسترشی به نسبت بالا دارد و در جنوب کوه کمرخید و شمال کوه ناگهانی نیز رخنمون آن دیده می شود. در شمال کوه ناگهانی، این واحد توسط گرانیب زیر تاثیر قرار می گیرد. در حاشیه نفوذ گرانیب، آلتراسیون کائولن ایجاد شده است. این واحد بر روی مجموعه E^a جای می گیرد و شاید بتوان آن را یک فوران ماگمایی با ترکیب مافیک تا حدواسط پس از واحد E^a ، که واحدی آذر آواری است، دانست. ضخامت این مجموعه از ۸۰ تا ۱۸۰ متر متغیر است.

 E^v

شامل بازالت، بمبهای آتشفشانی، شیشه آتشفشانی، توف و آگلومرا به رنگ سبز تیره است. این مجموعه که در حاشیه جاده مشهد به گناباد و در شمال باختر کوه شرحصار و کوه شکسته چاه سد دیده می شود، در حقیقت، بخش قابل تفکیک از واحد E^{ba} است که در پاره ای نقاط تفکیک شده است. ضخامت این مجموعه از ۸۰ تا ۱۰۰ متر تغییر است.

 E^b

این واحد آذر آواری شامل برش اسیدی تا بازیگ با رنگ کرم است که به گونه ای محدود در کوه اتابک رخنمون دارد. واحد E^a مجموعه آذر آواری در رابطه با فعالیت آتشفشانی با ترکیب اسیدی است. ضخامت این واحد از ۵۰ تا ۹۰ متر در تغییر است.

 E^g, E^r, E^{ig}

پس از فعالیتهای آتشفشانی با ترکیب حدواسط E^{ba} ، فرآیندهایی با ترکیب اسیدی در منطقه دیده می شود. این فعالیت با واحد E^{ig} مشخص می شود. واحد فوق شامل سنگهای آذر آواری همانند ایگنمبریت بنفش تا قرمز رنگ، آگلومرا به رنگ قرمز، توف اسیدی و سنگهای آتشفشانی شامل ریولیت، داسیت و تراکیت است که بر روی واحد E^{ba} جای می گیرند. مجموعه یاد شده در شمال گناباد و جنوب روستای شیرازوند گسترشی به نسبت بالا دارد. در نقاطی چند، واحد یاد شده با واسطه واحد E^g که شامل سنگ شیشه، پرلیت و اسفرولیت است، بر روی واحد E^{ba} جای می گیرد. واحد E^r آذر آواری و شامل توف اسیدی با رنگ کرم است. برونزد آن در کوه اتابک دیده می شود. این واحد همزمان با فوران آتشفشانی اسیدی، بر روی مجموعه های کهن تر جای گرفته است. واحد E^{ig} ، در شمال جاده بجستان، بر اثر دگرسانی تبدیل به کائولن شده و زمینه مناسبی را برای کارهای اقتصادی در منطقه آماده ساخته است. ضخامت این مجموعه در حدود ۱۵۰ تا ۲۲۰ متر متغیر است.

Erd

این مجموعه شامل ریولیت، داسیت و تراکیت است. واحد یاد شده در جنوب خاوری گناباد رخنمون دارد که توسط رسوبات کواترن پویشیده می شود. در جنوب باختری گناباد و در جنوب کوه شرحصار نیز برنزدهایی از آن دیده می شود که توسط کنگلومرای میوسن پویشیده شده است. این مجموعه نشان دهنده فوران ماگمایی با ترکیب اسیدی تا حدواسط است که قسمتهایی از منطقه را زیر تاثیر قرار داده است.

E^{bt}

این واحد آذر آواری شامل برش و توف اسیدی به رنگ سفید تا شیری رنگ است. قطعات برش شامل سنگهای آتشفشانی با ترکیب بازیک تا حدواسط و سنگ ماسه و فیلیت است که توسط سیمانی آتشفشانی با ترکیب اسیدی به یکدیگر جوش خورده اند.

واحد سنگی یاد شده بر روی مجموعه اسلیت و سنگ ماسه ژوراسیک و واحد E^{ba} جای گرفته و رخنمون آن در ناحیه شمال باختر گناباد قابل مشاهده است. ضخامت این واحد حدود ۵۰ تا ۷۰ متر است.

E^c سنگ جوش ائوسن

این واحد شامل سنگ جوش ضخیم لایه با رنگ قرمز است. قطعات تشکیل دهنده آن شامل آهک کرتاسه و سنگ ماسه و اسلیت و سنگهای آتشفشانی است. واحد یاد شده در کوه کمرخید رخنمون دارد که در این نقطه واحد یاد شده بر روی آهک کرتاسه و واحد E^{ba} گذاشته شده است. ضخامت این واحد حدود ۱۲۰ متر برآورد شده است.

E^{sa} سنگ ماسه ائوسن

این مجموعه شامل سنگ جوش متوسط لایه با رنگ قرمز، سنگ ماسه متوسط تا نازک لایه به رنگ قرمز تا سبز، سنگ فروش قرمز رنگ، توف آرژپلی شده به رنگ سبز و صورتی و عدسی های گچ است. واحد یاد شده در جنوب کبوتر کوه و جنوب کوه سیاه و جنوب کوه کمر خید دیده می شود. در این نقاط، این مجموعه بر روی واحد E^c قرار گرفته و توسط رسوبات کواترن پویشیده شده است. توف آرژپلی شده نشان از فوران آتشفشانی زیر دریایی دارد که به سبب آن خاکستر آتشفشانی در محیطی دریایی راسب شده و توف با آلتراسیون آرژپلیکی را ایجاد نموده است. ضخامت این واحد در حدود ۲۴۰ متر تخمین زده می شود.

M^c سنگ جوش میوسن

این واحد شامل سنگ جوش با میان لایه هایی از سنگ ماسه به رنگ قرمز است. قطعات تشکیل دهنده سنگ جوش شامل سنگهای آتشفشانی، سنگ آهک کرتاسه، اسلیت، فیلیت و سنگ ماسه با گردشگی ضعیف و سیمانی، به نسبت، سخت است. این واحد در جنوب کوه هنگام با ناپیوستگی زاویه ای بر روی سنگهای آتشفشانی ژوراسیک جای گرفته است. در جنوب خاور نجم آباد نیز این واحد با ناپیوستگی زاویه ای بر روی گرانیت E^{gf} جای دارد. در خاور منطقه و بیرون از محدوده نقشه گناباد، سنگ جوش یاد شده به گونه تدریجی به واحد M^{sc} تبدیل می شود و بر این پایه، برای واحد نامبرده سن میوسن را می توان پیشنهاد کرد. ضخامت این واحد در جنوب کبوتر کوه، در حدود ۷۰ متر تعیین شده است.

M^{sc} سنگ ماسه و سنگ فروش میوسن

این مجموعه شامل تناوب سنگ ماسه و سنگ فروش به رنگ قرمز تا خاکستری با درون لایه هایی از گچ است. این واحد بر روی واحد M^c جای دارد و در جنوب کوه چنگور هم ارز آن جای می گیرد. گسترش اصلی آن در جنوب کوه هنگام است. ضخامت واحد نامبرده، در حدود ۲۸۰ متر است. فسیلهای بدست آمده از این مجموعه سنگی سن میوسن را برای آن مشخص می کنند تعدادی از این فسیلها به شرح زیرند:

Amphistegina sp. - Miogypsina sp.

مارن پلیوسن PI^m

این واحد شامل مارن و سنگ فورس نازک لایه است. رخنمون آن در جنوب گناباد و در مجاورت شهر کاخک و در پیرامون روستای کریمو و حاشیه جاده گناباد - قائن و شمال خضری دیده می شود. مجموعه سنگی نامبرده با ناپیوستگی زاویه ای بر روی سنگهای کهن تر قرار می گیرد. در جنوب کوه هنگام این مجموعه با ناپیوستگی زاویه ای بر روی واحد M^{sc} جای می گیرد، از همین رو می توان سن پلیوسن را برای آن پیشنهاد کرد. ضخامت این واحد در خاور کاخک نزدیک به ۱۸۰ متر است.

سنگ جوش و سنگ ماسه پلیوسن - کواترنری PLQ^{cs}

این واحد شامل تناوب سنگ جوش و سنگ ماسه به رنگ قرمز روشن است. قطعات تشکیل دهنده سنگ جوش شامل سنگهایی با سن پالئوزوئیک، مزوزوئیک و آتشفشانی سنوزوئیک است که توسط سیمانی، به نسبت، سست در کنار هم جای گرفته اند. رخنمون این واحد در کوه ناگهانی و کوه سیاه جای دارد. این مجموعه به گونه دگرشیب بر روی واحدهای کهن تر جای می گیرد.

ارتباط واحد نامبرده با واحد PI^m به گونه ناپیوستگی زاویه ای است. سنگ جوش یاد شده در بیشتر رخنمونها، به تقریب، افقی است و در پاره ای نقاط نیز از حالت افقی خارج شده ولی شیبی بسیار کم را بخود گرفته است. از این رو، برپایه موقعیت چینه نگاری و وضعیت ساختمانی، این واحد را می توان در محدوده سنی پلیوسن تا کواترنز قرار داد.

این مجموعه در سطح منطقه به شکل تپه های منفرد و کم شیب دیده می شود. ضخامت این واحد از ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر متغیر است.

سنگ جوش کواترنری Q^e

این واحد شامل سنگ جوش درشت دانه با رنگ کرم و توده ای است. قطعات آن از سنگهای کهن تر تشکیل می شود که، به نسبت، زاویه دارند و با سیمانی، بطور کامل، سست کنار یکدیگر جای گرفته اند. اندازه قطعات از قلوه تا پلمه متفاوت است. رخنمون آن در جنوب خاوری کوه چنگوراست. در اینجا، واحد یاد شده، با ناپیوستگی زاویه ای بر روی واحدهای کهن تر جای گرفته است. در همین نقطه، واحد نام برده به گونه هم شیب بر روی واحد PLQ^{cs} جای می گیرد و تبدیل این دو واحد به یکدیگر با گذری تدریجی انجام می پذیرد.

Q^{e1}

این رسوبات شامل رس و سیلت سخت نشده با رنگ قرمز هستند. بیشترین گسترش آن در دشت و حاشیه دشتهای است. این انباشته های آواری حاصل فرسایش ارتفاعات هستند که به توسط سیلابها و جریانهای فصلی حمل و در قسمتهایی از دشت که سیلابها فروکش کرده اند نهشته شده اند. نهشته های یاد شده بی لایه بندی و به صورت توده ای هستند.

Q^{e2}

این واحد شامل آبرفتهای پادگانه ای سخت نشده و کهن است. انباشته های فوق شامل ماسه و سنگ جوش سخت نشده است که در ارتفاعات و کناره های دشت و در پای دامنه ارتفاعات، بر اثر فرسایش سنگهای کهن تر بر جای نهاده شده اند.

Q^f

این واحد شامل لس است. واحد یاد شده انباشته های آواری نرم و سست با دانه بندی در اندازه های رس تا سیلت است. این خاک برای کشاورزی بسیار مناسب است به همین رو، بیشترین سطح زیر کشت در منطقه گناباد بر روی این واحد است.

Q^{ff}

این واحد شامل انباشته های مخروط افکنه است. این انباشته ها حاصل فرسایش نواحی مرتفع است. رسوبات آواری حاصل فرسایش توسط جریان آب و سیلاب حمل شده و در پای ارتفاعات با کم شدن شدت سیلاب، بر جای نهاده می شوند.

Q^c

این واحد شامل پهنه های گلی و باتلاقی است. در بخشی از دشت که کمترین ارتفاع را داراست، آبهای سطحی حاصل از نزولات جوی زهکشی شده و در سطح زمین جاری می شوند. این آب سبب ایجاد باتلاق و پهنه های گلی در این مناطق می شود. نیاز به یادآوری است که این پدیده، بطورعمده، در فصولی ویژه از سال که بارندگی در منطقه انجام می گیرد دیده می شود و در دیگر فصل ها این پهنه ها زمینهایی خشک هستند.

Q^s

این انباشته ها شامل دانه هایی در اندازه ماسه است که بر اثر وزش باد به حرکت در آمده و در نقاط مختلف دشت تپه های ماسه ای و یا ماسه بادی را بر پا می کنند. این ماسه ها با حرکت خود جاده، برونزد سنگها و حتی زمینهایی کشاورزی و منازل مسکونی را نیز زیر می پوشانند.

Q^{al}

انباشته های آواری که توسط رودخانه های دائمی و فصلی و یا سیلابها حمل شده و در طول مسیر کانالها و مجاری عبور آب بر جای گذاشته می شوند. اندازه آنها از حد ماسه تا حد پلمه و قلوه سنگ متفاوت است. اندازه دانه های این انباشته ها بستگی به فاصله آنها از منشاء تشکیل آنها و همچنین شدت آب در نواحی مختلف مسیر آب دارد.

Q^{l2}

این واحد شامل پادگانه های آبرفتی جوان است. انباشته های یاد شده، سخت نشده اند و شامل ذرات در حد سیلیت، ماسه و پلمه است که بر فراز نقاط پست و در کنار دشت و کناره های رودخانه ها بر جای گذاشته شده اند.

توده های نفوذی**E^{gr}**

این مجموعه شامل گرانیت، تونالیت و مونزوگرانیت با رنگ روشن است. این واحد در سنگهای ژوراسیک نفوذ کرده و آنها را بریده است. جایگیری آن به شکل یک توده با روندی خاوری - باختری است. سنگ ماسه و شیلها در مجاورت این توده نفوذی اسیدی دگرگون شده و تشکیل کوارتز هورنفلس را داده اند. در درون گرانیت یاد شده قطعات سنگهای بیگانه دیده می شوند. کانیهای زیرکن، تورمالین، آپاتیت و گارنت علاوه بر کانیهای متداول، در این گرانیت دیده می شوند.

مجموعه یاد شده در شمال کوه ناگهانی جای دارد. بررسی های پتروگرافی و ژئوشیمیایی انجام شده بر روی آن، گرانیت را نوع I معرفی کرده است.

Etm

واحد یاد شده شامل کوارتز تراکیت و میکرودیوریت با رنگ خاکستری است. این مجموعه به صورت توده ای نفوذی با جایگاه نیمه عمیق واحد E^{sa} را در خاور روستای کریمو و رسوبات ژوراسیک را در جنوب کوه شرحصار زیر تاثیر قرار داده است. در مجاورت روستای کریمو، نفوذ توده در واحد E^{sa} سبب ایجاد پهنه دگرسانی کائولنی در حاشیه توده شده است. در جنوب کوه شرحصار نفوذ توده بدون سازند شمشک، فقط و فقط، در امتداد بریدگیها انجام گرفته و پدیده ویژه دیگری را ایجاد نکرده است. رخنمون اصلی این واحد در شمال خاوری فردوس و بیرون از محدوده ورقه گناباد است.

E^{an}

این مجموعه سنگی شامل آندزیت با بلورهای درشت هورنبلند با رنگ سبز روشن تا سبز تیره است. واحد یاد شده به صورت نیمه عمیق در مجاورت سنگهای دیگر جای گرفته است. در کوه سمعلی، این مجموعه نفوذی در همبری آهک کرتاسه است ولی هیچگونه تاثیری چشم گیر در آهک پدید نیاورده است. در شمال روستای عمرانی، واحد نام برده در مجموعه E^{ba} نفوذ کرده است ولی تاثیری بر آن نگذاشته است.

E^{gd}

این مجموعه شامل دیوریت، میکروگرانودیوریت و میکروسینیت، با رنگ خاکستری روشن است که به شکل توده ای دراز، که کشیدگی آن در راستای خاور - باختر است، واحدهای سنگی و آتشفشانی با سن ائوسن را در محدوده

شمال و واحد E^{gr} و اسلیت و سنگ ماسه های ژوراسیک را در خاور و جنوب خاور گناباد زیر نفوذ خود برده است. در اثر نفوذ این واحد در سنگهای میزبان، در حاشیه نفوذ توده، پهنه دگرسانی کائولنی پدیدار شده است.

دایکها

دو نوع دایک قابل تفکیک در منطقه دیده می شوند که در زیر به شرح آنها می پردازیم

دایک با ترکیب میکروگرانودیوریت و میکروگرانیت

رخنمون این دایک در کوه هنگام و در شمال کوه شکسته چاه سرو دیده می شود. این دایک در کوه هنگام، در امتداد شکستگیهای موجود در سازند شمشک تزریق شده است. در شمال گناباد، این واحد مجموعه سنگهای آتشفشانی ائوسن را زیر نفوذ برده است. پیدایش این دایک را می توان در وابستگی با فاز نهایی نفوذ گرانیته E^{gr} در منطقه دانست. از همین رو، سن ائوسن را می توان برای آن پیشنهاد کرد. همانگونه که در نقشه زمین شناسی نیز مشخص است، در پاره ای نقاط در امتداد نفوذ دایک، دگرسانی سبب ایجاد کائولن شده است. کانی سازی میس و سرب نیز از موارد دیگری است که به سبب نفوذ دایک در سازند شمشک پدیدار شده است.

دایک با ترکیب میکروسینیت

رخنمون آن در شمال جاده گناباد - بجستان است. این دایک در درون پارگی و شکستگی موجود در واحد فیلیت و سنگ ماسه دگرگونه با سن ژوراسیک تزریق شده است. بر اثر نفوذ این دایک کانی سازی گالن، باریت و فلوریت در مجموعه شمشک ایجاد شده است.

واحد سنگی با سن نامشخص V

این واحد شامل گدازه بالشی، بازالت، اسلیت، چرت به رنگ سبز روشن، آهک پلاژیک و شیلهای رادیولاریتی است. مجموعه یاد شده به احتمال بر جای مانده هایی از پوسته اقیانوسی است ولی مشخص ساختن منشاء ایجاد این پوسته اقیانوسی و تعیین این مهم که پوسته یاد شده در چه ناحیه ای تشکیل شده مستلزم تحقیقات بیشتری است که در این محدوده نمی گنجد. مطالعات دیرینه شناختی بر روی این واحد تا کنون نتیجه ای در بر نداشته است ولی شاید بتوان این واحد افیولیتی را بخشی از افیولیت های خاور ایران، که به فاصله ۳۰۰ کیلومتری جنوب خاور این منطقه قرار دارند در نظر گرفت. اگر چنین فرض شود سن کرتاسه را می توان برای آن معرفی کرد. رخنمون این واحد در کوه بیم و شمال کوه سیاه، واقع در جنوب شهر کاخک، دیده می شود. این مجموعه به وسیله گسل های راندگی در میان مجموعه سنگی ژوراسیک جای گرفته است.

زمین شناسی ساختمانی

گستره نقشه گناباد بخشی از بلوک لوت است که بلوک لوت خود بخشی از خرد قاره شرق ایران به شمار می آید. نیاز به یادآوری است که برخی نیز بلوک لوت را واحدی مستقل در زمین شناسی ایران می دانند. به طور کلی، بلوک لوت واحد سخت شده ای است که سخت شدن آن را می توان در رابطه با کوهزایی کمپیرین دانست (علوی، جزوه تکتونیک ایران، ۱۳۶۹). این بلوک به سان یک توده میانی عمل کرده است (داوود زاده، ۱۹۸۱). بلوک یاد شده از باختر به گسل نایبند و کوههای چین خورده شتری و ایران مرکزی و از خاور به ارتفاعات خاور ایران و ملانژ و فلیش محدود می شود. مرز شمالی بلوک لوت، گسل درونه و حد جنوبی آن گودال جازموریان و مجموعه آتشفشانی شاهسواران است. (نقشه زمین شناسی ایران - سازمان زمین شناسی کشور).

داوودزاده و همکاران (۱۹۸۱) در ادامه مطالعات زمین شناسان دیگر، چرخش ۱۳۵ درجه ای در جهت خلاف حرکت عقربه های ساعت را برای خرد قاره ایران مرکزی قائل شده اند و این چرخش را در فاصله زمانی تریاس و اواسط ترسیر در نظر می گیرند.

همانگونه که در آغاز نیز گفته شد، بلوک ایران مرکزی از اطراف با پهنه های ساختاری متفاوتی مرزبندی شده است. بلوک ایران به عنوان بلوکی پایدار، توسط این پهنه ها از جهات متفاوت زیر تاثیر فشارش قرار می گیرد.

ساختمانهای تکتونیکی اصلی در منطقه، گسلهای راستالغز عمیق با حرکت خمیده است. خرد قاره ایران به بلوکهای کوچکتر تقسیم شده است که هریک از آنها حالت خمیده پیدا کرده و نسبت به یکدیگر نیز از خود حرکت انجام می دهند.

با بررسی گسلهای اصلی موجود در محدوده گناباد نیز مشخص می شود که ساختارهای اصلی تکتونیکی، گسلهای راستالغزند که با حرکت خود ریخت ساختاری منطقه را شکل می دهند.

بررسی ساختمانهای چین خورده در منطقه، روند همگانی آنها را مشخص می سازند. راستای محور چین خوردگی ها بطور غالب، خاوری - باختری است. چین خوردگی های موجود در واحدهای کرتاسه تا عهد حاضر بطور عمده، از نوع چینهای باز Open fold با زاویه بین یالی ۷۰ تا ۱۲۰ درجه است. سطح محوری این چینها مایل است و، به طور عمده، دارای گرایش (vergence) به سمت شمال هستند.

چین های موجود در واحدهای سنگی تریاس و ژوراسیک، بطور عمده، از نوع چینهای بسته (close fold) با زاویه بین یالی ۳۰-۷۰ درجه است. چینها در این محدوده، بیشترشان، از نوع چینهای برگشته (overturned fold) یا چینهای خوابیده (recumbent fold) است. گرایش سطح محوری در این چینها، به طور عمده، به سوی شمال است. این نوع چین خوردگی سبب پیدایش ضخامت غیر واقعی در رسوبات ژوراسیک تریاس شده است.

بررسی درزه ها در منطقه که در راستای تهیه نقشه زمین شناسی صورت گرفت، دو سیستم متفاوت شکستگی را مشخص می سازد. یک سری از شکستگیها، درزه های کششی هستند. این درزه ها دارای دو روند ناهمسانند، یک سری از آنها دارای راستای شمال باختر - جنوب خاور و سری دیگر دارای راستای شمال خاور - جنوب باخترند.

در امتداد این درزه ها، بازشدگی در واحدهای سنگی ایجاد شده است که در پاره ای نقاط این بازشدگی ها توسط کلسیت، سیلیس و باریت پر شده است. سری دوم درزه ها، درزه های پرشی است. یک دسته یا مجموعه از این نوع درزه ها دارای راستای خاوری - باختری اند و سری دیگر دارای روند شمال خاوری - جنوب باختری می باشند. در سطح این درزه ها آثار لغزش، بطور کامل، هویدا است. مطالعه سامانه ای ساز و کار این درزه ها جهت نیروی تشکیل دهنده آنها را مشخص کرد. براین پایه، راستای بیشترین تنش ایجاد کننده این درزه ها، جنوب خاوری است.

بررسی گسلهای اصلی موجود در منطقه مشخص می سازد که ساختار اصلی گسلها، از نوع راستالغز است. یکی از مهم ترین این گسلها، گسل دشت بیاض با روند خاوری - باختری و دارای مولفه راستالغز چپ بر است، مولفه شیبی آن از نوع معکوس است. گسل یاد شده در شمال خضری و در جنوب کبوتر کوه واقع می شود. در خاور، خارج از محدوده نقشه، گسل گریزان به گسل دشت بیاض متصل می شود. در باختر، گسل دو شاخه می شود. یک شاخه گسل به سوی شمال باختر کج می شود و شاخه دیگر آن به سوی جنوب باختر انحناء می یابد و به گسل راندگی کریمو می پیوندد. گسل راندگی کریمو، که گسلی فشارشی با شیبی به سوی شمال است، حرکتی از شمال به سوی جنوب را نشان می دهد. گسل یاد شده در رده گسلهای جنب است. تازه ترین فعالیت آن مربوط به زمین لرزه سال ۱۳۴۷ است که سبب ویرانی کاخک و شمار زیادی روستا در منطقه شد.

حرکت گسل دشت بیاض سبب کج شدگی در مسیر آبراهه ها و بریدگی در واحدهای رسوبی کواترنر شده است. از گسلهای عمده دیگر در منطقه می توان به گسل راستالغز کاخک با مولفه چپ بر اشاره کرد. این گسل دارای راستای جنوب خاور - شمال باختر است و از رده گسلهای جنب و کواترنری محسوب می گردد که در مسیر حرکت خود سبب بریدگی در واحدهای سنگی و کج شدگی در مسیر آبراهه شده است. گسل پارچ، اریب لغز بود و مولفه چیره در آن راستا لغز و از نوع چپ بر می باشد. این گسل دارای روندی باختری - خاوری است.

گسل ترنج، از گسلهای عمده دیگر ناحیه است. راستای خاوری - باختری دارد و مولفه اصلی آن راستالغز چپ بر است. در حد فاصل گسلهای کاخک، پارچ، ترنج و دشت بیاض، شمار بالایی گسل به موازات آنها قرار دارند که دارای ساز و کار مشابه آنها هستند. در کوه هنگام، مجموعه ای از گسلهای راستالغز موازی که دارای راستای شمال باختر - جنوب خاور هستند دیده میشوند. از این مجموعه می توان به گسل راستالغز میان با ساز و کار راست بر اشاره کرد. گسل دیگر در این مجموعه، گسل اریب لغز هنگام است. گسل مورب لغز کبوتر کوه نیز در جنوب کوه هنگام واقع

شده است. این گسل دارای راستای شمال باختری - جنوب خاوری است که در خاور منطقه روند آن خاوری - باختری می شود. شماری گسل نیز به موازات گسل کبوتر کوه، در جنوب کوه هنگام، واحدهای سنگی را متاثر کرده اند.

در شمال باختر گناباد و در کوه شکسته چاه سد، مجموعه ای از گسلهای راستالغز وجود دارند. این گسلها، بطور عمده، اریب لغزند که مولفه امتدادی حرکت، در آنها چیره و غالب است. همانگونه که در نقشه زمین شناسی نیز دیده می شود، حرکت در بیشتر این گسلها از نوع چپ بر است. گسلهای راستالغز در بخش پایانی خود که حالت منحنی به خود می گیرند می توانند مناطق تحت فشار را به شکل گسلهای راستالغز همگرا ایجاد نمایند. در این صورت مولفه شیبی حرکت گسل، بر مولفه امتدادی آن چیره می شود. به همین دلیل گسلهای راستالغز در انتهای خود می توانند به گسلهای رانندگی تبدیل شوند. در این مناطق فشارشی، حتی سفره های رانندگی (nappe) نیز ایجاد می شوند. مجموعه آهکی کرتاسه در کوه کمر خید و مجموعه آهک نایبند در جنوب کوه هنگام، سفره های رانندگی هستند که تحت چنین ساز و کاری ایجاد شده اند. این منطقه از دیدگاه فعالیت های ساختمانی فعال بوده و از توان لرزه خیزی به نسبت بالایی نیز برخوردار است.

زمین شناسی اقتصادی

محدوده گناباد از دیدگاه کانه سازی، منطقه ای غنی به شمار می آید که در این مبحث سعی شده تا به طور مختصر کانی سازی های عمده در منطقه معرفی گردد. واحدهای آهک دولومیتی باسن پرمین و تریاس واجد درزه های کششی فراوانی هستند. فضای این درزه ها توسط کلسیت و باریت پر شده است. رگه های کلسیت دارای ضخامت های متفاوت بوده و از چند سانتیمتر تا حدود ۴ متر متغیر هستند. رگه های باریت به طور عمده در آهکهای تریاس مجتمع شده اند و رگه های با ضخامت ۲ تا ۱۰ سانتیمتر را ایجاد نموده اند که از گسترشی به نسبت ناچیز برخوردارند. بیشترین گسترش رگه های کلسیت و باریت در کوه شتران واقع در خاور نقشه قرار دارد. عامل ایجاد این رگه های را می توان حرکت محلول های گرمایی در امتداد درزه های کششی دانست.

همانگونه که پیش تر نیز گفته شد، در شمال کوه هنگام جایگیری توده نفوذی (واحد E^{st}) و دایکهای منشعب شده از آن بدون واحد سنگی سازند شمشک دیده می شود. در مراحل نهایی ماگماتیسم، نفوذ محلولهای کانه دار در شکستگیهای سنگ میزبان، کانی سازی را در آنها سبب شده است. کانی سازی مس و سرب از آن جمله اند. در کوه هنگام و در مجموعه سنگی سازند شمشک، در امتداد درزه های کششی، کانی سازی یاد شده به صورت گالن و مالاکیت به همراه سیلیس و هماتیت دیده می شود. در چند نقطه نیز آثار حفاریهای معدنی قدیمی دیده می شود.

سنگ آهک کرتاسه در کوه کمر خید به دلیل توده ای و ضخیم بودن، زمینه مناسبی جهت تهیه سنگ نما را ایجاد کرده است. توفهای آریلی شده در واحد E^{sa} در باختر خضری و خاور کریمو براساس آنالیزها و مطالعات انجام شده، زمینه مناسبی را برای برداشت خاک صنعتی و بنتونیت ایجاد نموده اند. بنتونیت از نظر گسترش و حجم ماده معدنی به سمت جنوب افزایش می یابد.

در مجموعه سنگهای آتشفشانی (واحد E^s) عدسی های محدودی از پرلیت واپسیدین دیده می شود. این عدسی ها ضخامتی در حدود حداکثر ۲ متر و درازای ۵۰۰ متر را دارا هستند. در پاره ای از سنگهای آتشفشانی (همانند واحد E^{ig}) و دایکهای نفوذی در واحدهای سنگی ژوراسیک، دگرسانی پتاسیک سبب ایجاد کائولن شده است. بیشترین حجم کائولن در شمال باختری گناباد متمرکز است. در جنوب خاور گناباد در کبوتر کوه، کائولن در اثر نفوذ دایکها و در امتداد آنها ایجاد شده است.

در شمال باختری گناباد در امتداد شکستگیهای موجود در واحد ژوراسیک - تریاس، کانی سازی که شاید بتوان آن را در ارتباط با نفوذ دایکهای میکروسینتی در این واحدها دانست، سبب ایجاد باریت، فلوریت و گالن در امتداد شکستگیها شده است.