

گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰

برگه شماره ۷۵۶۰ - بردسکن

جغرافیا، اقلیم و راه های دسترسی

چهارگوش بردسکن با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ یکی از برگه های چهارگوش کاشمر، مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ است که مختصات جغرافیایی طول های شرقی ۵۷° ۰۰' تا ۵۷° ۳۰' و عرض های شمالی ۳۵° ۰۰' تا ۳۵° ۳۰' می باشد.

موقعیت جغرافیایی

گستره برگه بردسکن در تقسیم بندی های جغرافیایی جدید از شهرهای استان خراسان رضوی است که در فاصله حدود ۴۵ کیلومتری باختر شهرستان کاشمر جای دارد. راه ارتباطی آن از طریق جاده مشهد- تربت حیدریه- کاشمر از یک سو و طبس- فردوس- درونه، از سوی دیگر است. راه شوسه ای که در ۳۰ کیلومتری کاشمر به درونه به سمت شمال وجود دارد ارتباط منطقه را با شهرستان سبزوار برقرار می سازد ضمن آنکه از طریق راههای فرعی منشعب از آن می توان به روستاهای این منطقه راه یافت.

آب و هوای این منطقه به دلیل قرار گیری در حاشیه کویر بزرگ گرم و خشک است و اندازه بارندگی در آن بطور معمول کمتر از ۲۰۰ میلیمتر در سال است. هوای آن در زمستان معتدل و بقیه فصول سال، به ویژه اواسط بهار و تابستان، گرم است. بیشینه دمای این ناحیه در تابستان بیش از ۴۰ درجه و کمترین آن در زمستان ۱۰- درجه است. مردم این منطقه بیشتر به کارهای کشاورزی و دامداری اشتغال دارند و مهمترین محصولات آن گندم، جو، به ویژه زعفران است که در نوع خود از مرغوب ترین زعفران های تولیدی کشور است. شهر بردسکن به عنوان مرکز چهارگوش جمعیتی در حدود ۵۰ هزار نفر دارد ولی با توجه به شرایط اقلیمی منطقه پراکنش جمعیت در روستاهای معدود این منطقه بسیار کم است.

زمین ریخت شناسی

از دیدگاه زمین ریخت شناختی، منطقه بردسکن را می توان در دو بخش جدای از یکدیگر بررسی کرد. آن بخش از منطقه که بالای گسل درونه قرار گرفته، کوهستانی با ریخت های متنوع است ولی بخش جنوبی گسل یاد شده به جز تپه ماهورهای جنوب خاوری آن که ادامه رخنمون های منطقه ازبک کوه اند، فرونشستی است با بلندای میانگین ۸۵۰ متر از سطح دریا، که در سطوحی گسترده انباشته های کواترنری ریخت هایی چون پادگانه های آبرفتی، مخروط های افکنه، کفه های رسی و نمکی را تشکیل داده اند.

چهره برجسته ژئوتکتونیک این منطقه، گسلی درونه با روند خاوری باختری است که عامل جدایی دو بخش ریختاری است. بیشینه بلندا در بخش شمالی گسل درونه حدود ۲۱۰۰ متر از سطح دریا در چکاد کوه تک حوض جای دارد؛ در حالیکه در نقطه ای در شمال کال شور پست ترین نقطه ۸۲۰ متر از سطح دریا بلندی دارد که میان بلندترین و پست ترین نقطه منطقه، حدود ۱۲۵۰ متر اختلاف ارتفاع وجود دارد.

روند چیره کوه هایی که در بخش شمالی این چهارگوش قرار دارند شمال خاوری- جنوب باختری است و آسه چین ها و گسله های اصلی نیز در همین روند دیده می شوند.

سنگهای دگرگونه سازند تکنار (Taknar Formation) با لیتولوژی شیست و فیلیتهای توفی، ریولیت، و ریوداسیت ریختار تپه ماهوری با پشته های کوتاه را به نمایش گذاشته اند، در حالی که همین مجموعه در بعضی نقاط بر اثر نفوذ گرانیت ترسیر (gr) یکنواختی ریختاری خود را از دست داده و ریخت های گنبدی شکل را که سطوح فرسوده ای دارند، پدید آورده اند.

بخشی عمده از این قسمت زیر پوشش سنگهای افیولیتی، آتشفشانی و آذرآواری های مربوط به زمان های کرتاسه و ائوسن قرار دارند که ریخت شناسی تپه ماهوری همراه سطوح فرسایش یافته ای دارند، ولی در بعضی نقاط سنگ های آتشفشانی با ریخت های گنبد مانند ارتفاعاتی در نقاطی مانند جنگل کاسف، جنگل هدک، کوه مرو به ویژه کوه تک حوض تشکیل داده اند.

مجموعه های آمیزه رنگین (Coloured Melange) با مجموعه از سنگهای قلیایی، ابرقلیایی، آهکهای پلاژیک، شیل و سنگهای آذرین نیمه عمق؛ مانند دیاباز، و عمیق، توده های اسیدی ریخت های ویژه این نوع سنگها را که به طور معمول تپه ماهوری هستند به نمایش گذاشته اند.

از میان سنگهای رسوبی نهشته های کربناته و آواری ها نیز ریخت های صخره ای با پرتگاههای بلند و دره های عمیق U شکل را به ویژه در نقاطی مانند کوه زرد و یا قرچماق به وجود آورده اند ضمن آنکه در دامنه همین کوه ها سازندهای ژوراسیک پایانی، کرتاسه پائینی (J₃K₁) که دارای لیتولوژی نرم فرسا هستند، تپه ماهورهای با پشته های کوتاه را تشکیل داده اند که اغلب بر اثر فرسایش پشته های فرسوده ای دارند:

در این چهارگوش رودخانه دائمی وجود ندارد و رودهای فصلی که اغلب زیر نام "کال" از آنها در نقشه ها یاد شده، در بخش شمالی، همگی دارای جهت جریان شمالی- جنوبی هستند که نشان می دهند مرز آب آنها با حوضه کاشمر در نقاط شمالی تر و بیرون از چهارگوش بردسکن قرار دارد، کال های خالدار و دهن قلعه و کال قبرستان از مهمترین آنها هستند که سدی نیز در نزدیکی روستای دهن قلعه در محل تلاقی کال های خالدار و دهن قلعه در دست ساخت است. آب این کالها (شمالی) و رودک های فصلی جنوب منطقه با جهت حرکت جنوبی- شمالی سرانجام پس از پیوند با رود کال شور به شوره زار محل تجمع آنها در جنوب منطقه می رسند. که در فصل های بارش دریاچه فصلی (Playa lake) کال شور را به وجود می آورند.

چینه نگاری

پرکامبرین

این بخش در جنوب گسل اصلی تکنار قرار دارد. R. Muller, R. Walter (1983) آن قسمت گوه ای شکل از این بخش را که میان گسل های درونه و تکنار قرار دارد، با تکیه بر وجود رخنمون هایی از سازند تکنار- پرکامبرین- و پوشش سنگ ها و سازندهای پالئوزوئیک، مزوزوئیک آن، آنرا پنجره فرسایشی (Inlier) برشمرده اند که نشانگر بالا آمدگی پی سنگ پرکامبرین- پالئوزوئیک ایران مرکزی است که در عصر ترشیری شکل گرفته است. نگارنده بر تکیه به شواهدی از جمله وجود رخنمون هایی از سازند تکنار در جنوب گسل درونه (کوه های آغل گفتار) و همچنین وجود دگرشیبی میان نهشته های پالئوزوئیک زیرین- میانی و دگرگونه های سازند تکنار و پنجره فرسایشی- بر این باور است که سازند تکنار در پالئوزوئیک نیز بروزند داشته و دریای پالئوزوئیک زیرین و میانی روی آن پیشروی نموده است. در این بخش (جنوبی) سنگهایی به دیرینه پرکامبرین تا عهد حاضر وجود دارند که چینه نگاری آنها به شرح زیر است:

سازند تکنار PC₁

سازند تکنار شامل توالی ضخیمی از سنگهای شیستی، توقی، شیست های سبز و ماسه سنگهای کوارتزیستی است که دگرگونی خفیفی در رخساره زیر شیست سبز (Lower Greenschist Fades) را تحمل نموده اند. در این توالی ریوداسیت ها و ریولیتهای دگرگون شده بصورت توده ای وجود دارند. در محدوده چهارگوش بردسکن رخنمون های پر شماری از سازند تکنار دیده می شوند که از آن جمله کوه تکنار، کوه قله توت، سیاه کوه، کوه زرد، روستاهای سرنخواب پائین و بالا و کوه بیرآباد را می توان نام برد و همچنین در منتهی الیه جنوب محدوده نقشه در کوه آغل گفتار، نیز بروزدهایی از این سازند وجود دارد.

از ویژگی های مهم این سازند همبری آن با دو توده نفوذی است؛ یکی توده نفوذی دیرینه پرکامبرین؛ از جنس گرانیت، گرانوفیر و گرانیتوئید هم ارز گرانیت دوران، و دیگری گرانیتی که زمان نفوذ آن ائوسن- الیگوسن تعیین

شده است. برونزدهای توده نفوذی هم ارز گرانیت دوران که در ظاهر دگرگونی مجاورتی در این مجموعه ایجاد نکرده است را، می توان در نقاطی، مانند سیاه کوه؛ شمال و شمال باختری بردسکن، جتوب روستای کاسف دید. از گرانیت ترسیری باید به عنوان توده نفوذی گرم که با کانی سازی همراه بوده یاد کرد کنسارهایی مانند معدن مس و طلای تکنار را می توان حاصل دگرسانی ایجاد شده توسط این توده گرانیته دانست. از دیدگاه لیتولوژی سازند تکنار شباهت نزدیکی به سازندهای کهر (البرز)، کلمرد (طبس) و سری مراد (کرمان) دارد که سن آنها را نیز پرکامبرین تعیین نموده اند. این سازند در محدوده ورقه بردسکن در بعضی نقاط (مانند جنوب کوههای کلاغ پر*، کوه زرد و قرچماق) دارای همبندی دگرشیب با واحدهای پالئوزوئیک (دولومیت های چرت دار منسوب به معادل سازند سلطانیه و سازندهای پادها، بهرام، سبزار) می باشد که تأییدی بر سن (پرکامبرین) آن در این منطقه است. ضخامت سازند تکنار حدود ۱۸۰۰ - ۱۶۰۰ متر برآورد می شود.

دیرینه زیستی

سازند سلطانیه $pC-C_s$

رخنمون های سازند سلطانیه در منطقه بردسکن چندان گسترده نیستند و محدود به چند برونزد در جنوب کوه های کلاغ پر، کوه زرد، قرچماق، کوه برجک و شمال روستای برجک، هستند. در این برون زدها ضخامتی در حدود ۳۰۰ - ۲۰۰ متر از دولومیت هایی با رنگ هوازده خاکستری سیاه و رنگ اصلی زرد خاکستری، به صورت توده ای به شدت متبلور این سازند را تشکیل داده اند که لایه ها و گرهک های سیلیسی (Chert) با ستبرای تا ۵ سانتی متر به رنگ آبی سیاه در آن به فراوانی یافت می شود که از ویژگی های شباهت آن به دولومیت سلطانیه در نقاط دیگر است. این واحد سنگ چینه ای با واسطه دگرشیبی زاویه دار روی سازند تکنار قرار می گیرد که در بیشتر جاها به ویژه کوه های قرچماق، کوه زرد و شمال روستای سرنخواب پائین به صورت پوشش های ناپیوسته ای روی سازند یاد شده جای گرفته است. ادامه رخنمون های این سازند در برکه کاشمر، به ویژه کوه آهوبام، گسترش بیشتری دارد. دیرینه سازند سلطانیه با توجه به یافته های حمدی و دیگران (۱۹۸۵) پرکامبرین پسین - کامبرین پیشین تعیین شده است.

اردویسین

سازند شیرگشت Osh

سازند شیرگشت، یا هم ارز آن، در کوه زرد جنوبی، رشته کوه های باختر کال دهن قلعه و در ادامه به سمت خاوری در باختری کلاته معصوم آباد و دهن قلعه رخنمون دارد که با توجه به همبندی های گسله آن با سازندهای تکنار و سلطانیه به نظر می رسد ضخامت واقعی آن را در بر نگیرد. آنچه که از این سازند در این جا و کوه زرد جنوبی برونزد دارد از نظر لیتولوژی شامل سنگ آهکهای ماسه دار قرمز - قهوه ای رنگ و مارن های سبز - خاکستری است که در بخش آهکی آن فسیل های خوب حفظ نشده ای از تریلوبیت (غالباً پیژیدیوم آنها) و به ویژه فسیل بازوپایانی چون Billingsella را می توان یافت. ستبرای سازند شیرگشت در این منطقه حدود ۶۰۰ - ۵۰۰ متر برآورد می شود.

سیلورین

سازند نیور Sn

در محدوده برکه بردسکن، سازند نیور دارای رخنمون های، محدودی در کوه کلاغ پر و شمال روستاهای سرنخواب پایین و یالا است که همبندی آن با سازندهای مجاور اغلب گسله است و در نمونه های جمع آوری شده از آن آثاری از فسیل های خوب حفظ نشده دیده شده است. اما این سازند (نیور) در برکه کاشمر (طاهری و همکاران، ۱۳۸۰) در نقاطی مانند کوه باغو و کوه کمربلند، رخنمون های گسترده ای دارد که در آن ها فسیل های مشخص کننده این سازند یافت شده اند. لیتولوژی این سازند برابر با شرح نقشه یاد شده تناوبی از شیل و ماسه سنگ همراه با میان لایه

* روی نقشه های توپوگرافی نام یکی از کوههای شمال خاوری درونه نامربوط است. لذا به جای کلمه مزبور «کلاغ پر» را برای نقشه و گزارش برگزیده ایم.

هایی از آهکهای قرمز رنگ فسیل دار است. در منطقه بردسکن (شمال روستای سرنخواب پایین) ضخامتی در حدود ۲۰۰ متر از تناوب شیل و ماسه سنگ وجود دارد که با واسطه گسلی در مجاورت دگرگونه های سازند تکنار قرار گرفته اند و در آنها آثار سنگواره های بازوپایان و بربرزوآ که خوب حفظ نشده اند؛ وجود دارند که همسائی چشمگیر با آنها که زیر نام سازند نیور در جنوب کاشمر معرفی شده دارد، از آنجا که سازندهای شناخته شده منطقه از یک کوه در بخش جنوبی منطقه کاشمر (جنوب گسل تکنار)، از جمله کوههای کلاغ پر، زردکوه و قرچماق نیز ادامه دارند. مجموعه لیتولوژی یاد شده در بالا را در این منطقه به سازند نیور نسبت داده ایم.

دونین

سازند پادها D_p

همانگونه که اشاره شد در گستره نقشه بردسکن بدلیل نبود توالی کامل سازندهای پالئوزوئیک، سنگها و سازندهای موجود این زمان اغلب یا با واسطه گسل و یا با دگرشیبی روی سازند تکنار جای دارند. در رشته کوه های زرد کوه، قرچماق و کلاغ پر رخنمونهای پراکنده ای از این سازند یا به صورت تنها، (شمال روستای سرنخواب پایین و بالا) و یا همراه با سازندهای سیبزار وجود دارند. در کوه زرد جنوبی (خاور روستای سرنخواب پایین) از جمله این سازندها که با واسطه دگرشیبی با سازند تکنار همبری دارند سازند پادها است. این سازند با همبری دگرشیبی روی سازند تکنار قرار دارد که خود نیز با واسطه همبری دگرشیبی زاویه دار توسط کنگلومرای واحد پیشرونده ژوراسیک بالای- کرتاسه پائین (J₃-K₁) پوشانده می شود. در برگه بردسکن رخنمونهای این سازند از جنس کوارتزیت سفید رنگ است که دارای لایه بندی های متوسط یا ضخیم بوده و در قسمتهای زیرین توده ای است. ضخامت این سازند در محل یاد شده (کوه زرد- خاور روستای سرنخواب پایین) حدود ۲۰۰-۱۵۰ متر برآورد می شود.

سازند سیبزار (دولومیت سیبزار) D_s

سازند (دولومیت) سیبزار در ازبک کوه توسط آ - روتنر و همکاران (۱۹۶۸) شناسایی و اندازه گیری شد. و شامل حدود ۱۰۰ متر دولومیت سیاه رنگ متمایل به خاکستری است که در آن از فسیل های مرجان و بازوپایان غیر قابل تشخیص نام برده شده است. با توجه به فاصله به نسبت کم در ازبک کوه و در منطقه بردسکن، رخنمون دولومیت سیبزار کم و بیش شبیه مقطع نمونه آن در ازبکوه است. در کوه های کلاغ پر، زرد کوه و قرچماق برونزدهای متعددی از این دولومیت دیده می شوند که به دلیل مقاوم بودن در مقابل فرسایش، کمتر زیر اثر فرسایش قرار گرفته اند به همین جهت اغلب به تنهایی روی سازندهای کهن تر به ویژه سازند تکنار جای گرفته اند بنابراین که در بسیاری موارد تشخیص آنها بسیار دشوار است. اما همین دولومیت ها به طرف خاور این رشته کوه در جاهایی با سازندهای پادها و بهرام دارای همبری هستند که با مقایسه ویژگی های فیزیکی آنها با توده های دولومیتی تنها می توان پی به وجود آنها برد- ضخامت این سازند در منطقه بردسکن حدود ۱۲۰-۱۰۰ متر است.

سازند بهرام D_b

این سازند که نام آن از آهکهای سرتخت بهرام در ازبک کوه گرفته شده، شامل آهکهای ضخیم لایه تا توده ای است که ضخامتی بیش از ۳۰۰ متر دارد و تناوبی از آهک و دولومیت است که فسیل های فراوانی از بازوپایان، کنودونت ها *Spatho natodus bipennatus Bischoff*، مرجانها و (*Helioliles sp.*) و غیره در آن یافت شده و بر همین پایه سن فرازنین (Frasnian) را برای آن تعیین نموده اند. در منطقه بردسکن نیز این سازند با همبری هم شیب روی سازند سیبزار قرار گرفته و از آهکهای با رنگ هوازده زرد قهوه ای تا کمی تیره و رنگ نمونه تازه خاکستری تیره با لایه بندی متوسط است که در آن میان لایه هایی از دولومیت نیز وجود دارد. روی سطوح هوازده این آهکها آثار فسیل به ویژه بازوپائیان، تتاکولیتس (*Tentaculites*) و مرجان یافت می شوند. در نمونه های جمع آوری شده از این سازند فسیلهای زیر را مشخص نموده اند.

Productella cf. baltalensis, *Tentaculitids.*, *Dictiosprifer sp.*, *Cryptospraifer qudedratus*.

در برونزدهای کوه زرد و جنوب کلاغ پر ضخامت سازند بهرام حدود ۲۰۰-۱۵۰ متر می باشد و بر پایه فسیل های موجود در آن سن فرازنین- فامنین (Frasnian-Famenian) برای آن تعیین شده است.

کربنیفر

سازند سردر Cs

این سازند در کوه برجک واقع در شمال باختری بردسکن، برونزد دارد ولی به طرف چهارگوش ۱:۱۰۰,۰۰۰ کاشمر (در کوههای آهو بام) رخنمون های ضخیم تری از آن گزارش شده اند (نقشه چهارگوش کاشمر ۱:۲۵۰,۰۰۰ افتخارنژاد و همکاران ۱۹۶۷، طاهری و همکاران ۲۰۰۱). اما با توجه به گسله بودن همبری های آن با سازندهای مجاور ضخامت واقعی آنها مشخص نشده است. در برونزدهای دامنه کوه برجک این سازند از تناوب لایه های شیلی و رس سیلت دار به رنگ سبز زیتونی کم رنگ همراه با میان لایه هایی از ماسه سنگهای کوارتزیتی و بندرت لایه های کنگلومرایی تشکیل شده و تاقدیس به نسبت متقارنی را در دامنه جنوبی کوه برجک تشکیل داده است که از سمت شمال زیر آهکهای سازند جمال و از سمت جنوب با دگرشیبی زیر آهکهای کرتاسه بالا قرار می گیرند.

پرمین

سازند جمال Pj

رخنمون های سازند جمال، همانند سازند سردر در منطقه بردسکن، محدود به برونزدهای کوه برجک و کوه سفید است و ادامه آن ها را به سمت خاور و باختر این رشته کوه، می توان ردیابی نمود. به سمت خاور در کوههای آهو بام، رخنمون های بیشتر با ضخامت های زیادتری از این سازند وجود دارند. در کوه برجک روی شیل و ماسه سنگهای سازند سردر با همبری عادی و هم شیب ولی با تغییر ناگهانی لیتولوژی- شیل و ماسه سنگ به آهک- ضخامتی در حدود ۳۵۰-۳۰۰ متر آهکهای با رنگ هوازده خاکستری و رنگ نمونه تازه خاکستری تیره، توده ای تا ضخیم لایه و در بعضی قسمتها نوع ریفی (Reef Type) هستند، تشکیل شده اند. در این سازند فسیل های مرجان، بازوپائیان، کرینوئید و ریز فسیل های روزن داران وجود دارند که از نمونه های جمع آوری شده در منطقه بردسکن فسیل های زیر در آهکهای اسپاری و میکرایتی مشخص شده اند؛

Dolobiomicrosparite, Biomicrite, Biomicrosparite, Verbeekiella gerthi, Petrophyllum weberi Gerth, Verbeekina verbeeki Globivalvulina bulloids, Agathammina sp., Schwagerina sp., Neocondot/iyra sp., Pseudoschwagerina sp., Globovalvidina biserialis, Hemigordiopsis sp., Pseudoverimiporella sp., Verbeekna cf paravula, Paleotextolartia sp., Macroporella sp., Globovalvulina sp.

با در نظر گرفتن مجموعه فسیل های بالا و فسیل های مقطع نمونه کوه جمال، جنوب کوههای شتری- سن پرمین (بالائی) برای این سازند تعیین می شود.

میانہ زیستی

ژوراسیک

سازند شمشک Js

نهبشته های ژوراسیک زیرین که هم ارز سازند شمشک در ایران مرکزی هستند در برگه بردسکن توسعه چندانی ندارند و فقط در بخش جنوب خاوری منطقه- کوههای آغل کفتار و دلکن- رخنمون های به نسبت محدودی از آنها دیده می شود. رخنمون های کوچکی از شیل و ماسه سنگ در شمال بردسکن (جنوب روستای کبودان) وجود دارند که ادامه آنها به سمت خاور و شمال خاوری سطوح به نسبت گسترده ای را زیر پوشش، دارند که در نقشه چهارگوش کاشمر (افتخارنژاد و همکاران ۱۹۷۶) به ژوراسیک زیرین- هم ارز سازند شمشک- نسبت داده اند ولی H.C.Lindenberg و V.Jacobshagen (۱۹۸۱)، با اشاره به رخساره عمیق از نوع بنتیک (Benthic) و وجود چرتهای رادیولر دار و ساختهای توربیدیتی در این سازند آنرا در شمار نهبشته های فلیشی محیط دریایی ژرف قرار داده اند. آنها این مجموعه را به دو بخش زیرین و زبرین تقسیم نموده اند. بخش زیرین آنرا شیل های مدادی با میان لایه هایی از آهک و ماسه سنگ و بخش بالایی را تناوبی از شیل، ماسه سنگ از نوع فلیش و لایه شیلی که در بردارنده ریز فسیل های نواحی عمیق چون: *Radiolaria, Anchispirocyclina sp., Calpionella sp.* و *Saccoma sp.* هستند. مشخص نموده اند. در جنوب کوه کلاغ پر و کوه زرد همین رخساره با کنگلومرای قاعده ای یا همبری دگرشیب زاویه دار روی سازند پادها قرار گرفته است، که رخساره فلیشی داشته و با رخساره مردابی- خشکی سازند شمشک

تفاوت دارد، بنابراین بنظر می رسد اطلاق نام سازند شمشک یا هم ارز آن برای این سازند برانزنده نیست و می توان "سازند بردسکن" را به طور غیر رسمی برای آن پیشنهاد نمود. آنچه را که به عنوان سازند شمشک یا هم ارز آن در این برگه می توان یاد نمود. رخنمون های کوه های دلکن و آغل کفتار هستند که ادامه رخنمون های این سازند از منطقه ازبک کوه اند. در اینجا تناوبی از لایه های شیل و ماسه سنگ کوارتزی، تشکیل ساختارهای تاقدیسی-ناودیسی را داده است که مقیاس محلی، که در آنها آثار فسیل های گیاهی و عدسی هایی از رس های ذغالی وجود دارند، نمودهایی از سازند شمشک را به نمایش گذاشته اند.

از مهمترین ویژگی های سازند شمشک در این ناحیه وجود رگه های فراوان کوارتز است که لایه های مختلف این سازند را در جهات مختلف قطع نموده اند.

لایه های سرخ گردو J_g

لایه های قرمز رنگ گردو نیز همسان با سازند شمشک در پایانی ترین نقطه جنوب خاوری منطقه، دنباله سازندهای برگه ازبک کوه به سوی شمال برونزد دارند. لیتولوژی آن به تقریب همسان مقطع نمونه از تناوب ماسه سنگ، کنگلومرا و شیل های قرمز رنگ همراه با میان لایه های نازکی از آهک و آهک دولومیتی تشکیل شده است و در اینجا ضخامتی بیش از ۵۰۰ متر دارد. ریز فسیل های روزن بران موجود در آن دیرینه ای هم ارز کیمبرجین-تیتونین را برای آن در مقطع نمونه مشخص نموده است (بزرگ نیا، ۱۹۶۸).

در این جا این سازند تشکیل ساختار اصلی تاقدیس را می دهد که آسه محوری آن دارای روند شمال خاوری-جنوب باختری است.

سازند ژوراسیک بالایی - کرتاسه پیشین J₃-K₁

همانگونه که اشاره شد، در بخش شمال باختری گستره برگه بردسکن و در کوههای کلاغ پر- کوه زرد توالی رسوبی از نوع رخساره های عمیق دریایی وجود دارد که به عنوان سازند شمشک (هم ارز آن) معرفی شده است و شامل کنگلومرای قاعده، حدود ۱۰ متر، به رنگ قرمز است که دارای سنگ واره هایی از سازندهای کهن تر چون کوارتزیت های سازند پادها، آهکهای بهرام و دولومیت های سازند سبزار و غیره، که با همبری دگرشیب روی سازندهای قدیمی تر از خود قرار گرفته که به وسیله تناوبی از لایه های شیلی سیاه رنگ با لایه بندی های نازک، همراه با میان لایه هایی از آهکهای پلاژیک حاوی میکروفسیل های نواحی عمیق دنبال می شود. بر پایه وجود ریز فسیلهایی چون *Radiolaria* و *Calpionella sp* دیرینه ژوراسیک بالایی- کرتاسه زیرین به آنها داده شده است. این لایه ها بیش از ۲۰۰ متر ضخامت دارند و به وسیله لایه کنگلومرای قرمز رنگی پوشیده می شوند که بر پایه دانسته های حاصل از مطالعات افتخار نژاد و همکاران (۱۹۷۶) از آنها به عنوان نهشته های اتاژ والانژنین، کرتاسه زیرین، یاد شده است. با توجه به نبود همسانی با سازند شمشک؛ چه از نظر سنی و چه از نظر لیتولوژی و نیز دارا بودن ویژگی های کامل یک سازند، پیشنهاد می شود که این سازند تا تکمیل مطالعات و تصویب کمته ملی چینه نگاری با عنوان "سازند بردسکن" به طور غیر رسمی نامگذاری گردد. گفته می شود فسیل های یافت شده در لایه های آهکی آن شامل *Trocholina sp.*, *Pseudocyclamina sp.*, *Chryaldina sp.* و *Natrolcolina* می باشند که با توجه به وجود آنها سن ژوراسیک بالایی- کرتاسه زیرین برای این واحد تعیین شده است.

کرتاسه

کرتاسه پیشین

واحد کنگلومرا- ماسه سنگ K^{cs}₁

این واحد با ناپوستگی هم شیب (Discordance) روی واحد ژوراسیک بالایی- کرتاسه پایینی قرار گرفته و از کنگلومرای قرمز رنگ و لایه های ماسه سنگی دانه درشت با لایه بندی های متوسط تا ضخیم تشکیل شده است.

واحد آهکی k_1^1

رخنمون واحد آهکی کرتاسه زیرین (k_1^1) در منطقه بردسکن را در کوههای برجک و برونزدهای پراکنده آن را در دو سوی این کوه، کوه بیجورد، شمال بردسکن در نزدیکی روستای بیجورد، و به ویژه کوههای کلاغ پر و ادامه آن در کوههای شاداب، کوه زرد، تا شمال درونه می توان پی جویی نمود. این واحد که از توده های آهکی ضخیم لایه تا توده ای تشکیل شده، دارای رنگ هوازده خاکستری و رنگ نمونه تازه خاکستری روشن است و از دیدگاه ریخت شناختی صخره ای بلند و پرتگاه های مرتفعی را در مناطق یاد شده به وجود آورده است. این آهکها به گونه تدریجی، تبدیل مارن و آهکهای مارنی به آهک، و با همبری عادی و هم شیب روی مارن و آهکهای مارنی واحد زیرین (کنگلو-ماسه سنگ) قرار دارند. در نمونه های بررسی شده از دیدگاه دیرینه شناختی، میکروفسیل های زیر در آن تشخیص داده شده اند که با وجود آنها دیرینه آپتین-سنومانین (Aptian - Cenomanian) برای این واحد تعیین شده است.

Lenticulina sp., *Parealveolina sp.*, *Orbitolina sp.*, *Conicorbitolina conica*, *Pseudocyclamina lituus*, *Lithocodium aggregatum* Eliolt, *Orbitolina lenticularis*, *Dictyocones ex gr.*

کرتاسه پسین**آمیزه افیولیتی cm**

همانگونه که اشاره شد، بخش گسترده ای از منطقه بردسکن در شمال گسله تکنار زیر پوشش سنگهای افیولیتی و آتش فشانی و آذر آواری های کرتاسه پسین قرار دارد که در حقیقت بخشی از حلقه افیولیتی سبزوار، به طرف جنوب، و افیولیت های تربت حیدریه، فریمان، تربت جام (از سوی خاور) هستند. واحدهایی که در قالب آمیزه رنگین با سن کرتاسه پسین در این محدوده یده می شوند عبارتند از:

سنگهای فوق بازیک (ub)

سنگهای یاد شده بازیک در مجموعه آمیزه رنگین در بسیاری نقاط دیده می شوند که بیشترشان قابل نمایش در مقیاس نقشه نیستند ولی در بعضی نقاط گسترش به نسب گسترده ای دارند که از آن جمله رخنمون های کوه بیجورد به طرف روستای کاسف را می توان نام برد. سنگهای بازیک یاد شده در این ناحیه شامل هارزبورگیت، سرپانتینیت، پیروکسینیت و پریدوتیت ها هستند که پریدوتیت ها اغلب به سرپانتینیت تجزیه شده و دیگر سنگها نیز به شدت خرد و برشی (Sheared) شده هستند و اغلب دارای رنگهای سبز تیره، تا زیتونی می باشند ترکیب کانی شناختی آنها بیشتر اولیون، اورتوپیروکسن و کانی های فرعی چون آمفیبول و بیوتیت است که بیشتر جاها تجزیه شده اند.

دیاباز و توفهای دیابازی (db)

سنگهای دیابازی و توفهای وابسته به آن، واحدی از مجموعه آمیزه رنگین این منطقه هستند که در گستره ورقه بردسکن در جنگل کاسف رخنمون آنها دیده شده است. این سنگها دارای ترکیب گابرویی و از سنگهای نیمه عمق این واحد هستند. از دیدگاه کانی شناختی این سنگها به طور عمده از فلدسپات پلاژیوکلاز (لابرادور-بیتونیت) و پیروکسن تشکیل شده اند که کانی های فرعی چون بیوتیت و کلریت نیز در آنها یافت می شوند.

سنگ های آتشفشانی (K_2^v) و آذر آواری (K_2^{iv})

در پهنه ای گسترده در شمال بردسکن میان گسله های تکنار و مارو، سنگهای آتشفشانی و آذر آواری مربوط به کرتاسه پسین در مناطقی چون جنگل کاسف، کوه تک حوض، جنگل هدک و کلاته القیایی، گسترش دارند که به طرف شمال و شمال خاوری در چهارگوش های مجاور نیز این گسترش ادامه دارد و شامل تناوبهایی از سنگهای آتشفشانی مانند ریولیت، ریوداسیت، آندزیت، تراکی آندزیت، و سنگهای آذر آواری مانند توف، لامپلی توف، ماسه سنگهای توفی، توف های آندزیتی- و آندزیت بازالتی همراه با آهکهای پلاژیک صورتی رنگ هستند. این مجموعه، دارای رنگ هوازده سبز تیره خاکستری و گاهی سیاه رنگ است و تشکیل تپه ماهورهای نه چندان بلندی را در این

مناطق داده است. در آهک های پلاژیک موجود در این مجموعه ریز فسیل هایی وجود دارند که دیرینه کامپانین-

ماستریشیتین (Campanian-Maastrichtian) را نشان داده اند تعدادی از این ریز فسیل ها به قرار زیرند:

Globotruncana helvetica, *Globotruncana stuartiformis*, *Globotruncana conica*, *Globotruncana stuarti*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncana sigali*, *Globotruncana Coronata*, *Globotruncana concavata*, *Abathomphalus mayaroensis*, *Hedbergella sp.*, *Gumbelina sp.*

آهک های پلاژیک (K₂¹)

افزون بر نقاطی که آهکهای پلاژیک در همبری سنگهای آتشفشانی هستند و بیشترشان در مقیاس این نقشه قابل نمایش نیستند، در بعضی جاها این آهک ها توده های به نسبت بزرگی هستند که روی نقشه با حرف K₂¹ نشان داده شده اند. این آهک ها به رنگ صورتی تا کرم و خاکستری روشن، ریز دانه، (میکریت) و بسیار متراکم هستند.

در این واحد نیز افزون بر ریزفسیلهای یاد شده در بالا، بعضی گونه های دیگر مانند *Gumbelina sp.*، *Rugoglobigerna sp.* و *Globotruncana laparant Gboborotalia sp.* نیز یافت شده اند که در هر حال سن معادل کامپانین- ماستریشتین (Campanian – Maastrichtian) را نشان داده اند.

آمیزه رنگین cm

واحد آمیزه رنگین که در نقاط همکف نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ بروزدهای آن نمایش داده شده است، مجموعه ای است در هم از سنگهای اولترابازیک، بازیک، دایکهای ورقه ای (Sheeted dykes)، گدازه های بالشی (Pillow Lava)، رادیولاریت، سنگهای آذرین اسیدی تا بازیک (گرانیت، دیوریت، میکروگابرو)، سنگهای آتشفشانی اسیدی تا بازیک (ریولیت، ریوداسیت، داسیت، تراکیت، تراکی آندزیت و بازالت) به همراه سنگهای رسوبی دگرگون شده مانند؛ فیلیت، اسلیت، شیلهای فیلیتیک، شیست های سبز هستند که به دلیل اثر تکتونیک شدید حاکم بر سرزمین های افیولیتی، قابل تفکیک به واحدهای موجود در آنها نیستند و به این روی زیر نام آمیزه رنگین (Coloured Melange) بررسی شده است. رخنمون های این واحد را در شمال و شمال خاوری و باختری گسل تکنار در کوههای بیجورد، کوه قلعه توت، کوه قرتیجو، شمال تکنار، کوه زنگالو ر بسیاری جاهای دیگر می توان دید که در هر حال همبری آن با واحدهای دیگر گسله است و در بعضی نقاط هم زیر پوشش نهشته های شبه فلیشی و سنگهای آتشفشانی ائوسن یا جوانتر قرار دارند. در این مجموعه هم توده های کوچک و بزرگ آهکهای پلاژیک صورتی رنگ فراوان یافت می شوند که نمونه هایی از آن جهت مطالعات فسیل شناسی جمع آوری شده که سنگواره های ذره بینی زیر در آنها تشخیص داده شده اند.

Globotruncana sp., *Hedbergella washitensis*, *Globotruncana gansseri*, *Globigerina washitensis carsey* *Rotalia sp.*, *Globotruncana Lapparanti*, *Globotruncana stuarti*.

دیرینه کامپانین- ماستریشتین (Campanian-Maastrichtian) برای آن واحد پیشنهاد شده است.

نوزیستی

ترسیری

کنگلومرای کرمان Pgk

کنگلومرای کرمان در پهنه های گسترده از حوضچه های ایران مرکزی با ضخامت های متفاوت حضور دارد. در منطقه بردسکن نیز این واحد سنگ چینه ای در رخنمون های متعددی دیده می شود. در کوه مارو (شمال کلات نوکاریز) و گرماب و همچنین کلات ابری، شکسته میان و جنوب کوه کزیزگی به ویژه کلات کاریزنو (گرماب) سطوح به نسبت گسترده ای زیر پوشش این واحد قرار دارند. از نظر لیتولوژی واحد یاد شده در ورقه بردسکن از کنگلومرای ضخیم لایه با قلوه هایی که بیشتر از جنس واحدهای افیولیتی و سنگ های آتشفشانی کرتاسه پسین هستند تشکیل شده و همراه آن لایه هایی از ماسه سنگهای دانه درشت قرمز رنگ وجود دارند. قلوه های متن این کنگلومرای که به خوبی گرد شده هستند و جورشدگی متوسطی دارند در اندازه های یک تخم مرغ تا ۵۰-۴۰ سانتی متر قطر دیده می شوند. کنگلومرای کرمان در بیشتر رخنمون ها، با همبری دگرشیبی زاویه دار روی سازندهای کهن تر از خود قرار می گیرد.

نهبشته های حوضه فلیشی ائوسن

همانگونه که اشاره شد پس از تشکیل و جایگیری افیولیت ها در این منطقه، شرایط جهت رسوبگذاری نهبشته های شبه فلیشی و توریدیتی مهیا شد که همراه و همزمان با آنها سنگهای آتشفشانی و آذرآواری نیز تشکیل می شده است. در نتیجه این رویدادهای همزمان با کوهزایی (Syntectonic) ستبرای بیش از ۶۰۰۰ متر از نهبشته های گوناگون فلیشی در این حوزه بر جای گذاشته شده است. واحدهای سنگ چینه ای، آتشفشانی و آذر آواری که در این حوضه برونزد دارند عبارتند از:

- واحد کنگلومرا، ماسه سنگ- مارنی (E^{csm}): که روی واحدهای کهن تر، به ویژه کنگلومرای کرمان، با همبری ناپیوسته قرار دارد و از تناوب سامان یافته کنگلومرای ضخیم لایه ماسه سنگ و مارن سبز تشکیل شده است.

- واحد مارنی زیرین (E^{ml}): به رنگ سبز و خاکستری تیره با لایه بندی نامنظم.

- واحد مارنی ماسه سنگی (E^{ms}): که از ماسه سنگ، ماسه سنگ توفی و مارن که در آن میان لایه های غیر ممتدی از آهکهای نومولیت دار وجود دارد تشکیل شده است. در این آهکها فسیل های زیر با دیرینه ائوسن میانی، یافت شده اند.

Nummulites aturios, *Discocyclina* sp, *Numulites glolulus*, *Assilina* sp, *Orbitoides complanatus* *Amphistegina*.

- واحد مارن بالایی (E^{m2}): که به رنگ خاکستری روشن تا سبز روشن با لایه بندی های منظم می باشد. در این واحد در پاره ای نقاط عدسی های به نسبت ضخیمی از گچ (g) وجود دارد که در بعضی جاها مورد استفاده قرار می گیرند.

- واحد آتشفشانی- آذر آواری (E^{vt}): این واحد در کوه های زنگالو و شکسته محمد زوراب همراه با سایر واحدها تشکیل ساختارهای متعدد را داده است. سنگهای آتشفشانی آن شامل آندزیت، تراکی آندزیت و آندزیت بازالت به رنگهای سبز تیره می باشد که در بعضی نقاط میان لایه هایی از آکلومرا نیز به همراه دارند. سنگهای آذر آواری آن شامل توف، لاپیلی توف و توف های آندزیتی به رنگهای قرمز و سبز می باشند. در سنگهای آتشفشانی این واحد تجزیه شدگی شدیدی دیده می شود. در میان بعضی لایه های آتشفشانی، ستبرای به نسبت کمی از آهکهای فسیل دار مربوط ائوسن میانی (Lutetian) وجود دارند. تعدادی از فسیل های یافت شده در این آهک ها عبارتند از:

Nummulites melicaput, *Nunmulites articus*, *Nummulites globolus*, *Discocyclina* sp., *Globigerina senni*, *Nummulites striatus* *Aragonella dumbliei*, *Actinocyclina* sp., *Globorotalia cussata*, *Nummulites lucasi*, *Acarinina buibrooki*.

- واحد آتشفشانی (E^{va}): رخنمون های این واحد که ضخامت زیادی نیز دارند در شمال باختری برگه بردسکن و در کوه های زنگالو و شکسته محمد زورآب دیده می شود.

با توجه به تنوع سنگ شناسی، این واحد به زیر واحدهای چندی تقسیم شده که عبارتند از:

- زیر واحد آندزیت پورفیری و آندزیتی (E^{va}): این واحد به رنگ سبز تیره تا بنفش تیره است. در این سنگها بافت های آمیگدالوئیدی به دلیل تجزیه پورفیرها، حاکم شده که حفرات آن توسط کلسیت و کوارتز ثانوی پر شده است.

- زیر واحد مارنی (E^{m}): در قسمت های زیرین واحد آندزیتی- آندزیت پورفیری واحد مارنی با رنگ هوازده روشن و رنگ اصلی خاکستری سفید وجود دارد که پیوسته نیست و به طور جانبی به سمت باختر کم ضخامت تر می شود.

- زیر واحد پیروکسن آندزیتی (E^p): این زیر واحد مجموعه ضخیمی از پیروکسن آندزیت با رنگ سبز تیره است، که در آن ضخامت نه چندان زیادی از مارن، توف و آواری توف (ماسه سنگ توفی)، با دانه بندی متوسط نیز وجود دارد که به سمت خاور از ضخامت آن کم می شود.

- زیر واحد آندزیت پورفیری ($E^{v.m}$): در قسمت های میانی این واحد (آتشفشانی) آندزیت پورفیری، آندزیت و آندزیت- بازالتی که به خوبی تجزیه شده اند، همراه با کمی مارن گچ دار و عدسیهای نازکی از گچ وجود دارند.

- زیر واحد توفی (t): در قسمت های بالایی واحد اصلی (E^{va})، توف های (t) تجزیه شده به رنگ خاکستری سبز تا سبز روشن نیز وجود دارد.

- واحد ماسه سنگی - مارنی (E^{sm}): در کوههای زنگالو و شکست محمد زوراب رخنمون های این واحد که محل گسترش نهشته های ائوسن است، روی واحد آتشفشانی آندزیتی- آندزیت پورفیری و پیروکسن آندزیتی قرار می گیرد که رنگ عمومی آنها سبز است و در آن لایه های گچ و مارن های گچدار دیده می شوند.

- واحد شبه فلیشی (E^n): همه واحدهای یاد شده در بالا، در حوضه ای فلیشی، یا شبه فلیشی، در شمال گسل درونه و در زمان ائوسن نهشته شده اند که بر حسب مکان جغرافیایی و موقعیت زمین شناختی با واحدهای یاد شده به گونه ای عادی یا گسله همبندی دارند. از نظر لیتولوژی این واحد با تناوبی از مارن های سبز، ماسه سنگ، E^{ft} کنگلومرا (c) همراه با توف است. برون زدهای این واحد را به تقریب در همه نقاط حوضه فلیشی شمال گسله درونه می توان دید و پراکنش آن در منطقه زیر پوشش برکه بردسکن نیز گسترش به نسبت وسیعی دارند که در کوههای شکسته موش و خالدار و مؤمنی از این چهارگوش می توان آن را پی گیری نمود.

کنگلومرای ائوسن - الیگوسن ($E-OL^e$)

این واحد شامل تناوبی از کنگلومرا و ماسه سنگهای دانه درشت، به رنگ قهوه ای روشن تا زرد قهوه ای است و با لایه بندی های ضخیم و همبندی دگر شیب زاویه دار روی واحدهای کهن تر جای می گیرد. در محدوده برکه بردسکن این واحد در دامنه جنوبی کوه پیرآباد و بالای گسله درونه با همبندی دگرشیبی و بر حسب موقعیت جغرافیایی آن روی بخش های مختلفی از سازند تکنار (بیشتر بخش فیلیتی، سلیتی و ماسه سنگهای توفی- کوارتزیتی) قرار دارد و ادامه آن به سمت باختر درونه تا انتهای چهارگوش کاشمر دیده می شود. قلوه های موجود در این کنگلومرا از سنگهای کهن تر (بیشتر قلوه های کوارتزیتی سازند تکنار) است که گردشگی خوب و جورشدگی متوسط تا بدی دارند. در برونزدهای یاد شده در بعضی نقاط با واسطه گسل در مجاورت سازندهای همبر، مانند فلیشوئیدهای ائوسن، قرار گرفته، در صورتیکه در بخش شمالی کوههای مرو کلات گرماب این واحد روی سنگهای کهن تر با همبندی دگرشیب زاویه دار جای گرفته است.

کنگلومرای نئوژن (Ng)

در پایانی ترین نقطه جنوب خاوری برکه بردسکن در کوههای آغل گفتار برونزدهایی از نهشته های قرمز رنگ شامل مارن های قرمز گچ دار همراه با لایه ها نازک گچ و میان لایه هایی از ماسه سنگهای دانه ریز و سیلتستون وجود دارند که بخشی از نهشته های نئوژن این منطقه اند و ادامه آنها در جنوب خاوری برکه کاشمر، مانند مهدی آباد و چاه سبز، همراه با کنگلومراهای قرمز رنگ است که ضخامت زیادی را نیز تشکیل داده اند.

پلیوسن - پلیوستوسن (Pl^c, Pl^m)

در پایانی ترین گوشه شمال باختری منطقه بردسکن و در یک ناودیس محلی مجموعه ای از مارن های قرمز رنگ که به تدریج به کنگلومرا تبدیل می شوند به صورت دو واحد سنگ چینه ای در نقشه معرفی شده اند که بر مبنای موقعیت های چینه نگاری متعلق به زمان میوسن، تا پلیوستوسن هستند. مارن ها به طور معمول دارای لایه بندی های نسبتاً منظم همراه با سیلتستون هستند. در بعضی لایه های واحد مارنی لایه های نازک گچ نیز دیده می شود. این واحد با واسطه هم شیبی و تدریجی به واحد کنگلومرای بالای آن تبدیل می شود که قلوه های آن از واحدهای کهن ترند و دارای گردشگی خوب و جورشدگی متوسطی هستند و لایه بندی های ضخیم تا توده ای دارند. رخنمون های متعددی از واحد کنگلومرای که به دلیل مقاوم بودن در مقابل فرسایش، فرسودگی کمتری را تحمل کرده اند، در محدوده برکه بردسکن می توان دید که از آن جمله در شمال جاده بردسکن- درونه، شمال روستای انابند و باب الحکم، و همچنین شمال کوه قرتیجو نزدیکی روستاهای شلاقه و بالاجوق نیز واحد کنگلومرای برونزدهای به نسبت گسترده ای تشکیل داده اند.

کواترنری (Quaternary)

سنگها و سازندهای کواترنری در منطقه بردسکن گستردگی زیادی دارند و بخش بزرگی از گستره برکه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زیر پوشش این نهشته ها هستند که بر حسب نوع نهشته های آن تقسیماتی در آنها صورت گرفته و بر پایه سن به ترتیب زیرند؛

پادگانه های آبرفتی کهن (Q^{t1})

این پادگانه ها از کنگلومرای سخت نشده یا نیمه سخت و ماسه سنگهای دانه درشت تشکیل شده اند که در سیمانی نیمه سخت از جنس ماسه و رس قرار گرفته و به طور افقی روی سازندهای کهن تر جای دارند. این پادگانه ها، بیشتر، دارای لبه های بریده و پرتگاهی هستند و بام همواری دارند و بیشتر در کوهپایه هایی مانند جنوب کوه زرد، و همچنین جنوب گسل درونه در جاده بردسکن - درونه، کوهپایه های کوههای آغل کفتار و غیره رخنمون دارند.

تپه های ماسه ای و پوشش های شنی (Q^s , Q^{sd})

بخش محدودی از گستره بردسکن (جنوب خاوری روستاهای شریف آباد و زمان آباد و یحیی آباد) زیر پوشش تپه های شنی و ماسه ای است که ریخته های ویژه برخانی نیز در آنها دیده می شود. تپه های شن و ماسه ای که نتیجه عملکرد بادرفت ها است ساختارهای رسوبی از نوع لایه بندی های متقاطع (Cross bedding) را به نمایش گذاشته اند.

کفه های رسی Q^c

پهنه های به نسبت وسیعی از بخش های جنوبی - جنوب باختری منطقه بردسکن زیر پوشش نهشته های ریز دانه رسی است که آورد رسوبی حاصل از فرسایش رشته کوههای شمالی این منطقه اند. این نهشته ها در پهنه های با شیب بسیار ملایم به سمت جنوب (کال شور) به تدریج دانه ریزتر شده و دانه های معلق آن به داخل پهنه های گلی - نمکی رانده شده اند.

آبرفت های قدیمی تر Q^{t2}

این انباشته ها مخلوطی از قلوه های درشت و ریز آبرفتی دامنه کوهها تا دشت را تشکیل داده اند که در دو سوی - شمالی و جنوبی - کال شور توسعه دارند. در بخش جنوبی، این آبرفت ها دارای شیب ملایم به سوی شمال - به طرف (کال شور) و بخش شمالی با شیب توپوگرافی ملایم به سمت جنوب توسعه دارند. نقاطی از این آبرفتها نیز زیر پوشش کشت و کار (Q^{ct}) و زمین های زراعی هستند که در مجموعه آبرفتی قرار می گیرند.

پهنه های گلی - نمکی Q^{sf} , Q^{sfb}

با توجه به شرایط اقلیمی - کویری - و وجود رودک ها و نهادهای فصلی در فصل بارش، و حمل رسوب های نمکدار و رس های ریز معلق در این منطقه، بخشی از نهشته های کواترنری را پهنه های گلی - نمکی (Q^{sf}) تشکیل می دهند که در فرونشست کال شور نهشته شده اند. قسمتی از این پهنه زیر پوشش بوته زار و جنگلی (Q^{sb}) است.

آبرفت های جوان و مخروط های افکنه Q^{al} , Q^f

این آبرفت ها که اغلب همراه مخروط افکنه ها هستند از مصالح دانه درشت تری نسبت به آبرفت های کهن برخوردارند و بیشتر از قلوه سنگ، ریگ و شن و ماسه و سیلت و رس تشکیل شده اند. آبرفت های جوان در حاشیه رودخانه دهن قلعه در دو افق دیده می شوند.

همانگونه که اشاره شد مجموعه نهشته های کواترنری به ویژه در جنوب منطقه بردسکن گسترش فراوان دارند و حدود نیمی از سطح زیر پوشش این چهارگوش را تشکیل داده اند.

گسل های ناحیه**گسل درونه (Doruneh Fault) یا گسل کویر بزرگ (Great Kavir Fault)**

گسل درونه یکی از گسل های اصلی و سراسری ایران زمین است که گسل کویر بزرگ نیز نامیده شده است. این گسل در آغاز و در نزدیکی دهشیر دارای روند تقریبی شمال باختری - جنوب خاوری، در مرکز ایران، است که این روند تا نائین ادامه دارد و از نائین تا نزدیکی درونه شمال خاوری - جنوب باختری (روند کالدونی) و در منطقه درونه - بردسکن - کاشمر روند خاوری - باختری دارد و در مرز افغانستان در اثر عملکرد گسل هریرود روند شمال باختری - جنوب خاوری پیدا می نماید. از گسل درونه هر دو حرکت راستگرد و چپگرد گزارش شده است (نبوی ۱۳۵۵). این گسل در بسیاری نقاط، به ویژه در منطقه درونه - کاشمر آبراهه های جوان را جابجا نموده (حرکت راستگرد) که نشان از جنبایی زمان کواترنر آن دارد و بعضی زمین لرزه های تاریخی این ناحیه را به پویایی این گسل نسبت داده

اند، اندازه جابجایی عمودی آن بیش از ۲۰۰۰ متر است. در منطقه بردسکن همبری کنگلومرای پلیوسن (P1^c) و شبه فلیش های ائوسن (E^{fl}) از نمودهای این جابجایی است. آیا حرکات این گسل سبب رخنمونی سنگهای پی سنگ دگرگون شده (سازند تکنار) - که در بعضی نوشتارها به عنوان پنجره فرسایشی تکنار معرفی گردیده است.

گسل تکنار (Taknar Fault)

این گسل دارای روند شمال خاوری - جنوب باختری است و از نظر جغرافیایی و زمین شناختی به گونه ای است که مرز بین رخنمون های پنجره فرسایشی تکنار و مجموعه افیولیتی - آتشفشانی حلقه افیولیتی سبزوار، تربت حیدریه فریمان، را تعیین می نماید. گسل تکنار در حقیقت یک گسل معکوس با زاویه بلند (تا ۸۰ درجه) است که سبب قرارگیری سنگهای افیولیتی کرتاسه بالایی روی واحدهای سنگی کهن تر (برحسب موقعیت جغرافیایی و زمین شناختی) شده است. این گسل در ادامه باختری خود در شمال باختری درونه با گسل درونه یکی می شود و در جهت خاوری گرچه در بعضی نقاط زیر پوشش نهشته های کواترنر (منطقه راش - شمال کاشمر) قرار می گیرد ولی در رخنمون های سنگی و سازندها مرز میان مجموعه های افیولیتی حلقه نائین - فریمان - تربت جام را رقم زده است. یک جنبش راستگرد و افقی را در طول گسل تکنار می توان تشخیص داد.

گسل مارو (Maro Fault)

گسل مارو مرز میان سنگهای آتشفشانی کرتاسه بالا را، که بخشی از مجموعه افیولیتی این ناحیه است، با حوزه فلیشی ائوسن آن تعیین نموده است. این گسل در ادامه خاوری با روندی شمال خاوری - جنوب باختری مرز یاد شده را با فلیش های شمال کاشمر نیز حفظ نموده و به سوی باختر در گستره برگه درونه تا پیوند با گسل درونه ادامه دارد و بر حسب موقعیت جغرافیایی با نام های محلی چون گسل دهن قلعه نیز روی نقشه از آن یاد شده است.

گسل کال شور (Kal-e-Sbur Fault)

نشانه های گسل کال شور را روی زمین نمی توان دید. به همین روی، در نقشه به صورت خط چین نمایش داده شده است. این گسل که هم روند گسل درونه است، بیشتر از آن جهت اهمیت دارد که به احتمال زیاد فعالیت آن سبب فرونشست کفه کال شور شده است به گونه ای که با فرونشینی تدریجی آبریز هر دو سوی شمالی و جنوبی را به سوی این فرونشست هدایت نموده است و در واقع عملکرد این گسل جایگاه جمع آوری آبهای شمالی - جنوبی را به وجود آورده که نتیجه آن جدایش یک دریاچه بزرگ فصلی (Playa) در جنوب این منطقه است که تا باختر درونه نیز ادامه دارد.

ویژگی های سنگهای دگرگونی و آذرین

در محدوده چهارگوش بردسکن فعالیتهای دگرگونی و ماگماتیسم مربوط به زمان های گوناگون وجود داشته که به شرح زیرند:

دگرگونی

دگرگونی ناحیه ای

برونزدهای سازند تکنار که شامل شیست های توفی، شیست های سبز. ماسه سنگهای کوارتزیته همراه با فیلیت و اسبلیت هستند نشان از تحمل یک دگرگونی ناحیه ای درجه پایین دارند. این مجموعه در رخساره زیر شیست سبز (Lower Green Schist Facies) و یا به عبارت دیگر رخساره بین پرهنیت - پومپلیت (Prehnite-Pumpellyite) و شیست سبز دگرگون شده و زمان دگرگونی آن مربوط به فاز کاتانگایی - ایرانی - و شاید بخشی نیز مربوط به فاز تاکنونین (Taconian) رخداد مرز بین سیلورین - دونین باشد. مولر (۱۹۸۳) به لحاظ یکسانی رخساره و درجه دگرگونی میان سنگهای پرکامبرین و پرمین دگرگونی را به سن تریاس پسین و در نتیجه کیمبرین پیشین می داند. زیرا نهشته های دگرگون نشده پالئوزوئیک میانی مانند پادها، سبزار، بهرام و... روی این مجموعه قرار می گیرند. از سوی دیگر با توجه به عملکرد فازهای کوهزایی کیمبرین پیشین و میانی و تا اندازه ای کیمبرین پسین در زون بیجورد و کلاغ (پر) را به فاز اتریشی و یا لارامید نسبت داد.

- دگرگونی ناحیه ای دیگری را که در این منطقه می توان از آن یاد کرد از نوع دینامو متامرفسیم و مربوط به سنگ های موجود در مجموعه آمیزه رنگین است که در اثر رخداد تکتونیکی گذشته بر آن (فاز لارامید) پدیدار شده است. این دگرگونی از نوع فشار بالا و دمای کم است، زیرا در بعضی رخنمون های این مجموعه گلوکوفان شیبست که معرف این نوع دگرگونی است پدیدار می شود، ضمن آنکه در دیگر سنگها از جمله شیبست های سریبست، آلبیت و اپیدوت دار موجود در آن آثار شیبستوزیته به خوبی قابل تشخیص هستند. رخنمون هایی از سنگ های آمیزه رنگین که در کوه تک حوض جنگل هوک جنوب جنگل کاسف و شمال کوه زرد وجود دارند می توانند گواهی بر این نوع دگرگونی باشند.

دگرگونی مجاورتی

در گستره چهارگوش کاشمر (از کاشمر تا درونه) و فراتر از آن، شماری توده های نفوذی برونزد دارند که دگرگونی های به نسبت ضعیفی در سنگهای کهن تر ایجاد نموده اند.

در گستره برکه بردسکن توده ای نفوذی از جنس گرانیت (gr) به سن ترسیری درون سنگهای کهن تر (مانند سازند تکنار و گرانیت-گرانودیوریت زمان پرکامبرین) نفوذ کرده که حاشیه ای در حدود ۸ تا ۱۰ متر از سنگهای در برگیرنده را تحت تأثیر قرار دارد و دگرگون نموده است. این دگرگونی خفیف در رخساره آلبیت، اپیدوت هورنفلس قابل بررسی است. از ویژگی های این حاشیه دگرگون و دگرسان شده، کانی زایی فلزی است که عامل آن، همراه بودن محلول های گرمایی کانه دار با گرانیت مورد بحث است و کانی هایی نظیر مس، طلا و آهن را که برخی از آنها نیز اقتصادی اند در این دگرسانی برجای گذاشته است. در کوه تکنار که سابقه معدن کاری برای طلا دارد، این دگرسانی دیده می شود.

ماگماتیسیم

ماگماتیسیم و سنگهای درونی و بیرونی حاصل از آن در گستره چهارگوش کاشمر بسیار گسترده و متنوع اند. توده های نفوذی و خروجی با زمان های مختلف مجموعه ای از سنگهای ماگمایی را به نمایش گذاشته اند و آنچه که از این مجموعه در گستره ورقه بردسکن (موضوع این نوشتار) دیده می شود به قرار زیر است:

- **ریولیت ها و توف های ریولیتی Pe^r** : سازند تکنار که بیشتر از جنس شیبست های توفی، فیلیت و اسلیت است، با گدازه های ریولیت و توف های ریولیتی با ضخامت قابل توجه همراهی می شود که در جاهای مختلف این محدوده به ویژه سیاه کوه و کوه قلعه توت و جنوب کوه بیجورد روستاهای کلاته علاءالدین، برناباد، کبودان و برج آباد رخنمون های آن دیده می شوند.

- گرانیت آلکالی (نوع گرانیت دوران) (gd)

در مناطقی چون تکنار و سیاه کوه- شمال بردسکن- توده های گرانیتی دانه درشت با ترکیب کوارتز، فلدسپات و کمی میکا وجود دارند که در نقاط متعدد با سازند تکنار همبری دارد و در بعضی نقاط هم در مجاورت گرانیت و گرانودیوریت نفوذ کرده در زمان ترسیری است. این گرانیت همسائی های نزدیکی با گرانیت دوران دارد که در کوه های سلطانیه زنجان شناسایی و نامگذاری شده است. این گرانیت از سازند تکنار جوانتر است زیرا شاخه هایی از آن در بین لایه های سازند یاد شده دیده می شوند. در جنوب روستای کاسف برونزدهای این گرانیت و همبری های آن با سازند تکنار نیز از نقاط قابل توجه است.

- **گرانیتوئید کاشمر (gr)**: نام گرانیتوئید کاشمر توسط اسلطانی (۲۰۰۰) به توده عظیم گرانیتوئیدی این منطقه داده شده که نامبرده آنرا بین گسله های درونه و ریوش جای داده است. این گرانیتوئید در مکان های جغرافیایی مختلف داخل سازندهای کهن تر نفوذ کرده و در بعضی جاها توسط نهشته های جوانتر پوشیده شده است، دیرینه این گرانیتوئید که نامبرده آنرا پلوتونهای متعدد شامل تونالیت گرانودیوریت، گرانیت و آلکالی گرانیت توصیف و به روش رادیومتری (روبیوم- استرانسیوم Rb/Sr) تعیین سن نموده و عددی برابر $42/5$ تا $42/4 \pm 0/4$ Ma بدست آورده است، زمان ائوسن- الیگوسن را مشخص می نماید. این توده نفوذی در گستره برکه بردسکن فقط در شمال باختری آن (سیاه کوه) برونزد دارد (gr) که در راخل سازند تکنار (دگرگونه ها و ریولیت داخل آن) و گرانیت نوع

دوران (gd) نفوذ نموده است. این گرانیات دارای هاله دگرگونی به نسبت کم ضخامتی (حدود ۱۰-۸ متر) است و در آن بدلیل پایین بودن اندازه کانیهای پر مایه از آلومین و پایین بودن دما و میزان Rb درجه تفریق ماگما کم بوده است که با تغییر ناچیز ایزوتوپهای Rb, Sr تأیید شده است.

از دیدگاه جایگاه تکتونیکی ا. سلطانی (۲۰۰۰) مکانیسم تشکیل گرانیتوئید کاشمر را در ارتباط با تکاپوهای ماگماتیسم در زون فرورانش و جایگزینی آن در یک کمان ماگمایی در حاشیه صفحه قاره ای می داند و دلایل زیر را در این رابطه برشمرده است.

- گسترش وسیع سنگلهای آذرین درونی و بیرونی از نوع کالک آلکالن که به صورت یک کمان ماگمایی در شمال غسل درونه با دیرینه ائوسن میانی- پایانی رخنمون دارند و جنس بیشتر سنگهای پلوتونیک آن گرانیات و گرانودیوریت است.

- سنگهای آتشفشانی این کمان ماگمایی بر روی هم از نوع داسیت آندزیت و ریولیت است. ویژگیهای شیمیایی این سنگهای ولکانیک و نیز گرانیتهای I-Type در آن بسیار همسان ماگماهای همین نوع در کمر بند دراز Cordilleran در آمریکا است.

- با توجه به دیاگرام تفکیک محیط تکتونیکی به علت پایین بودن مقادیر Nb و Y، سنگهای آذرین مختلف واقع در شمال غسل درونه در محدوده کمان آتشفشانی همزمان با برخورد ترسیم می شوند.

- **آمیزه افیولیتی (cm):** آمیزه های افیولیتی موجود در منطقه بردسکن در حقیقت بخشی از حلقه آمیزه افیولیت جنوب سبزوار هستند که سنگهای اولترابازیک و بازیک با تنوع فراوان را در خود جای داده و اغلب تجزیه به سرپانتین شده اند. در این مجموعه افیولیتی نهشته های پلاژیک از جنس آهکهای صورتی رنگ به شدت دگرشکل شده و حاوی ریز فسیل گلوبوترونکانا و سنگهای آتشفشانی اسیدی تا بازیک است. افزون بر آهکهای پلاژیک رسوبهای دیگری از انواع مختلف آن مانند فلیشوئیدهای دارای ماسه سنگهای گروالی که دارای ویژگی های توربیدیت (مانند دانه بندی تدریجی، قالبهای وزنی و غیره) هستند و همچنین مارن های سیلتی و چرت های رادیولاریتی نیز در این مجموعه حضور دارند. از سنگهای آتشفشانی و آذرآواری می توان آندزیت و آندزیت-بازالت و آگلومرا و توف های آندزیتی، توف های داسیتی و ایگنمبریت را نام برد که همراه مجموعه فلیشوئید هستند.

- **سری های آتشفشانی- پلاژیک:** سریهای ولکانو- پلاژیک از تناوب سنگهای آتشفشانی و نهشته های دریایی عمیق تشکیل شده اند.

سنگهای آتشفشانی این سری شامل سنگهای دانه ریز تا درشت آذرآواری به رنگ سبز تا سبز تیره و سنگهای آتشفشانی از اسیدی تا بازیک و آگلومراها آتشفشانی هستند. سنگهای رسوبی این سری را چرت های رنگارنگ که بیشتر آنها از جنس رادیولاریت هستند همراه با آهکهای چرت دار و آهکهای پلاژیک و بندرت مارن تشکیل داده اند. نهشته های رسوبی بطور معمول، دارای لایه بندی های نازک هستند و اثر تکتونیک شدید در آنها دیده می شود. در آهکهای صورتی، قرمز و گاهی سبز رنگ، ریز فسیلهای فراوانی از جنس گلوبوترونکانا با سن تورنین تا ماستریشتین (گاهی سنومانین) وجود دارند. برای مجموعه های افیولیتی و سری های آتشفشانی- پلاژیک یاد شده در بالا دیرینه کرتاسه بالایی، تورنین- ماستریشتین- پالئوسن، پیشنهاد شده است.

- سنگهای آتشفشانی حوزه فلیشی

سنگهای آتشفشانی حوزه فلیشی با دیرینه ائوسن میانی در بخش شمال باختری برکه بردسکن گسترش دارند. سنگهای آتشفشانی و آذرآواری شامل سری های آندزیتی، تراکی آندزیتی پورفیری، توفهای داسیتی، آندزیتی به رنگهای هوازده سیاه تا قهوه ای سیاه و سبز تیره دیده می شوند. این سنگها، بیشتر، در زمینه انباشته های شبه فلیشی قرار می گیرند که شامل تناوب مارن، ماسه سنگ همراه با لایه های نازک آهکی و کنگلومرا هستند. در این واحدهای ضخیم آتشفشانی- آذرآواری میان لایه هایی از توف های آندزیتی، مارنهای توفی، پیروکسن آندزیت و آندزیت های با بافت امیگدالوئیدی به همراه توف یافت می شوند.

- دایکهای دیابازی

دایکهای دیابازی در محدوده ورقه تکنار گسترش چندانی ندارند و به نظر می رسد واحدی از مجموعه ملانژ باشند. رخنمون این واحد را در مجموعه آتشفشانی کرتاسه بالا (K_2^b) در جنوب کلاته گرماب، (بخش جنوبی کوه بیجورد)، می توان دید که واحدهای آتشفشانی را به صورت دایکهای مورب قطع نموده است.

تکامل ساختمانی و زمین ساخت

رویه زیر پوشش برکه بردسکن به عنوان بخشی از چهارگوش کاشمر از دیدگاه تکامل ساختاری و جغرافیای دیرین ویژگی های خاصی دارد که عبارتند از:

- سنگهایی به قدمت پرکامبرین با عنوان "سازند تکنار" برونزدهایی در کوه های پیرآباد، کوه زرد، کوه قلعه توت، سیاه کوه و روستاهایی چون برناباد، کلاته معصوم آباد، سرنخواب پائین و بالا، دارند که در رخساره زیر شیبست سبز دگرگون شده و مجموعه ای از سنگهای آواری و آذرآواری با دگرگونی خفیف را به نمایش گذاشته اند. چین خوردگی شدید و تشکیل ساختارهای فرعی متعدد همراه با گسلس، گویای اثر تکتونیک شدید بر این کهن پشته ها است. این سازند با سازندهایی چون کهر در البرز و سری مراد در ایران مرکزی (کرمان) قابل هم ارزی است و می توان فاز کوهزایی کاتانگایی (ایرانی) را به عنوان رخداد اصلی دگر شکلی و دگرگونی این مجموعه نام برد. ضمن آنکه رخداد کالدونی نیز در این دگرگونی می تواند نقش داشته باشد.

- نهشته های پالئوزوئیک گرچه مانند منطقه شیرگشت و ازبک کوه دارای توالی های کاملی نیستند، ولی در جنوب غسل تکنار که می توان آنرا مرز سنگها و سازندهای دوران دیرینه زیستی ایران مرکزی و حلقه افیولیتی شمال آن منظور نمود، شماری از سازندهای پالئوزوئیک را در خود جای داده است. سازندهایی مانند شیرگشت، پادها، سبیزار و بهرام و سردر و همچنین جمال نشان از همسانی جغرافیای دیرین زمان پالئوزوئیک این منطقه (کاشمر - بردسکن، درونه) با ازبک کوه و مناطق دیگر ایران مرکزی دارد. آنچه که در این زمینه اهمیت ویژه ای دارد قرارگیری سازندهایی چون پادها، سبیزار و بهرام با دگرشیبی زاویه دار روی سازند تکنار است که نشان از اثر فاز کوهزایی تاکنونین و وجود سرزمین تاکنونید (Taconid Land) در ایران است که وجود آن در گذشته توسط م- ح. نبوی (۱۳۵۶) و م. شهرابی (۱۳۶۳) در نقاطی مانند سمنان و شمال خاوری شاهرود عنوان شده است. گرچه آثار دگرگونی قابل توجهی از این رخداد (تاکنونین) در منطقه دیده نمی شود ولی شاید بخشی از تکامل دگرگونی مجموعه تکنار را بتوان به آن نسبت داد و همانگونه که اشاره شد بخشی دیگر از این رخداد می تواند مربوط به فاز کاتانگایی نیز باشد. رخنمون های پراکنده ای از سازندهای سردر، کربنیفر، و جمال، پرمین، در نقاطی مانند کوه برجک در ورقه بردسکن و کوههای آهویام و بوق در دشت برکه کاشمر که همگی در جنوب غسل تکنار جای دارند، با وجود ناهمسانی های لیتولوژیکی و ضخامت سازندها نسبت به مقاطع نمونه، به شباهت های جغرافیایی دیرین این منطقه با ایران مرکزی گواهی می دهد.

سازندهای دوره تریاس - سرخ شبل و شتری و نایبند - و ژوراسیک میانی - باغمشاه و قلعه دختر - و بالایی - اسفندیار - موجود در ایران مرکزی در این منطقه دیده نشده است که بتواند گواه بر این باشد که رخداد کیمبرین پیشین و میانی در این منطقه کارساز بوده و سبب شده که بخش عمده ای از سازندهای میانه زیستی بر اثر عملکرد این فاز و فرسایش پس از آن تشکیل شده باشند. از سوی دیگر رخداد کیمبرین پسین که از شاخصه مهم تکتونیک ایران مرکزی است و سبب قرارگیری سنگهای کرتاسه اربیتولین دار با همبری دگرشیبی روی سازندهای کهن تر شده است نیز در منطقه کوه سفید، در جنوب برجک، دیده می شود. گفته می شود که در باختر بردسکن در رشته کوههای کلاغ پر، زرد کوه، کوه پیرآباد تا شمال خاوری درونه ستبرای بیش از ۳۰۰ متر تناوب شیل، ماسه سنگ و مارن وجود دارد که در آن فزون بر ریز فسیل های محیط های دریایی عمیق (مانند رادیولاریا، کالپینولا)، ساختارهای توربیدیتی چون دانه بندی تدریجی ساختهای تیغه های موازی و خمیده دیده می شود. این مجموعه در

نوشتار بزرگ نیا و همکاران (۱۹۷۶) با معرفی نهشته های والانژنین آمده ولی از قرارگیری این رسوب ها با دگرشیبی زاویه دار روی سازند پادها سخنی به میان نیامده است. نگارنده بر این باور است که از پی آمدهای مهم رخداد کوهزایی کیمرین میانی در این منطقه به وجود آمدن دریایی ژرف در آغاز ژوراسیک بالایی - کرتاسه بوده که به تدریج از ژرفای آن کاسته شده تا جایی که در نهشته های والانژنین، سنگواره های آموفیت و سپس آهکهای اربیتولین دار در توالی های بعدی نمایان شده اند. جایگیری سنگهای افیولیتی و پیدایش آمیزه رنگین آن در کرتاسه بالایی در سطوح وسیعی از منطقه کاشمر- درونه از رویدادهای مهم دیگری است که در آن از بازشدگی کافتی (Rift)، منطقه سخن به میان است. این پدیده کم و بیش در بیشتر جاهایی که سخن از افیولیتها و آمیزه رنگین است نیز حاکمیت دارد.

کنگلومرای کرمان که در بسیاری جاهای ایران مرکزی، از جمله منطقه کاشمر- بردسکن و درونه، که با همبندی دگرشیبی روی سازندهای کهن تر قرار گرفته، نشان از رخداد کوهزایی لارامید در این منطقه است. فاز پایانی چرخه آلی در یلیوسن- پاسادین- سبب چین خوردگی ها و دگرشکلی وسیعی در این منطقه شده که ریخت شناسی کنونی حاصل آن است.

زمین شناسی اقتصادی

کانسارهای فلزی

در این بخش به بررسی آثار معدنی فلزی که در آنها آثار معدنکاری شدادی و جدید دیده می شود پرداخته و سپس نتیجه بررسیهای آثار کانی سازی فلزی اکتشاف شده در حین اجرای پروژه بازگو می شود:

معدن متروکه مس تکنار

کانسار مس تکنار در ۳۳ کیلومتری شمال باختر بردسکن قرار گرفته است. معدن مس تکنار از جمله معادن مس غیرفعال به شمار می آید.

مطالعات پیشین در این منطقه توسط واله و بازن، رزاق منش (۱۹۶۸) و بازن و هوبنر (۱۹۶۹) صورت گرفته است. بر مبنای مطالعات فوق سنگهای منطقه معدنی متشکل از کلریت شیست و سنگهای دگرگون شده داسیتی و لاتیتی است. مرز شرقی سنگهای دگرگون شده مذکور به گرانیته منتهی شده و بطور محلی با سنگهای آهکی ریفی دونین و دولومیت های تیپ سلطانیه به صورت دگرشیب زاویه دار پوشیده می شود.

بنظر می رسد کانی سازی به طور عمده در ارتباط با شیست ها است و از لایه بندی آنها متابعت می کند. این کانی سازی جابجا به وسیله گسیختگی هایی قطع می شود. شیست کلریتی که حاوی پیریت و مگنتیت است به طرف کانسار دارای تغییرات تدریجی است.

دو افق کانی سازی تکنار با حالت چینه کران (Stratabound) تحت تأثیر فعالیت های تکتونیکی، قرار گرفته اند. افق کانی سازی شده در تکنار I، ۲۳۰ متر طول و ۹ متر ضخامت دارد. کانسار ساختار رسوبی دارد و حاوی باریت و ژاسپلیت مگنتیت دار است.

کانی های اصلی ذخیره عبارتند از: کالکوپیریت، اسفالریت، گالن به علاوه مقدار کمی کانی های طلا، انارژیت و تتراهدیریت. کانیهای گانگ شامل پیریت، مگنتیت، کلریت، کوارتز، فلدسپات، سربیسیت، گراماتیت، کلسیت و باریت است. به اعتقاد رزاق منش (۱۹۶۸) کانسار تکنار از نوع انباشته های رسوبی سولفیدی با منشاء آتشفشانی می باشند. با توجه به حالت لایه ریخت کانسار و وجود سنگهای آتشفشانی شاید کانسار تکنار دارای منشاء ماسیوسولفاید باشد.

معدن متروکه مس زنگالو

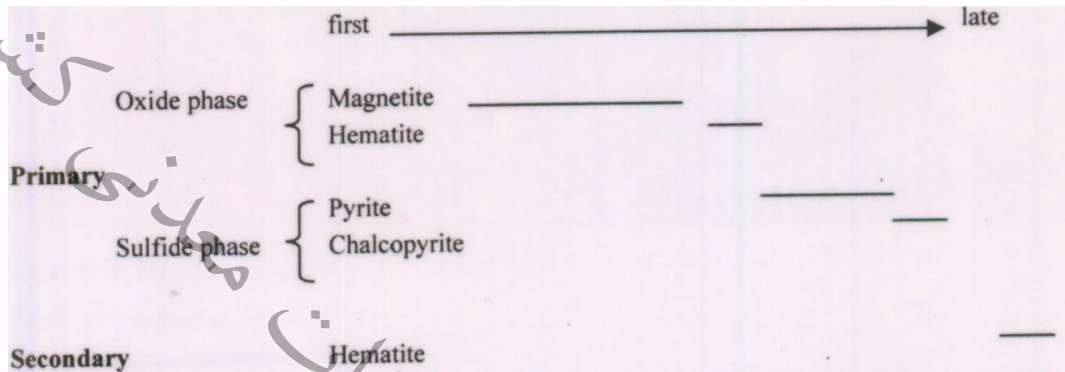
معدن متروکه مس زنگالو در حدود ۴۰ کیلومتری شمال باختر بردسکن و فاصله حدود ۲۹ کیلومتری شمال- شمال باختری سه راهی بردسکن- سبزوار در مسیر بردسکن- درونه واقع شده است.

سنگ میزبان اصلی آندزیت پورفیری و کانی سازی در این واحد و در مرز با واحدهای فلیش ائوسن انجام گرفته است.

در بخش هایی از محدوده آثار دگرسانی آرژیلیت در سنگ میزبان دیده می شود. کانسنگ اصلی مشتمل بر مگنتیت، پیریت و کالکوپیریت همراه با مالاکیت و آزوریت است. یکی از نمونه ها به شماره 83.H-S-28 که جهت بررسی های کانه نگاری از کانسنگ تهیه شده است که نتیجه آن در جدول زیر آمده است:

فراوانی کالکوپیریت حدود ۵٪ است. به صورت لکه ها و دانه های بی شکل هم داخل گانگ هم داخل دانه های پیریت و مگنتیت استقرار یافته اند. کالکوپیریت ها نیز سالم هستند. توالی کانی سازی در این نمونه را می توان به شرح زیر نگاهت:

خرد شدگی و شکستگی به صورت بافت کاتاکلاستیک در مگنتیت و پیریت دیده می شود. نتیجه تعدادی از عناصر مهم در این نمونه ها در جدول زیر آمده است:



جدول: نتایج تعدادی از عناصر مهم در نمونه های تهیه شده از معدن متروکه مس زنگالو

شماره نمونه	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
83-H.S.29	2150	19	3150	1920	10100	342	446000	3750
83-H.S.30	927	16.9	16800	239	870	93.5	600000	1700
83-H.S.31	5	2.22	30700	23.5	88.1	3.2	44100	1020

معدن متروکه چشمه گز

معدن متروکه چشمه گز در فاصله ۴۰ کیلومتر باختر - شمال باختری بردسکن و حدود ۲۰ کیلومتری شمال غرب سه راهی سبزوار در مسیر جاده بردسکن - درونه واقع شده است.

معدنکاری در یک روند عمومی N60E و در ازای حدود یک کیلومتر و پهنای میانگین ۲۰ متر دیده می شود. ژرفای کند و کاو که به طور عمده به صورت گودال است بین ۴ تا ۵ متر است.

سنگ میزبان کانی سازی، آندزیت پورفیری است که به وسیله سنگ آهک سلیسی شده و ماسه سنگ آهکی نومولیت دار با س فلوسن پوشیده است. کانی سازی مس در سطح به طور عمده به صورت کانه های اکسیدی مس چون مالاکیت و با عیار ۰/۵ تا ۱/۵ درصد مس است. این کانی سازی در میان شکاف های سنگ میزبان و در نزدیکی همبری با سنگهای رسوبی روی آن و با ضخامت متغیر ۳ تا ۶ متر صورت گرفته است. نتیجه تجزیه تعدادی از عناصر مهم در این نمونه ها در جدول زیر آمده است:

جدول: نتیجه تجزیه تعدادی از عناصر مهم در نمونه های تهیه شده از معدن متروکه مس چشمه گز

شماره نمونه	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
83-H.S.32	2	6.05	31400	8.1	39.1	1.2	28700	149
83-H.S.33	3	5.62	38600	19.2	32.9	0.6	16700	1320

نشانه معدنی مس برجک

در سنگهای دگرگونه شمال خاوری و شمال روستای برجک و حدرد ۱۲,۵ کیلومتری شمال باختری برد سکن؛ پدید آمده از کاراگنیس، کلریت شیست و کوارتزیت، تونلهایی در لایه هایی شیستی حفر شده است. عیار مس مالاکیتی در یک نمونه ۰,۶ درصد است که کم اهمیت می باشد. این عیار به قدری پائین است که ارزش کار ندارد.

نشانه های معدنی مس خالدار ۱ و ۲

در مسیر دسترسی به معدن متروکه مس زنگالو، در دو منطقه در جنوب و جنوب باختری روستای خالدار، آثار کانی سازی محدودی از کانی سازی به صورت کانه های اکسیدی مس و مالاکیت در واحدهای سنگی آتشفشانی آندزیت پورفیریک دیده می شود.

نشانه معدنی مس کاسف

شماری نشانه های مس در جنوب کاسف وجود دارند که بنظر می رسد به صورت رگه، گسله های موجود در گرانیته این محل را پر کرده اند. در سمت خاور این محل، شماری نشانه های حفاری دیده می شود. همچنین در این محل گدازه های آندزیتی که گسترش زیادی دارند دارای آثاری از مس هستند.

نشانه معدنی آهن برناباد

در شمال خاوری، باختر آبادی برجک و در همبری میان گرانیته دوران با شیستهای تکنار، آثاری از کانی سازی آهن دیده می شود. کانی سازی در محل، به صورت رگه های آهن دار به صورت مگنتیت و همراه با پیریت است، ضخامت رگه ها کم و در حد چند ده سانتی متر و طول قابل مشاهده حدود ۱۰ متر است. در فاصله حدود ۲۰۰ متری جنوب نقطه اول در سطحی حدود ۲ متر مربع دوباره آثار کانی سازی آهن قابل مشاهده است.

نشانه معدنی آهن کوه دل کن

این اثر کانی سازی در فاصله حدود ۲۸ کیلومتری جنوب باختری بردسکن جای گرفته است. در این محل چندین رگه آهن با ضخامت های بین ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر و در طول حدود ۱۰۱۰ متر قابل مشاهده است.

اثر کانی سازی مس کلاته آقا

این اثر کانی سازی در فاصله حدود ۵۰ متری جنوب مزرعه کلاته آقا واقع شده است. کانی سازی به صورت لکه های مالاکیت در یک رگه سیلیسی دیده می شود. طول رگه سیلیسی حدود ۵ متر و عرض آن در حد نیم متر و امتداد آن N10E می باشد. سنگ میزبان واحدهای آتشفشانی آندزیتی است.

معدن متروکه سنگ ساختمانی (اونیکس) کلاته جمعه

معدن متروکه سنگ ساختمانی کلاته جمعه در مسیر جاده دسترسی به روستای کلاته جمعه و معدن متروکه مس تکنار قرار گرفته است. این معدن در فاصله حدود ۱۶ کیلومتری شمال باختری بردسکن قرار گرفته است. عملیات معدنکاری برای استخراج بخشهای آراگونیتی (اونیکس) موجود در آهک ها و دولومیت های سازند جمال با سن پرمین انجام شده است.

ضخامت ماهه معدنی که در میان شکاف ها و حفره های بزرگ تشکیل شده حداکثر به یک متر می رسد و گسترش آن نیز محدوده بوده است.