

**(۱) مقدمه:**

محدوده نقشه شمال بندان در فاصله ۱۰۰ کیلومتری شمال باختری زابل و ۲۵۰ کیلومتری شمال زاهدان دارای مرز مشترک بین المللی با افغانستان است. منطقه مورد بررسی بخشی از رشته کوه‌های خاوری ایران و در نزدیکی کناره باختری فرورفتگی سیستان واقع است. میانگین بلندی محدوده نزدیک به ۱۰۰۰ متر است اما قله‌هایی به بلندی ۱۵۰۰ متری از سطح دریا نیز در آن وجود دارد.

**(۲) نگاهی به زمین شناسی:**

در محدوده نقشه، یک چینه‌شناسی در خور بررسی تشخیص داده شده است که باستثناء گوشه شمال خاوری همواره بر روی آمیزه‌ای از سنگهای افیولیتی جای دارد.

آمیزه افیولیتی، در نوارهایی با روند شمال باختری، نزدیک هر یک از چهار گوشه‌ی محدوده مورد بررسی و همچنین در هسته گنبد ساختاری واقع در شمال کوه مکی نمایان شده است. هر بخش از این آمیزه، آمیخته در همی از سنگهای گوناگون است که نسبت‌های آنها کار تقسیم‌بندی به واحدهای مشخص ولی بدون نظم چینه‌شناسی را در آنها آسان می‌سازد. علاوه بر اینها، تنه‌های بزرگی با لیتولوژی منفردی وجود دارد که آنها را اوفی کربنات، لکوگابرو، پلاژیوگرانیت (تونالیت - تروجمیت) و بازالت تشخیص داده‌اند.

آمیزه افیولیتی خاور تمامه واقع در جنوب باختری کوه کوثر اساساً شامل بلوک‌هایی از شیستهای آلبیتی و آمفیبولی پرمایه از سدیم است که در خمیره‌ای با ترکیب همانند قرار دارند. باستثناء آمیزه-ای افیولیتی بندان، هیچ کمپلکس دیگری، دارای واحدهای دگرگونه نیست. دست کم دو پهنه‌ی برونزد دیگر از آمیزه افیولیتی ممکن است در سه بعد مجاورت داشته باشند که برگه چین‌خورده یا پی سنگ بزرگی را برای ردیف چینه‌شناسی تشکیل می‌دهند. واحد پایانه بخش جنوب باختری آمیزه‌های افیولیتی «سیاه» و «در بندان» آمیزه‌ای است مرکب از میان لایه‌هایی از گری و یکهای چرتی، آواری، - آتشفشانی و شیل با توفهای ثانوی و چرت‌های رادیولردار. در آنها بلوک‌هایی بزرگ که نسبتاً تغییر شکل نیافته‌اند از همان نوع سنگ وجود دارد. در راستای شمال خاوری، آمیزه ناهمگن‌تری با خمیره‌ی سرپانتینیت‌های گسیخه و بریده شده موجود است.

چرت‌های هر دونوار، دارای فسیل‌هایی است که نشانگر سن سانتونین - کامیانین می‌باشند. در گوشه‌ی شمال خاوری ناحیه آمیزه‌ی افیولیتی مهرود جای دارد که از بلوکهای اولترامافیکی و گابروبی تشکیل شده که ادامه شمالی آن آشکارا یک اولیستوستروم است. آمیزه‌ی مهرود از راه تکتونیک در کنار ردیف فلش مانندی که بشدت چین خورده و دارای نسبت شایان توجهی از آهکهای توریدیتی (آهکهای آلوداپیک) اوربیتوئیددار است جای گرفته است. احتمالاً بااستثناء آمیزه‌ی خاور تمانده، همه نوارهای آمیزه‌های پیش گفته بوسیله‌ی واحدهای سنگی زمان ماستریشیتین پوشیده شده‌اند، و این نشان می‌دهد که زمان تشکیل آنها ماستریشین و یا کامپانین پسین بوده است.

### ۳) چینه‌شناسی :

«سازند دربند باد» که انواعی از سنگهای گوناگون را در برمی‌گیرد کهن‌ترین واحد رسوبی است که آمیزه افیولیتی محدوده رامی‌پوشاند. در بروزدهای جنوب باختری، این سازند را میتوان به دو بخش آهکی اوربیتوئیدس‌دار پایینی و بالایی تقسیم نمود که با یک دگرشیبی از یکدیگر جدا شده‌اند. در نزدیک کوه دربند باد، دگرشیبی ناپدید شده و تفریق سازند بدو بخش را ناممکن می‌سازد. در پایانه شمال خاوری، کنگلومرای نارس از قلو و بلوکهای - چندآمیز (پولی میکت) در پایه‌ی سازند وجود دارد که بطور ناپیوسته فرورفتگی‌های دیرین در سطح آمیزه‌های افیولیتی را پر کرده است. در جایی که سازند دربند باد، کمپلکس‌های افیولیتی «دربندان» و «سیاه» را می‌پوشانند، این سازند شامل آهکهای آواری، کنگلومراهای آهکی، و مارن و میان لایه‌های کنگلومرای همانند واحد فوق است. بسمت جنوب خاوری، نسبت کنگلومرا افزایش می‌یابد. در اینجا لایه‌هایی در ستنبرای چندین متر که بیشتر شامل آواریهای چرت رسوبی زوایه‌دار هستند فراوانند. در این سازند میان لایه‌هایی نیز از سنگ آهکهای توده‌ای رودیست‌دار که ستنبرای آنها بطور موضعی تا ۱۰۰ متر هم می‌رسد وجود دارند. همین سنگ آهک است که سنگریزه‌های آهکی کنگلومرا و گری-ویکها را تشکیل می‌دهد. این سنگ آهک در پاره‌ای موارد مستقیماً بر روی آمیزه افیولیتی جای می‌گیرند. بر روی آمیزه افیولیتی «سیاه» رخساره دیگری از سازند دربند باد قرار دارد که شامل سنگ آهکهای میکرتی و سنگ آهک آواری است.

در کوه دربند باد و کمی بسوی جنوب خاوری، لایه‌های نزدیک به پایه سازند در بند باد دارای فسیل‌های مختلفی است که نشان می‌دهد این سازند دارای سن ماستریشین است. ستبرای این سازند از کمی بیش از ۲۰۰ متر در خاور «گنبد سیاه» تا بیش از ۷۰۰ متر در کوه دربند باد متغیر است. در بخش خاوری محدوده، سازند دربند باد را ردیف ستبر فلیش ماندی از ویکهای سنگی می‌پوشانند که بخشی از آن آواری - آتشفشانی و گاهی بشدت آهکی و بصورت میان لایه در مارن است. در جائیکه نسبت ماسه به شیل عموماً بیشتر از ۰/۳ است این واحد با نشانه‌ی  $Ku^f$  در جائیکه این نسبت کمتر از ۰/۳ است با نشانه‌ی  $Ku^{mr}$  نمایش داده می‌شود. در شمال خاوری ناحیه، ستبرای این واحد بیش از ۳ کیلومتر است اما بسمت جنوب باختر، در ناحیه‌ی واقع در خاور «گنبد سیاه» با نازک شدن و از میان رفتن واحدهای ماسه‌ای، این ستبرای به کمتر از یک کیلومتر می‌رسد. در این جا است که این واحد بیشتر شامل گل‌سنگ آهکی (مارن) است. در این فلیش، گدازه‌هایی از آندزیت‌های بازالتی دارای پلاژیوکلاز - درشت و آذر آواریهای همراه با آنها وجود دارد. در جنوب «گنبد سیاه» کهن‌ترین گدازه‌های پشته‌ای به ستبرای ۵۰۰ متر پدید آورده است که دارای پلاژیو کلازهای درشتی است. این گدازه‌ها دارای ساخت بالشی با میانروانه‌های سنگ آهکهای اوربیتوئیددار می‌باشند. میان لایه‌های نازک از کنگلومرای آواری - آتشفشانی در فلیش‌های  $Ku^f$  را می‌توان با کنگلومرای دیگری با ترکیب همانند آن در خاور شناسد بر روی  $Ku^{fc}$  قرار می‌گیرد، پیوند داد.

واحدی از گری ویکهای اپی‌کلاستیک و کمی توف که دست کم خاستگاه بخشی از آن، آندزیت‌های بازالتی است معمولاً ردیف کرتاسه را تکمیل می‌کند، این سازند به احتمال با سازند سفیدابه واقع در جنوب محدوده در پیوند است.

در پهلو جنوبی گنبد سیاه و نیز در کوه مکی، «سازند پلنگ» شامل آهکهای بیوهرمال آلگی و مرجانی با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های فورامی نیفردار می‌باشد که بر روی پشته‌های ستبری از آندزیت‌های بازالتی جای گرفته است. در دیگر جاها، سازند پلنگ دارای رخساره‌ی آبهای ژرف‌تر بوده که شامل سنگ آهک‌های آلوداپیک، مارن و کنگلومرا و گاهی بلوکهای بزرگ آلوکتون از بونداستون است. در شمال شرق گنبد سیاه، سازند پلنگ دارای فسیلهای مختلفی است

که نشانگر سن پالئوسن (پسین؟) می‌باشند. با وجود این، در پایانه شمال خاوری ناحیه، سن این سازند با احتمالی تا اوایل ائوسن هم می‌رسد. وجود ردیفی از شیل‌های آهکی سبز تیره با میان لایه-هائی از گریویکهای اپی کلاستیک سبب می‌شود که، بطور موضعی، بتوان سازند پلنگ را به دو بخش پائینی و بالایی که دید سنگ‌شناسی همانند دارند تقسیم نمود.

سازند پلنگ را واحدی بنام سازند دوکوهانه می‌پوشاند. در شمال خاوری گنبد سیاه، سازند دو کوهانه شامل ردیفی به سبب برای حدود ۱۳۰۰ متر از توربیدیت نیمه‌گری واکه دانه ریز با میان لایه‌هایی از شیل‌های آهکی است. بسوی جنوب، که سازند دو کوهانه به اندازه درخور توجهی نازک می‌شود از نظر چین‌شناسی میان دو سنگ آهک با سن مشخص پالئوسن (احتمالاً پالئوسن بالایی) قرار می‌گیرد. در شمال بخش مرکزی ناحیه، وجود واحدهای جالب توجه فرو ریخته هم‌رسوبی یکنواختی سازند را از میان برده است. دو لایه بزرگترین تکه‌های فرو ریخته، را در بر گرفته‌اند، تکه درون لایه بالائی به سبب برای ۲۰ تا ۳۰ متر است و تکه پائینی واحدی بهم ریخته-تر ولی از نظرهای دیگر همانند آن بوده و شامل رشته‌ای از چین‌های نامتقارن و اغلب از هم گسیخته بطول موج تا ۴۰ متر است. واحد پائینی را می‌توان دست کم تا ۱۵ کیلومتری در راستا و دیرینه شیب آن ردیابی نمود.

در بخش جنوب خاوری محدوده مورد بررسی، سازند دوکوهانه بوسیله‌ی چند صدمتر مارن با میان لایه‌های ماسه‌ای بسیار کمیابی پوشیده شده است. بر روی این واحد ردیف «سازند چاه چوچو» به سبب برای ۱۵۵۰ متر از میان لایه‌های آواری دریایی کم‌ژرفا و سنگهای آهکی جای دارد که بسوی بالایی آن، چرخه‌ها بتدریج دارای رخساره‌های کم‌ژرفاتری می‌شوند. بخش پائینی سازند چاه چوچو دارای گذار تدریجی با مارنهای واحد زیرین بوده و دارای درصد بالایی از سنگ آهکهای زیست‌آواری و روزنه‌داری است. این سنگها آهکی در جاهائی که اغلب بصورت آلکی و مرجانی گسترش یافته‌اند با  $pe'c$  نشان داده شده‌اند ریز فسیل‌های سازند چاه چوچو بیانگر سن پالئوسن می‌باشند.

بر روی سازند چاه چوچو سنگ آهکهای نومولیت‌دار و مارن‌های «سازند دبیل» جای گرفته‌اند. در کناره باختری محدوده مورد بررسی، سازند دبیل به دو بخش آهکی تقسیم شده که بوسیله‌ی یک

واحد مارنی از یکدیگر جدا شده‌اند. بخش آهکی بالایی از نوع بیومیکریت‌های فورامی نیفری سبتر لایه بوده و بخش آهک پایینی دارای کمی سازنده آواری است.

بسوی خاور، واحد بوسیله‌ی رخساره دریایی بارزتری از مارنها و آهکهای نازک لایه جایگزین می‌شود. آهکهای بیوهرم‌آلگی پشته‌ای نیز این دو بخش زیرین و زیرین را از یکدیگر جدا می‌نماید. سازند دبیل دارای سن ائوسن پیشین می‌باشند.

در خاور سنگهای آتشفشانی ترسی‌یر، سازندهای چاه چوچو و دبیل دیده نشده و موقعیت چینه‌شناسی آنها را حدود ۲ کیلومتر فلیش اشغال کرده است. این فلیش که با یک گذار همساز روی سازند دو کوهانه قرار دارد شامل فلیش‌های شدت آهکی در زیر و گری‌ویکهای که از آمیزه افیولیتی نشأت گرفته، با میان لایه‌های پاراکنگلومرا در شیل‌های آهکی و سنگ‌سیلتی در بالا است. خرده‌های فراوان روزنه‌داران موجود در بخش زیرین این نهشته‌ها گویای سن ائوسن پیشین هستند. در حدود بخش بالایی واحد  $E^f$  میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های ائوسن پیشین و سنگ آهک‌های کنگلومرای وجود دارد که احتمالاً در پیوند با کنگلومراهای آهکی است که با ناهمسازی، سازندهای گوناگون موجود در شمال باختری آمیزه افیولیتی سیاه را می‌پوشاند. مارنهای قرمز غیری دریایی و ماسه سنگهایی که احتمالاً با سازند باران از نقشه نه‌بندان در پیوند اند ردیف رسوبی ائوسن را پایان می‌رساند. در شمال بندان، در پایه‌ی لایه‌های قرمز رنگ سازند باران، کنگلومرای وجود دارد که منشاء آن سنگ‌های افیولیتی بوده و بطرف بالا دانه ریز می‌شود. در باختر آمیزه افیولیتی سیاه، سازند دبیل بوسیله‌ی نوع دیگری از فلیش پوشیده می‌شود که بی‌شباهت به نهشته‌های فلیشی موجود در شمال باختری ناحیه نیست. این فلیش آشکارا رخساره‌ای از سازند باران در باختر این ناحیه است.

بسمت شمال باختری، سازند دبیل و چاه چوچو بوسیله‌ی رسوب‌های جوان پوشیده شده‌اند و تغییرات رخساره‌ای آنها آشکار نیست. در صورتیکه سازند دبیل با فلیش‌های آهکی که دارای سن و ترکیب مشابه هستند در پیوند باشد، در اینصورت سازند چاه چوچو و مارن‌های موجود در زیر آن باید هم‌ارز زمانی بخش بالایی سازند دو کوهانه باشد.

در شمال بخش مرکزی، ردیف ترسی‌یر ناحیه، بوسیله‌ی سنگ‌های آتشفشانی قاره‌ای و نفوذیهای همراه آنها کامل شده‌اند. این سنگها تغییر شکل متوسطی یافته و با یک ناهمسازی شدید از سنگ‌های

مجاور جدا شده‌اند. کهن‌ترین واحد، شامل جریانهای بازالتی متخلخل اولیوین‌دار و تفراس است که بوسیله‌ی سیلهایی با ترکیب مشابه بریده شده‌اند. بر روی واحدهای آتشفشانی یاد شده، آندزیت‌ها و داسیت‌های هورنبلنددار دانه ریز برنگ خاکستری وجود دارد که اکثراً با برشهای آذر آواری با ترکیب سنگی مشابه، جور نشده برنگ نخودی پیوند کام و زبانه‌ای داشته و یا با یک ناهمسازی موضعی فرسایشی از آنها جدا شده است. در پشته آتشفشانی فوق، همچنان کنگلومراهایی داسیتی نارس، وجود دارد. داسیت‌های پورفیری تا سنگهای آندزیتی نیمه ژرف برنگ خاکستری سبز تا سفید، سنگهای آتشفشانی فوق را قطع کرده‌اند. علاوه بر آن، نفوذیها یا سیلهایی از آنها همچنان در نهشته‌های ائوسن موجود در شمال و خاور ناحیه تزریق شده است. در گذار این نفوذیها و رسوبات ائوسن هاله باریکی از هورنفلس دیده می‌شود.

توده‌ها و دایک‌هایی از داسیت‌های کوارتز-فلدسپات‌دار و ریوداسیت‌های پورفیری، سنگهای آتشفشانی و بمیزان کمتری پورفیریت‌های فلدسپاتیک اولیگومیوسن را قطع کرده‌اند. در باختر آمیزه افیولیتی تمامه خاوری، جریانهای گلی کنگلومراهی و بازالت‌های ارتوپیروکسن‌دار و همچنین آندزیت‌ها بوسیله‌ی کنگلومرای آواری آتشفشانی پوشیده شده‌اند.

سن یکی از توده‌های نفوذی نیمه عمیق پورفیری هورنبلنددار که به روش پناسیم- آرگون اندزه-گیری شده معادل ۲۳/۸ میلیون سال است. اما بستگیها و سن آتشفشان‌های مشابه در سایر نواحی بیانگر آنست که این سن نمی‌تواند از آن تمام رویدادهای آتشفشانی ناحیه باشد. در شمال محدوده با اندازه‌گیری سن آتشفشانی‌های مشابه، سن میوسن بدست می‌آید. بازالت‌های وسیع افقی موجود در امتداد مرز افغانستان و خاور آمیزه افیولیتی سیاه، با پرونده‌های گسترده‌تر موجود در ناحیه‌ی بندان و افغانستان پیوند دارند.

این آتشفشانی‌ها احتمالاً دارای سن میوسن پسین و یا پلیوسن پیشین هستند. بااستثناء مواردی چند، بادزنها‌ی آبرفتی کوانرنر بریده شده‌اند. آبرفت‌های کم‌ارتفاع دشت‌ها نواحی بین بیرون زدگیها را تشکیل می‌دهند و در یک جا از سطوح پادگانه‌های بلند نزدیک خود بطور مشخصی جوانتر هستند. با وجود این، آبرفت‌های اخیر دارای بلندی‌های نسبی متفاوتی بوده و غالباً با سطوح آبرفتی دشت یکی می‌شوند. بهمین ترتیب شن‌های موجود در آبراه‌های موقتی، واریزه‌ها و زمین‌لغزها و دغ‌ها هم ارز زمانی چینه‌شناسی یکدیگر نمی‌باشند.

## ۴) نشانه های معدنی:

ذخایر آبست چاه حاجات در پریدوتیت های سرپانتینی شده موجود در نزدیکی پایانه شمال باختری نواری آمیزه افیولیتی بندان جای گرفته است. الیاف کوتاه و گسترده کریزوتیل در درون یک بلوک گسله کمانی شکل با رونه شمال قرار دارد که دارای پهنای بیشتر در عمق است. در خارج از گسترده مورد بررسی ذخایر مشابه ولی کوچکتری از آبست در سایر قسمت های نوار آمیزه افیولیتی وجود دارد. در آمیزه افیولیتی تمامی کانی سازی مس از نوع مالاکیت به همراه پریدوتیت های سرپانتینی شده دیده می شود. در بخش شمال گنبد سیاه گر هک های کوچکی از منیزیت و هونیت وجود دارد که دارای ارزش اقتصادی نیستند.

## ۵) پتانسیل یابی

## ۵-۱) اندیسهای معدنی

نام ماده معدنی	موقعیت	واحد سنگی
مس	۳۵۳۱۴۹۵,۰۸N - ۲۶۴۶۰۱,۰۴E	آمفیبول شیست با زمینه سرپانتینی شده
مس	۳۵۲۴۷۳۸,۲۰N - ۲۶۶۵۵۵,۹۳E	آمفیبول شیست با زمینه سرپانتینی شده
منیزیت	۳۵۰۷۸۸۲,۱۲N - ۲۸۱۳۳۷,۶۱E	افیولیت

## ۵-۲) معادن فعال و متروکه

نام ماده معدنی	موقعیت	نوع کانی سازی
معدن فعال آبست چاه حاجات	۳۴۹۲۰۲۰,۱۱N - ۲۶۳۲۹۷,۷۹E	در پریدوتیت های سرپانتینی شده

## ۵-۳) مواد معدنی فلزی

نام ماده معدنی	موقعیت	واحد سنگی	تیپ کانی سازی	توضیحات
مس	شمال غرب نقشه	جریان های داسیتی و برخی جریان های آندزیتی و	گرمابی	در این منطقه اندیس مشاهده شده است

مس	غرب نقشه	ریولیتی تونالیت و ترانجیمیت	گرمابی	در این منطقه اندیس مشاهده شده است
کرم و نیکل	جنوب غرب و شمال شرق نقشه	پریدوتیت و پریدوتیت سرپانتینی شده	افیولیتی	اندیسی مشاهده نشده است ولی مطالعات صحرایی دقیق تر لازم است

## ۴-۵) مواد معدنی غیرفلزی

نام ماده معدنی منیزیت	موقعیت	توضیحات
منیزیت، تالک، آزبست و هونتیت	شمال شرق و جنوب غرب	سنگ میزبان سرپانتینت ها هستند و قطعات مختلفی مانند افیولیت ملائز در آن حضور دارد.
آهک اوربیتونید دار	جنوب شرق نقشه	
آهک بایوهیدرال	جنوب شرق نقشه	
آهک و کنگلومرا	جنوب شرق نقشه	
مارن	در شرق نقشه از شمال شرق تا جنوب شرق و یک توده کوچک در غرب آمیزه تاماده و همچنین به صورت واحد های کوچک و پراکنده در غرب، مرکز تا جنوب نقشه	
آهک بایوهیدرال و فرامینیفر دار	در شمال نقشه به صورت یک توده کشیده و همچنین در جنوب نقشه (اطراف کوه مکی)	
آهک	جنوب شرق نقشه، همچنین یک واحد کشیده از شمال تا مرکز نقشه و یک واحد در جنوب نقشه	
مارن و آهک سبز	غرب، مرکز و جنوب نقشه، همچنین در جنوب کوه مرمر و شمال غرب و غرب کوه مکی	
آهک بایوکلاستیکی	در جنوب نقشه به صورت یک واحد کشیده	
آهک فرامینیفرال	در جنوب کوه مرمر و غرب نقشه	

## ۵-۵) سنگ تزئینی

نام سنگ	موقعیت	توضیحات
داسیت تا آندزیت نیمه عمیق	شمال و مرکز نقشه	
داسیت تا ریوداسیت نیمه عمیق	توده های کوچکی در شمال و چند توده در مرکز نقشه	

## ۶-۵) سنگ لاشه

نام سنگ	موقعیت	توضیحات
گابرو	شمال شرق و غرب نقشه	
لوکوگابرو	شمال شرقی ک واحد کشیده	
تونالیت و ترانجیمیت	در غرب نقشه	این واحد دارای اندیس مس است
بازالت	یک توده کوچک در جنوب غربی چاه مار	
جریان های آندزیت بازالتی	در جنوب سیاه ملانژ	
آندزیت بازالتی و پیروکلاستیکی	در جنوب سیاه ملانژ و جنوب نقشه و جنوب شرق نقشه	
سیلت استون چرتی	در جنوب غرب نقشه	
ماسه سنگی	یک واحد کشیده از شمال تا مرکز نقشه	
جریان های الیوین بازالت	در شمال غرب و مرکز نقشه و اطراف کوه کوثر	
جریان های داسیتی و آندزیتی	در شمال غرب و مرکز نقشه	
اورتو پیروکسن	در غرب نقشه	
الیوین بازالت	در شرق و واحد های بسیار کوچک در شمال شرق نقشه، چهار واحد کوچک نیز در غرب نقشه و چند واحد در جنوب نقشه	