پهنه‌بندی زمین شناسی مناطق مستعد برای ایجاد و گسترش بندسارها در منطقه بیرجند

حمید رضا پیروان[۱] رضا بیات[۲] محمود عرب‌خدری[۳]

۱و۳- دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۲- استادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳

چکیده

استان خراسان از جمله مناطقی است که در آن، کشت دیم‌زار به دلیل بارش کم، امکان پذیر نیست و لذا بندسار شیوه سنتی موثر در منطقه برای کشت سیلابی به حساب می‌آید. محدوده مورد مطالعه در برگیرنده نقشه چهارگوش زمین شناسی بیرجند در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ است. این منطقه، شهر بیرجند و مراکز جمعیتی متعدد از جمله سربیشه، دستگرد، حاجی‌آباد، مرک، نوفرست، گیو، ماژان، خوسف، برمینگ، سرچاه شور و سهل‌آباد را در بر می‌گیرد. این مطالعه بر اساس بازدیدهای میدانی، بررسی‌های دورسنجی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و پردازش اطلاعات پایه در محیط Arc GIS انجام شده است. در این تحقیق، ابتدا بر اساس تنوع سازندهای زمین شناسی، میزان نفوذپذیری، درجات فرسایش پذیری و نوع بار رسوبی تولیدی هر یک از واحدهای سنگی مشخص گردید. سپس مکان یابی مناطق مستعد احداث و توسعه بندسار بر اساس نقش کمی و کیفی سازندهای زمین شناسی صورت گرفت. بر اساس پردازش تصاویر گوگل ارث منطقه مورد مطالعه، میزان مساحت گستره بندسارهای شناسایی شده منطقه، ۲۴۰۰۰ هکتار برآورد شد. وسعت مناطق دشتی و مخروط افکنه‌ای منطقه که مکان مناسبی برای توسعه بندسارها هستند به میزان ۶۵۸۲۲۲ هکتار محاسبه گردید که حدود ۴۲/۰۷ درصد منطقه را پوشش می‌دهد. با مقایسه این ارقام چنین استنباط می‌شود که تنها ۳/۶۵ درصد از عرصه آبرفتی و دشتی در منطقه تاکنون تحت احداث و بهره برداری بندسارها قرار گرفته است. واحدهای سنگی به لحاظ شدت فرسایش پذیری و نوع بار رسوبی تولیدی، به طبقات مناسب، تا حدودی مناسب، نا مناسب و خیلی نا مناسب طبقه بندی شدند که بر اساس نتایج آن می‌توان دریافت که بیش از ۷۵ درصد سازندهای مناطق بالادست از پتانسیل نا مناسب و خیلی نا مناسب برخوردارند و تنها ۲۵ درصد نواحی باقی مانده دارای اثرات مثبت برای احداث بندسارها می‌باشند. لذا بایست با در نظر گرفتن عامل زمین شناسی و تلفیق با سایر عوامل از جمله شیب منطقه و میزان وقوع سیلاب آبراهه‌ها نسبت به تعیین مناطق توسعه بندسارها اقدام جامع به عمل آورد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری سیلابی، بار رسوبی، پتانسیل زمین شناسی، پخش سیلاب سنتی، حوضچه ذخیره آب و رسوب، فرسایش پذیری، مکان‌یابی

مقدمه

مهار و استفاده از آب‌های سطحی یکی از شیوه‌های هوشمندانه تامین آب شرب و کشاورزی است که روش‌های مختلفی برای آن وجود دارد. استان خراسان از جمله مناطقی است که به دلیل بارش کم، امکان کشت دیم‌زار فراهم نیست و لذا بندسار شیوه سنتی موثر در منطقه برای کشت سیلابی به حساب می‌آید. نیاکان ما در استان خراسان جنوبی جهت مقابله با کم‌آبی با احداث کشتزارهای سیلابی موسوم به بندسار سعی نمودند که با گرفتن سیلاب‌های زودگذر بر روی مخروط افکنه‌های درشت‌دانه و دشت‌های سیلابی به کشت و زرع بپردازند. احداث بندسارها علاوه بر ذخیره سیلاب باعث بالارفتن آبدهی قنوات پایین دست شده که می‌تواند جهت آبیاری تکمیلی بندسارها نیز استفاده گردد (عرب‌خدری و همکاران، ۱۳۸۱).

[1] نویسنده مسئول: حمیدرضا پیروان peyrowan@scwmri.ac.ir &hrpeyrowan@yahoo.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

برزگران خراسانی با احداث کشتزارهای سیلابی موسوم به بندسار از گذشته‌های دور علاوه بر افزایش رطوبت خاک و ذخیره رسوبات برای تولید برخی از محصولات مورد نیاز، عملاً باعث تغذیه آبهای زیرزمینی نیز می‌شده‌اند. به منظور مشخص نمودن رموز موفقیت و دلایل استمرار استفاده از آنها، در یک تحقیق جامع توسط عرب‌خدری و همکاران (۱۳۸۱)، این کشتزارها از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این ارتباط مجموعه فعالیت‌هایی مشتمل بر بازدیدهای صحرایی، تفسیر نقشه‌ها و عکس‌های هوایی، تجزیه و تحلیل آمار هواشناسی، مطالعات میدانی به ویژه اندازه-گیری ۸۴ مورد نفوذپذیری با استوانه مضاعف، تهیه ۱۴۰ نمونه خاک از رسوبات و اجرای ۱۴ نوع تجزیه فیزیکی و شیمیایی روی آنها و تحلیل‌های آماری انجام پذیرفته است. علاوه بر طبقه‌بندی بندسارها و بیان مشخصات عمومی هر دسته، شرایط آب و هوایی مناطق گسترش آنها همچنین تأثیر رسوبگذاری بر نفوذ و تغییرات خواص خاک در اثر ته-نشست رسوبات ریزدانه نیز بررسی شده است. به طور کلی بین نفوذپذیری خاک قسمت‌های مختلف یک بندسار، داخل بندسار و زمین شاهد و بندسارهای مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که نشان از تأثیر سرعت جریان آب و ویژگی‌های سنگ شناسی حوضه‌های بالادست بر تعدادی از خصوصیات خاک نهشته شده داشت. علی‌رغم تأثیر رسوبگذاری بر تقلیل ظرفیت نفوذ به مقدار ۵ تا ۶ برابر، بازده نفوذ (نسبت نفوذ به کل آب) اغلب بندسارها بیش از ۹۰ درصد اندازه گیری شد. از عوامل مؤثر بر حفظ کارایی مطلوب بندسارها که سبب تداوم ساخت و استمرار بهره‌برداری از آنها شده است، می‌توان به رسوبگیری کم در هر سیل‌گیری، درشت بودن بافت خاک نهشته شده و عملیات شخم و کشت و کار اشاره کرد.

اهداف توسعه بندسارها در استان خراسان جنوبی به شرح زیر قابل ذکر است (عرب‌خدری و همکاران، ۱۳۸۱) : ۱- ذخیره آب در پشت بندها به منظور کشاورزی سیلابی ۲- حل بحران فرسایش و انباشت رسوب بر روی دامنه‌های آبرفتی درشت‌دانه تا امکان کشت و زرع و تولید محصول در شرایط خشک آب و هوایی فراهم شود. ۳- استفاده از رسوبات انباشته‌شده ریزدانه در صنایع کوزه‌گری و آجرپزی، ۴- مهار سیلاب و تغذیه آبخوان‌ها با بالابردن میزان آبدهی قنوات پایین دست بندسارها، ۵- استفاده از آب پشت بندها در شرب حیوانات، ۶- جلوگیری از هدررفت آب و ورود آن به شوراب‌ها ،۷- جلوگیری از گسترش بیابان و هجوم تلماسه‌های بادی.

احداث بندسارها بیشتر در استان خراسان (در تقسیمات فعلی عمدتاً در خراسان جنوبی و رضوی) به صورت سنتی مرسوم است (عرب‌خدری و کمالی، ۱۳۹۶). دو گروه عمده بندسار در محدوده شهرستان بیرجند وجود دارد. یکی استفاده از روش استحصال رواناب سرشاخه‌ها و دیگری احداث بندسارهای واقع بر روی مخروط افکنه و دشت‌های سیلابی که از خشکه رودها آبگیری می‌شود که نوع اخیر بیشتر در منطقه مورد مطالعه در بیرجند مشاهده می‌شود. به دلیل فعالیت تکتونیکی جنبا و جوان در منطقه، اکثر مخروط افکنه‌ها در مبادی خروجی آب از کوهستان شکل گرفته‌اند ولی گستره آن‌ها تا مسافت‌ها در پایین‌دست جریانات آبی نیز ملاحظه می‌شود و لذا برخی از بندسارها در بخش‌های میانی و انتهایی این مخروط افکنه‌ها و نهایتاً دشت‌های سیلابی احداث شده‌اند. فرسایش واحدهای سنگی حوضه بالادست بندسارهای استان خراسان جنوبی توسط کمالی و همکاران (۱۳۸۹)، نشان داد که ترکیب سنگ‌های رخنمون‌دار در حوضه آبخیز عامل مهم تعیین‌کننده در تغییرات نفوذپذیری و میزان رسوبگیری بندسارها می‌باشد. به طور کلی سنگ‌های تولیدکننده رسوبات ریزدانه نظیر شیل‌ها، نفوذ بندسارها را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند، در حالی که سازندهای رسوبی تخریبی دانه درشت، کمترین مقدار تأثیر را داشته و سازندهای آذرین در حد بینابینی قرار می‌گیرند.

خطر مهمی که شبکه‌های پخش سیلاب و از جمله بندسارها با آن مواجه هستند عبارت است از ورود رسوب زیاد به شبکه و کورکردن فضای خالی بین ذرات رسوبی و کاهش نفوذپذیری از یک سو و از سوی دیگر امکان شور شدن خاک عرصه ناشی از فرسایش واحدهای سنگی نا مناسب مانند اراضی مارنی می‌باشد. بررسی منابع و تجربیات بزرگان محلی نشان داده که اهمیت نقش رسوب در جانمایی بندسارها کمتر از میزان آب سیلاب نیست، زیرا همان طور که گفته شد، رسوبگیری تغییرات زیادی را از نظر ویژگی‌های خاک و اراضی به وجود می‌آورد. رسوبگذاری مواد حمل شده بر کاهش

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

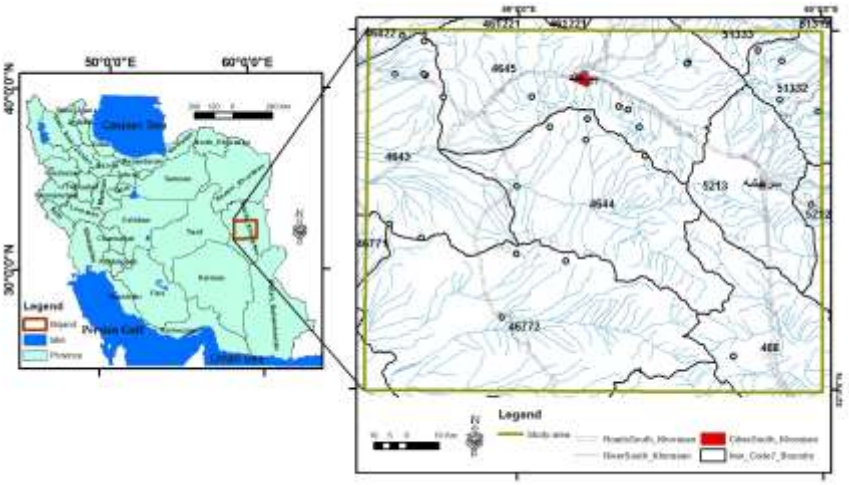
نفوذپذیری نیز موثر است، به طوری که در شرایط بسیار نامطلوب، به دلیل نهشته شدن ذرات بسیار ریز و با ضخامت زیاد، زهکشی داخلی و حتی تهویه خاک دچار اشکال شدید می‌شود.

در مطالعه شرکت پارس کنسولت (۱۳۵۷) در خوشاب‌های مکران نشان داده شد که لیتولوژی‌های فرسایش‌پذیر شیستی خرد شده نسبت به ماسه سنگ‌ها به دلیل رسوبدهی بیشتر و تولید ذرات رسی مناسب به همراه ذرات ماسه‌ای بیشتر برای خوشاب‌ها مناسب‌تر است. بررسی منابع اندک موجود نشان داد که عامل فرسایش پذیری واحدهای سنگی و کیفیت و اندازه بار رسوبی حاصل از فرسایش آن‌ها در تعیین عرصه‌های مناسب احداث بندسار نقش بسزایی دارد و به همین خاطر در این مطالعه سعی شده است که در منطقه بیرجند نقش سازندهای زمین شناسی در تامین رسوب مناسب برای بندسارها بررسی و پتانسیل منطقه از دیدگاه زمین شناسی برای تعیین پهنه‌های قابل ایجاد و گسترش بررسی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در ناحیه بیرجند با مختصات جغرافیایی ۳۲ تا ۳۳ درجه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۶۰ درجه طول شرقی در برگیرنده نقشه چهارگوش زمین شناسی بیرجند در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ است که شهر بیرجند و مراکز جمعیتی متعدد از جمله سربیشه، دستگرد، حاجی‌آباد، مرک، نوفرست، گیو، ماژان، خوسف،برمینگ، سرچاه شور و سهل آباد را در بر می‌گیرد (شکل ۱).



شکل (۱): محدوده و چهارگوش کاری (مرز قرمز رنگ) در نقشه ایران و استان خراسان جنوبی (سمت چپ) و منطقه کاری با مرز و کد حوضه‌های تماب با الگوی شبکه آبراهه‌ای به همراه راه‌های ارتباطی و موقعیت شهر بیرجند و سربیشه و برخی مناطق جمعیتی

شرایط آب و هوایی

منطقه مورد مطالعه از نظر شرایط آب و هوایی در ناحیه خشک و فراخشک واقع شده است. میانگین دمای سالیانه در ایستگاه بیرجند، ۱۶/۵درجه سانتیگراد، میانگین بارش، ۱۷۱ میلی‌متر در سال و تعداد روزهای یخبندان، ۴۸ روز می‌باشد. با توجه به کمی بارش سالیانه، در منطقه امکان کشت دیم مقدور نیست (سازمان هواشناسی کشور، آمار باند مدت ایستگاه سینوپتیک بیرجند).

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

روش تحقیق

این پژوهش بر اساس بازدیدهای میدانی، بررسی‌های دورسنجی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و پردازش اطلاعات پایه در محیط ArcGIS 10.2 انجام شده است. طی بازدیدهای صحرایی از رخنمون واحدهای سنگی منطقه، وضعیت زمین شناسی، لیتولوژی واحدها، توالی چینه‌های رسوبی و آذرین، مورفولوژی سازند، فرسایش پذیری و نوع بار رسوبی تولیدی از سازند و نحوه مشارکت آن‌ها در دانه‌بندی و ترکیب رسوبات منطقه دشتی و مخروط افکنه‌ای (محل‌های مناسب احداث بندسارها) بررسی شدند.

نقشه‌های پایه زمین‌شناسی رقومی‌شده ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش بیرجند و قائن (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۶۹) و تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث در این تحقیق استفاده شده است. سازندهای زمین شناسی بر اساس روش پیروان و شریعت جعفری (۱۳۹۲) رده‌بندی شدند. سپس بر اساس وضعیت هر یک از واحدهای سنگی از نظر کانی‌شناسی، بافت و ساخت و میزان درجه حساسیت به فرسایش نسبت به طبقه‌بندی نوع و کیفیت رسوب تولیدی آن‌ها اقدام شد. هفتاد محدوده بندسار احداث شده گستره طرح بر اساس تفسیر چشمی از تصاویر گوگل ارث استخراج و با تبدیل لایه مربوط به فرمت KML، اطلاعات حاصله در محیط ArcGIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

زمین شناسی حوضه آبخیز بندسارها

گستره مطالعاتی در استان خراسان جنوبی شامل نواحی شمال شرق و بخشی از شرق ایران است. نواحی مرکزی ـ جنوبی استان بخشی از ایالت زمین‌ساختی ایران مرکزی و کوه‌های شرق ایران است که حاوی ذخایر معدنی فلزی و غیر فلزی گوناگون است (آقانباتی، ۱۳۸۳). با عنایت به ویژگی‌های زمین شناسی ـ ساختاری متالوژنیک، منطقه مورد مطالعه در زون فلیشی شرق ایران (زیر پهنه آهنگران ـ بندان) واقع شده است. بخش شرقی استان یک اشتقاق درون قاره‌ای بین بلوک لوت (ایران) و بلوک هیلمند (افغانستان) است. پی‌سنگ افیولیتی ناحیه که به ویژه در امتداد گسل نهبندان رخنمون دارد حاوی لیستونیت‌های طلادار، منیزیت فراوان، پنبه نسوز و ... است به طوری که بخشی از توان معدنی استان وابسته به مجموعه‌های افیولیتی شرق استان است (آقانباتی، ۱۳۸۳). وضعیت کلی و عمومی تکتونیکی منطقه مورد مطالعه به طور کامل در چهارچوب محیط تکتونیکی شرق ایران قرار گرفته است و لذا اغلب سازندهای رخنمون در نیمه شرقی تحت تاثیر شبکه گسلی منطقه شکسته شده و مورفولوژی حوضه نیز متاثر از شمای عمومی تکتونیک منطقه می‌باشد.

مسائل هیدروژئولوژی و پهنه‌بندی زیر حوضه‌های آبریز، شدیداً تحت تاثیر تکتونیک منطقه قرار دارد. به همین دلیل ویژگی‌های چینه‌شناختی، توالی‌های چینه‌ای، میزان فرسایش پذیری سنگ چینه‌ای در منطقه، در تامین رسوبات و نهشته‌های پایین‌دست در دشت‌های آبرفتی از یکسو و شبکه گسلی در قالب تکتونیک منطقه از سوی دیگر، در این مقاله مورد نظر قرار گرفته است. رخنمون واحدهای سنگ‌چینه‌ای در منطقه بسیار متنوع بوده و در طیفی از سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی قرار می‌گیرند. افزون بر تنوع سنگ‌شناسی رخنمون‌ها، دامنه سنی آنها نیز بسیار گسترده بوده به طوری که زمان پروتوزوئیک تا پایان کواترنری را شامل می‌شود. بندسارها در کنار آبراهه‌های سیلابی بر روی آبرفت‌های مخروط افکنه‌ای در منطقه مورد مطالعه احداث شده‌اند. با احداث یک مانع در مسیر آبراهه که بنام ترکه بند موسوم است آب به داخل بند هدایت می شود.

چینه‌شناسی و توالی آن در گستره مطالعاتی

بررسی‌های زمین شناسی حاضر بر اساس نقشه‌های چهارگوش زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند و قائن سازمان زمین‌شناسی و بازدیدهای میدانی ارائه شده است. منطقه دارای پی‌سنگ قدیمی پرکامبرین با لیتولوژی گرانیت دوران است. بر روی این پی‌سنگ، چینه‌های جوان‌تر به صورت ناپیوستگی آذرین‌پی نهشته شده است. چینه‌های منطقه، متاثر از روند ساختاری، گسل‌های عمده و چین‌خوردگی‌ها، روند شمال غرب- جنوب شرق دارند.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

پرکامبرین

قدیمی‌ترین واحد سنگ‌چینه‌ای از جنس گرانیت و گرانودیوریت مربوط بـه دوران پرکـامبرین اسـت کـه از گسـترش بسیار محدودی برخوردار می‌باشد، به طوری که فقط یک رخنمون در منتهی‌الیه شرق منطقه در حوالی روسـتای خونیـک در جنوب شهرستان قائن، با پوششی کم در منطقه مورد مطالعه، شناسایی شده است. این واحد سـنگ چینـه‌ای در نقشـه چهارگوش زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قائن سازمان زمین شناسی بـه نـام pgr1 (گرانیـت بـه سـن پروتروزوئیـک) معرفـی گردیده است. این توده به رنگ سفید و به کانی رسی کائولینیت دگرسان شده می‌باشد و با ناپیوستگی آذرین پـی پوشـانده شده است، به نحوی که بین توده آذرین گرانیت دوران و سازندهای جـوان‌تـر دوران دوم، نبـود چینـه‌شناسـی وسـیعی در منطقه حاکم بوده و دوران اول زمین شناسی در منطقه با نبود چینه‌شناسی مواجه است.

مزوزوئیک

ارتباط چینه‌ای مزوزوئیک با واحد زیری در منطقه، یعنی پرکامبرین، ناپیوسته و دگرشیب می‌باشد. با در نظر گرفتن ناپیوستگی بسیار گسترده بین قدیمی‌ترین رخنمون در منطقه یعنی پرکامبرین و مزوزوئیک، شروع توالی چینه‌شناسی در منطقه از دوران دوم یعنی ژوراسیک زیرین با رخنمون سازند شمشک آغاز می‌گردد که در شرایط کولابی ته‌نشین شده است. در ژوراسیک میانی دریا پیشروی می‌کند و نهشته‌های کربناته سازند لار برجای می‌مانند. کرتاسه زیرین با لیتولوژی غالب آهکی تداوم محیط دریایی را نشان می‌دهد ولی دریای کرتاسه یکپارچه نبوده و لذا برخی واحدهای چینه‌ای مربوطه علاوه بر آهک از طبقات تخریبی ماسه‌سنگ و کنگلومرا تشکیل شده‌اند.

سازند شمشک (Js)- سازند شمشک با سن ژوراسیک آغازی در منطقه مورد مطالعه، عمدتاً شامل تناوب شیل‌های خاکستری و ماسه‌سنگ‌های تیره می‌باشد که به طور اتفاقی و نادر، بعضی خرده سنگ‌های ولکانیکی بزرگ اندازه (گراول) در داخل برش‌های ولکانیکی در لابه‌لای طبقات ماسه‌سنگی دیده می‌شود. گسترش سازند شمشک نیز محدود بوده و در ارتفاعات حسن آباد در جنوب بیرجند رخنمون دارد.

سازند معادل دلیچای (Jd)- این سازند با سن ژوراسیک میانی تا پایانی در منطقه، با لیتولوژی سنگ آهک نازک لایه در تناوب با شیل‌های سیاه رنگ است. در بین طبقات شیلی این سازند برونزدهای سنگ ولکانیک بازیک مشاهده می‌شود. این سازند نسبت به فرسایش حساس بوده و لذا بر روی آن خاک تشکیل شده است، به نحوی که رخنمون‌های هموار در منطقه نشان می‌دهد. علت این امر، نازک لایه بودن بخش آهکی و حضور میان لایه‌های شیلی است که به دلیل تفاوت در میزان فرسایش‌پذیری بخش شیلی با آهکی، فرسایش به خوبی توسعه می‌یابد.

کرتاسه

کرتاسه در منطقه مورد مطالعه شامل کرتاسه آغازی و کرتاسه پایانی است. عمده رخنمون‌های این دوره زمین شناسی در جنوب غرب بیرجند و شرق روستای خوسف، دامنه‌های شمالی کوه سیاه‌کمر در مسیر رودخانه دیگ و جنوب غرب منطقه در محل روستای چاه شیرین و چاه حاجی ملاحظه می شود.

کرتاسه آغازی

کرتاسه آغازی از تنوع لیتولوژیک و انواع سنگ رخساره‌های مختلف تشکیل گردیده است که به ترتیب از قدیم به جدید شامل واحدهای سنگ چینه‌ای زیر است:

سنگ آهک‌های تیره K^{sh}_n- این واحد کربناته در عین اینکه از سختی نسبتاً بالا برخوردار بوده و با فرسایش‌های صخره‌ای در رخنمون‌ها مشخص است ولی با تغییرات رخساره‌ای نیز، همراه می‌باشد. به طوری که در جهات افقی و قائم به تدریج، به سنگ آهک‌های نازک لایه رسی تبدیل شده و بیشتر دچار فرسایش‌های فیزیکی شده است، لذا واحد سنگ‌چینه‌ای مورد بحث می‌تواند در تامین اجزاء بافتی ریزدانه و درشت‌دانه آبرفت‌های پایین‌دست مشارکت داشته باشد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

سنگ آهک‌های خاکستری K^{l}_{n} - این سنگ آهک‌ها با رنگ خاکستری و لایه‌بندی ضخیم و سختی و تراکم بالا در منطقه مشخص است. با فرسایش صخره‌ای در میان توالی‌های رسوبی رخنمون دارد. در مقابل عوامل فیزیکی و فرساینده، مقاوم و پایدار می‌باشد.

ماسه‌سنگ کوارتزیتی K^{s}_{n} – ماسه‌سنگ‌های کوارتزیتی یکی از بارزترین رخنمون‌های منطقه مورد مطالعه به شمار می‌رود. به دلیل سختی و مقاومت بسیار بالا، مناطق بلند منطقه روی این واحد سنگ چینه‌ای قرار دارد. این ویژگی مهمترین دلیل بر مقاوم بودن به فرسایش این واحد نسبت به سایر واحدهای مجاور و دیگر واحدهای سنگ‌چینه‌ای در منطقه است. البته تُرد و شکنندگی طبقات کوارتزیتی از یک سو و اثرات تکتونیکی از سوی دیگر سبب شده که خردشدگی صفت ویژه این واحد سنگی باشد و لذا خرده‌سنگ‌های ماسه‌سنگ کوارتزیتی در حد گراول‌های گرد شده در میان اجزاء آبرفتی در دشت آبرفتی پایین‌دست، گزارش شده است.

واحد سنگ‌چینه‌ای K^{ts}_{1} - این واحد سنگ چینه‌ای از مجموعه فیلش گونه‌ای تشکیل شده است که شامل تناوبی از لایه‌های مارن، ماسه‌سنگ‌های مارنی، شیل‌های کربناته، مارلستون و سنگ آهک است. از ویژگی این واحد سنگی تناوب طبقات رسوبی تخریبی و شیمیایی با ضخامت قابل ملاحظه است. این رسوبات تحت شرایط زمین ساخت فعال و بالا آمدن بخش کوهستان همزمان با فرسایش و رسوب‌گذاری تشکیل شده است. واحد سنگ چینه‌ای از مقاومت و سختی نسبتاً پایینی برخوردار می‌باشد. به علت فرسایش‌پذیری نسبتاً زیاد، رخنمون‌های مربوطه از توپوگرافی مرتفع برخوردار نمی‌باشند.

سنگ آهک K^{l2}_{1} - این سنگ آهک‌های ضخیم لایه در توالی‌ها رسوبی با فرسایش چهره‌ساز (Feature forming) مشخص می‌باشد.

مجموعه تفکیک‌نشده K^{ml}_{1} - این مجموعه بالاترین بخش توالی چینه‌ای کرتاسه آغازی، در منطقه مورد مطالعه می‌باشد و از تناوب سنگ آهک‌های مارنی نازک لایه، مارلستون، مارن، کنگلومرا و ماسه سنگ تشکیل گردیده است. با توجه به سختی و مقاومت نسبتاً پایین، این واحد سنگ‌چینه‌ای در مقابل عوامل فرساینده، ناپایدار بوده و در اثر فرسایش نسبت به واحدهای اطراف خود از عوارض توپوگرافیک پایین‌تر برخوردار است.

کرتاسه پایانی

کرتاسه پایانی در منطقه مورد مطالعه، شامل دو واحد سنگ‌چینه‌ای کاملاً متمایز از هم می‌باشد:

مجموعه تخریبی کربناته K^{ts}_{2}- در قاعده، شامل انواع سنگ رخساره‌ای: سنگ آهک اربیتولین‌دار با بافت بیوکلاستی، شیل، ماسه‌سنگ‌های سخت و مقاوم و کنگلومرا است. این واحد معادل سازند تیزکوه در البرز مرکزی است.

مجموعه فلیشی K^{tq}_{2}- در بالای سنگ آهک‌های کرتاسه بالایی قرار گرفته و متشکل از ماسه سنگ، کنگلومرا، سنگ آهک و میان لایه‌هایی از مارلستون و یا شیل است.

سنگ رخساره‌های کرتاسه پایانی نسبت به کرتاسه آغازی، در منطقه مورد مطالعه از گسترش بسیار محدودتری برخوردار است ولی به طور کلی واحدهای سنگ چینه‌ای و توالی رسوبی کرتاسه، در منطقه از مقاومت و پایداری قابل ملاحظه‌ای در مقابل فرسایش‌های مکانیکی برخوردارند.

پالئوسن

نهشته‌های آذرآواری پالئوژن (پالئوسن و ائوسن) و الیگوسن در سطح وسیعی از ارتفاعات منطقه رخنمون دارند. برای مثال می‌توان مناطق شمال غرب و شمال شرق بیرجند، غرب خوسف و حوالی روستای برمینگ را نام برد. نهشته‌های پالئوسن در منطقه از واحدهای سنگ‌چینه‌ای متفاوتی تشکیل شده است و با یک وقفه رسوب‌گذاری بر روی نهشته‌های کرتاسه پایانی قرار می‌گیرند. این واحدها، گاه به صورت هم زمان، در امتداد افقی و یا قائم با تغییرات رخساره‌ای همراه می‌باشند که این امر بر تنوع لیتولوژیک در پالئوسن افزوده است و شامل واحدهای سنگ چینه‌ای زیر است:

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

واحدهای سنگ چینه‌ای P^{v}_{e} و P^{ms}_{e}: به ترتیب توده آذرین از نوع بازیک و مجموعه‌ای از طبقات: ماسه‌سنگی، کنگلومرا، مارن و سنگ آهک، توالی چینه‌ای پالئوسن را در منطقه تشکیل می‌دهند. این مجموعه به طرف شمال منطقه به سنگ رخساره‌ای آذر- آواری، آرژیلیت، ماسه‌سنگ و کنگلومرا P^{ta}_{e} تبدیل می‌شود. واحدهای پالئوسن رخنمون‌های محدود و پوشش ناچیز در منطقه دارند.

ائوسن

واحدهای سنگ‌چینه‌ای ائوسن در منطقه از تنوع و گسترش نسبتاً وسیعی برخوردارند و از چهار واحد متمایز سنگ‌چینه‌ای، تشکیل گردیده است. از ویژگی غالب سنگ‌های این دوره، غالبیت لیتولوژی ولکانیکی و آذرآواری است (شکل ۲) که از پایین به بالا عبارتند از:

۱- مجموعه شیل و ماسه‌سنگ‌های خاکستری میانه تا خاکستری تیره E_{s} که از فرسایش‌پذیری زیادی برخوردار بوده و در تامین اجزاء دشت آبرفتی در جنوب منطقه مورد مطالعه نقش فعال دارد.

۲- مجموعه کنگلومرایی به همراه گدازه‌های آندزیتی E^{cl} که از سختی بیشتری نسبت به واحد قبلی برخوردار است. لذا کمتر در معرض فرسایش قرار گرفته است ولی در هر حال، با توجه به موقعیت رخنمون، نسبت به دشت آبرفتی پایین‌دست، به عنوان منبع تامین مواد آبرفتی (Source area)، حائز اهمیت می‌باشد.

۳- کنگلومرا و ماسه‌سنگ‌های قرمز تیره همراه با ماسه‌سنگ‌های سبز، گچ و انیدریت و ماسه‌سنگ‌های سبز، توف، آندزیت و کنگلومرا E^{ta}.

شکل (۲): کنگلومرا و ماسه‌سنگ قرمز تیره، ماسه سنگ سبز و گچ، ائوسن میانی (Ers) روستای اشکفتو در شمال غرب بیرجند که توان تولید رسوب ریزدانه خوب برای بندسار دارند

الیگوسن – میوسن

نظر به آنکه تفکیک زمانی واحدهای سنگ‌چینه‌ای الیگوسن و میوسن (شکل ۳) مقدور نمی‌باشد لذا این واحد به صورت تلفیق شده "الیگو – میوسن" در جدول علائم نقشه زمین‌شناسی نشان داده شده است و شامل واحدهای:

۱- مجموعه سیلت سنگ و ماسه سنگ‌های توفی سبر OM^{st} با مقاومت و فرسایش‌پذیری متوسط

۲- مجموعه آذرین OM^{at} شامل: بخش‌های آندزیتی، داسیتی و توف‌های آندزیتی- داسیتی می‌باشد که از فرسایش‌پذیری کمی برخوردارند.

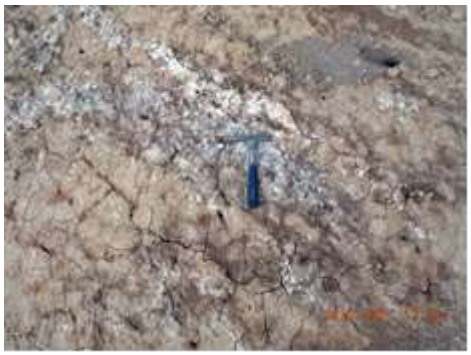
۳- مجموعه آذر- آواری OM^{ab1} متشکل از توف‌های آندزیتی با آنکلاوهای آندزیت، بازالت و داسیت می‌باشد.

نئوژن

نهشته‌های نرم و زودفرسای نئوژن منطقه در پای کلیه ارتفاعات منطقه به صورت تپه ماهورهای الوان و به رنگ‌های متنوع قرمز، زرد و سبز و سفید برونزد دارند (شکل ۳). نهشته‌های نئوژن در منطقه شامل: واحدهای سنگ‌چینه‌ای ترشیری پایانی (پلیوسن) و کواترنری آغازی (پلیستوسن) می‌باشد که با کد QPL^{c} روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه مشخص شده است. واحد سنگ‌چینه‌ای QPL^{c} با رخنمون‌های گسترده در سطح منطقه مورد مطالعه با نهشته‌های

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

رسی – آبرفتی، کنگلومراهای به هم ناپیوسته و کنگلومراهای سخت و متراکم مشخص می‌باشد. این واحد سنگ‌چینه‌ای به دلیل فرسایش‌پذیری زیاد و مقاومت کم از اهمیت زیادی در شدت سیل‌خیزی منطقه برخوردار است. ضخامت زیاد و شکل مخروط افکنه‌ای آن از ویژگی‌های بارز این واحد سنگ‌چینه‌ای است که به دلیل اثرات تکتونیکی و عوامل فرسایشی در تراز ارتفاعی بالا نسبت به نهشته های کواترنر دیده می‌شود.



شکل (۳): آثار شوری بر سطح اراضی مارنی نئوژن غرب بیرجند به عنوان عامل مخرب کیفیت آب و خاک منطقه و نا مناسب برای بندسار

کواترنری

نهشته‌های کواترنری بخش قابل توجهی از سطح منطقه را پوشش داده است. این نهشته‌ها عمدتاً شامل بادزن‌های آبرفتی قدیمی با رسوبات شیمیایی کربناته از نوع تراورتن و توف‌های کربناته (Q^{t1}(Carbonat Tufa)، پادگانه‌های آبرفتی جوان، بادزن‌های آبرفتی و واریزه‌های رسوبیQ^{tsp} ، نهشته‌های تبخیری و دریاچه‌های فصلی (کویر) و پهنه‌های رسی یا دغ (شکل ۴) است که در مجموع با کد Q^{c} مشخص می‌شود. پهنه‌های رسی یادشده در پایانه ناحیه دشتی و در تراز ارتفاعی پایین‌تر نسبت به نهشته‌های جوان کواترنر واقع شده‌اند.

شکل (۴): کفه رسی با آثار شوری در پایاب منطقه دشتی که از عرصه‌های نا مناسب برای احداث بندسار محسوب می‌شوند

نتایج و بحث

در ابتدا، سازندهای زمین شناسی حوضه بالادست بندسارهای منطقه طرح شناسایی و به لحاظ لیتولوژی طبقه‌بندی شدند. سپس سازندهای مربوطه در ۱۰ رده حساسیت به فرسایش طبقه‌بندی شدند. در ضمن نوع بار رسوبی تولیدی از هر واحد لیتولوژی و نهایتاً مناسب بودن یا نبودن آن‌ها برای احداث بندسار مشخص شد که نتایج هر کدام به قرار زیر است.

فرسایش پذیری واحدهای سنگی موثر بر بندسارها

بررسی حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب احداث بندسار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده زیرا مقدار و کیفیت رسوب هر واقعه سیلاب به آن وابسته است. سنگ‌ها، رفتار متفاوتی در برابر

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

هوازدگی و فرسایش از خود نشان می‌دهند. بخشی از این عوامل به ویژگی‌های ذاتی سنگ بکر شامل کانی‌شناسی، خصوصیات اجزاء تشکیل‌دهنده (بافت، نحوه قرارگیری ذرات در کنار هم، جورشدگی، پیوستگی و سیمان)، شرایط توده‌سنگ شامل خصوصیات ناپیوستگی‌ها و بخشی به شرایط محیطی ارتباط دارد. در حوضه‌های آبخیز کوچک، نقش عوامل مربوط به سرشت سنگ با اهمیت‌تر از عوامل مربوط به محیط خارجی در برگیرنده سنگ است.

در این مجموعه، بررسی حساسیت واحدهای سنگ‌شناسی به فرسایش با در نظر قراردادن ویژگی‌های کنترل‌کننده مقاومت سنگ‌ها صورت پذیرفت. برای این منظور، از طبقه‌بندی پیروان و شریعت‌جعفری (۱۳۹۲) استفاده شد که در آن، بر اساس ویژگی‌های سنگ بکر و توده‌سنگ، کلیه سازندها و واحدهای سنگی و نهشته‌های سخت نشده ایران در ۱۰ رده مختلف شامل رده فوق‌العاده مقاوم (I)، بسیار مقاوم (II)، مقاوم (III)، متوسط تا مقاوم (IV)، متوسط (V)، متوسط تا ضعیف (VI)، ضعیف (VII)، بسیار ضعیف (VIII)، فوق‌العاده ضعیف (IX) و کاملاً ضعیف، سست و منفصل (X) طبقه‌بندی شده‌اند. بر اساس این طبقه‌بندی، سازندهای مختلف منطقه طرح از نظر میزان حساسیت به فرسایش به شرح جدول (۱) طبقه‌بندی شدند. بر اساس امتیاز حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی منطقه، نقشه حساسیت به فرسایش تهیه گردید. در جدول (۲)، میزان گسترش واحدهای سنگی به هکتار بر اساس رده مقاومت به فرسایش ارائه شده است.

جدول (۱): طبقه‌بندی مقاومت به فرسایش واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه (منبع نگارندگان بر اساس روش پیروان و شریعت، ۱۳۹۲).

رده مقاومتی	نوع واحدهای سنگی
کاملاً مقاوم (I)	پیروکسنیت
بسیارمقاوم (II)	بازالت، گابرو، سنگ‌های دگرگونی با رخساره آمفی‌بولیت،
مقاوم (III)	آندزیت بازالت، داسیت، لیسونیت، گرانیت
متوسط تا مقاوم (IV)	آهک، کنگلومرا، افیولیت ملانژ
متوسط (V)	شیل توفی، توف، آذرآواری‌ها، گلوکوفان شیست، فلیش، برش‌های ولکانیکی، ماسه‌سنگ قرمز و شیل دوران اول، فیلیت، اسپیلیت، کنگلومرا و ماسه‌سنگ
متوسط تا ضعیف (VI)	تناوب شیل و ماسه‌سنگ، تناوب آهک و مارن، تناوب کنگلومرا و ماسه‌سنگ، فلیش، مادستون، کنگلومرای سست، پادگانه‌های آبرفتی قدیمی
بسیار ضعیف (VII)	ماسه‌سنگ، پادگانه‌های آبرفتی جوان
بسیار ضعیف(VIII)	نهشته‌های دریاچه نمک، نهشته‌های پادگانه‌های دریایی
فوق‌العاده ضعیف (IX)	پهنه‌های رسی، آبرفت،
کاملاً ضعیف، سست و منفصل (X)	تلماسه‌های بادی

جدول (۲): مساحت رده های حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی منطقه

درصد فراوانی	مساحت (هکتار)	درجات حساسیت به فرسایش
۰/۱۹	۳۰۱۸/۳۸۸۲	۱
۲/۹۸	۴۶۶۶۲/۲۴۵	۲
۱۱/۹۰	۱۸۶۱۹۲/۱۶	۳
۱/۹۲	۳۰۰۰۵/۹۶۲	۴
۱۹/۴۷	۳۰۴۶۰۸/۰۹	۵
۱۹/۴۷	۳۰۴۵۴۲/۲	۶
۴۰/۳۸	۶۳۱۷۴۳/۱۵	۷
۲/۷۳	۴۲۷۳۴/۱۶۸	۸
۰/۵۷	۸۹۸۱/۶۲۷	۹
۰/۳۸	۵۹۷۹/۰۲۱۸	۱۰

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

نوع بار رسوبی تولیدشده واحدهای سنگی و تاثیرگذار بر بندسار

سازندهای زمین‌شناسی در منطقه طرح از تنوع لیتولوژی برخوردار هستند. سازندهای یاد شده، منشاء بار رسوبی آبراهه‌های اصلی و فرعی حوضه می‌باشند. بار رسوبی انتقال یافته توسط آبراهه‌ها به سه صورت بار محلول، بار معلق و بار کف در مسیر آبراهه‌ها از بالادست حوضه به پایین دست انتقال می‌یابند و بسته به میزان سهم بار معلق تولیدی در هر واقعه سیلاب، اثرات کاهش نفوذپذیری متفاوتی در عرصه‌های پخش به وجود می‌آید. بر اساس نوع لیتولوژی غالب در هر سازند زمین‌شناسی و با توجه به نحوه واکنش لیتولوژی‌های مختلف با جریانات آبی، نوع بار رسوبی تولیدی هر سازند بررسی و نتایج آن در جدول (۳) درج شده است. رسوبات حوضه شامل سه جزء رسوبات معلق، بار کف و بار محلول است. با توجه به وسعت هر یک از واحدهای سنگی منطقه، پتانسیل تولید رسوب به لحاظ بار کف، بار معلق و محلول تعیین گردید.

جدول (۳): نوع بار رسوبی تولیدی توسط واحدهای سنگی منطقه

نوع بار رسوبی	مساحت (هکتار)	درصد فراوانی
بار کف	۶۵۷۳۷۹/۸	۴۲/۰۲
بار کف ریزدانه	۸۳۶۵/۳۰۲	۰/۵۳
بار کف ریز و درشت دانه	۴۷۰۸۹/۰۳	۳/۰۱
بار کف ریز و معلق	۱۱۱۶۴/۴۹	۰/۷۱
بار کف و معلق	۷۱۱۳۰۰/۴	۴۵/۴۷
بار کف ماسه ای	۵۹۷۹/۰۲۲	۰/۳۸
بار معلق	۸۹۸۱/۶۲۷	۰/۵۷
بار معلق و بار کف	۲۲۷۴۶/۵۲	۱/۴۵
بار معلق و بار کف ریز	۳۱۰/۴۰۸۷	۰/۰۲
بار معلق و محلول	۹۱۱۵۰/۳۹	۵/۸۳

بر اساس طبقه‌بندی سازندهای منطقه از نظر رسوب زایی، آن دسته از سازندهایی که بار رسوبی ریزدانه زیادی تولید می‌کنند به عنوان نامناسب برای ایجاد یا گسترش عرصه‌های بندسار شناسایی و معرفی شدند. برای مثال سازندهای مارنی نئوژن منطقه، رسوبات ریزدانه شور تولید می‌کنند که به عنوان سازندهای نامناسب در نظر گرفته شده‌اند زیرا هم کیفیت خاک داخل بندسار را پایین می‌آورند و هم وفور اجزای ریزدانه رسوبی وارد شده به بندسار، سبب کاهش شدید نفوذپذیری خاک عرصه بندسار می‌شود. ضخامت زیاد رسوبگذاری در یک رویداد سیل‌گیری و ایجاد ساختمان لایه‌ای رسوبات با تناوبی از لایه‌های ریز دانه در حد رس در زمان رسوبگذاری، عامل کور شدن عرصه‌های پخش سیلاب و بندسارها ذکر شده است (عرب خدری و همکاران، ۱۳۹۱) و در این تحقیق، طبقات فرسایش پذیری سازندهای زمین شناسی که به نوعی شدت تولید رسوب را بیان می‌کند، تهیه شد (جدول ۲). سازندهای حساس در یک واقعه بارش و وقوع سیلاب، مقادیر رسوب بیشتری به عرصه‌های بندسار وارد می‌کنند و به همین دلیل، گاهی ضخامت رسوبات نهشته شده در اثر یک یا چند واقعه سیل‌گیری به حدی خواهد شد که عمق شخم نتواند بخش ریزدانه ترسیب یافته در لایه‌های بالایی را با لایه‌های درشت دانه‌تر زیرین خاک در هم بیامیزد و به مرور سیستم کارایی خود را به دلیل کاهش نفوذ از دست خواهد داد (شکل ۵) و لذا بر اساس نظر (Medina, 1976) پخش سیلاب در شرایطی قابل توصیه است که ضخامت رسوبات در هر سیل‌گیری کم باشد.

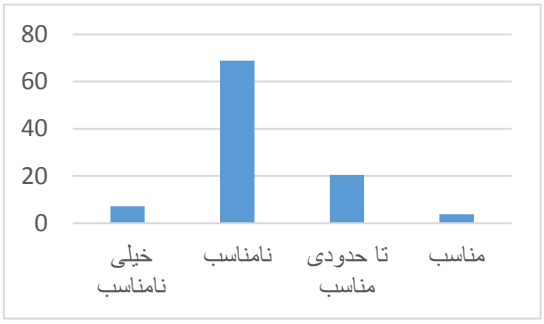
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

شکل (۵): نمونه‌ای از بندسارهای پرشده از رسوب در منطقه تقاب خوسف (عرب‌خدری و همکاران، ۱۳۸۱)

بر این اساس جهت تعیین پتانسیل منطقه برای احداث بندسار، پس از مشخص‌شدن تنوع سازندهای زمین شناسی و تعیین درجات فرسایش پذیری و نوع بار رسوبی تولیدی هر یک، نسبت به تعیین نقش کیفی و کمی آن‌ها برای مکان‌یابی مناطق مستعد اقدام شد. نتایج آن در جدول (۴) و شکل (۶) ارائه شده است.

جدول (۴): مساحت واحدهای سنگی رده‌بندی شده واقع در حوضه بالادست منطقه دشتی و مخروط افکنه‌ای از نظر میزان مناسب بودن برای احداث بندسار

مساحت به هکتار	درجه مناسب بودن
۳۳۹۱۱/۰۱	مناسب
۱۸۴۹۸۹/۴	تا حدودی مناسب
۶۲۳۲۳۶/۵	نا مناسب
۶۴۱۰۷/۸۵	خیلی نا مناسب

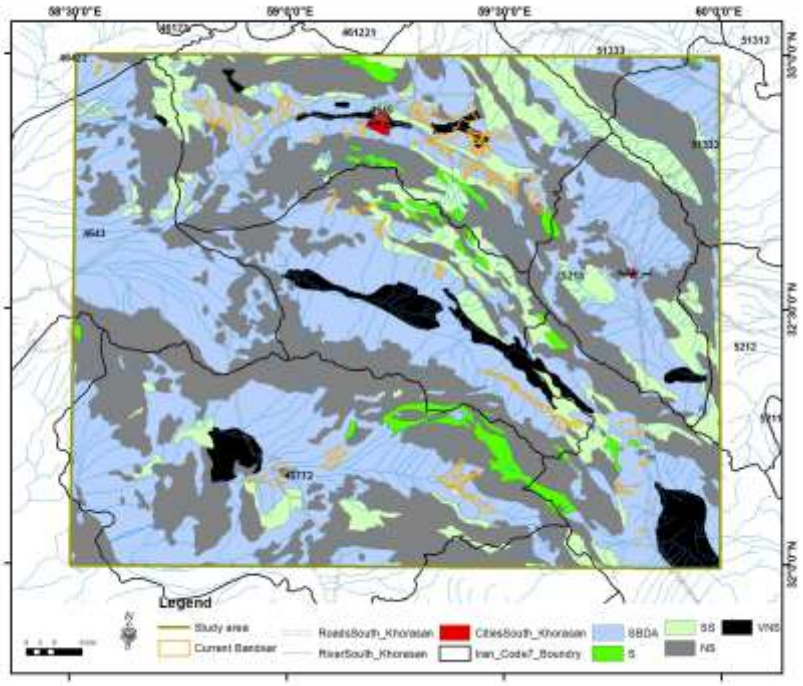


شکل (۶): درصد فراوانی واحدهای سنگی از نظر میزان مناسب بودن برای بندسارهای منطقه

نتایج طبقه‌بندی واحدهای زمین شناسی و درجه تناسب آن‌ها به همراه محدوده نهشته‌های آبرفتی به عنوان بستر ایجاد و توسعه بندسارهای جدید در منطقه مورد تحقیق در شکل (۷) نشان داده شده است. در ضمن بر اساس تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث نیز محدوده‌های ۷۰ بندسار موجود منطقه استخراج و با مرز نارنجی رنگ در این نقشه ارائه شده است. به دلیل گسترده بودن منطقه تحقیق، امکان ارائه مرز حوضه‌های آبریز کوچک‌تر امکان پذیر نبود. برای انتخاب محل ایجاد و توسعه بندسارهای جدید ابتدا باید مرز زیرحوضه آبراهه مورد نظر بسته شود، سپس بر اساس رتبه تناسب واحدهای سنگی حوضه بالادست، زیرحوضه‌هایی انتخاب شود که واحدهای سنگی بالادست، در زمره واحدهای

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

مناسب و تاحدودی مناسب قرار گیرد و از احداث بندسار در مناطق پایین‌دست واحدهای سنگی نامناسب و خیلی نامناسب به شدت پرهیز کرد.



شکل (۷): رتبه‌بندی تناسب واحدهای سنگی مناطق بالادست حوضه عرصه‌های بندسار از نظر کمیت و کیفیت رسوب و رواناب تولیدی: مناسب (S)، تاحدودی مناسب (SS)، نا مناسب (NS) و خیلی نا مناسب (VNS) به همراه محدوده بسترهای آبرفتی ایجاد و توسعه بندسار به رنگ آبی(SBDA). در این نقشه، مرز و کد حوضه‌های تماب با الگوی شبکه آبراهه‌ای ارائه شده است.

بر اساس نظر سایر محققین از جمله عرب‌خدری و همکاران (۱۳۸۱)، بطور کلی بین نفوذپذیری خاک قسمت‌های مختلف یک بندسار، داخل بندسار و زمین شاهد و بندسارهای مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری وجود دارد، که نشان از تأثیر سرعت جریان آب و ویژگی‌های سنگ‌شناسی حوضه‌های بالادست بر تعدادی از خصوصیات خاک نهشته شده دارد. این موضوع با نتایج تحقیق حاضر همخوانی کامل دارد. بر اساس اندازه‌گیری‌های انجام شده توسط عرب‌خدری و همکاران (۱۳۸۱)، کاهش میزان رسوب به میزان ۵ تا ۶ برابر در اثر رسوبگذاری در بندسارها، نقش و اهمیت نوع بار رسوبی تولیدی از واحدهای سنگی حوضه‌های بالادست را تایید می‌کند. بر این اساس در مکان‌یابی عرصه‌های احداث و توسعه بندسار می‌بایست به کمیت و کیفیت رسوب تولیدی از سازندهای زمین شناسی بالادست توجه ویژه‌ای داشت. آن چه که باعث تداوم و استمرار بهره‌برداری از بندسارها می‌شود، ورود رسوب کم در هر واقعه سیل‌گیری و متناسب بودن توزیع اندازه ذرات رسوب ورودی به عرصه از یک سو و تداوم عملیات شخم و کشت و کار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

پردازش تصاویر گوگل ارث منطقه مورد مطالعه، نشان داد که میزان مساحت گستره بندسارهای شناسایی شده منطقه، ۲۴۰۰۰ هکتار است. وسعت مناطق دشتی و مخروط افکنه‌ای منطقه که مکان مناسبی برای توسعه بندسارها هستند به میزان ۶۵۸۲۲۲/۲ هکتار محاسبه شد که حدود ۴۲/۰۷ درصد منطقه را پوشش می‌دهد. با مقایسه این ارقام چنین استنباط می‌شود که تنها ۳/۶۵ درصد از عرصه آبرفتی و دشتی در منطقه تاکنون تحت احداث و بهره‌برداری بندسارها قرار گرفته است. این نتیجه می‌تواند بیانگر دو موضوع مختلف باشد و آن این که بخشی از این به محدودیت

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

منابع آب سیل منطقه بر می‌گردد و موضوع دیگر این که منطقه به لحاظ فیزیوگرافی و گسترش وسیع منطقه دشتی، پتانسیل توسعه عرصه‌های بندسار را دارد. برای پاسخ به دو احتمال یاد شده واحدهای سنگی به لحاظ شدت فرسایش پذیری و نوع بار رسوبی تولیدی، به طبقات مناسب، تاحدودی مناسب، نامناسب و خیلی نامناسب طبقه‌بندی شدند که نتایج آن در جدول (۴) و شکل (۱) ارائه شده است. با توجه به آن، می‌توان دریافت که بیش از ۷۵ درصد سازندهای مناطق بالادست از پتانسیل نامناسب و خیلی نامناسب برخوردارند و تنها ۲۵ درصد نواحی باقی مانده دارای اثرات مثبت برای احداث بندسارها می‌باشند. لذا بایست با در نظر گرفتن عامل زمین شناسی و تلفیق با سایر عوامل از جمله شیب منطقه و میزان وقوع سیلاب آبراهه‌ها نسبت به تعیین مناطق توسعه بندسارها در مرز زیرحوضه‌های آبخیز اقدام جامع به عمل آورد. به بیان دیگر برای احداث هر سیستم بندسار، ابتدا می‌بایست پهنه بالادست عرصه که همان زیرحوضه بالادست است، تعیین گردیده و کلیه خصوصیات زمین شناسی آن اعم از بالادست عرصه و محل احداث بندسار، بررسی و در تلفیق با سایر مولفه‌های اثرگذار مانند میزان و کیفیت رواناب تولیدی حوضه، نسبت به احداث و توسعه بندسارها تصمیم نهایی را اخذ کرد.

منابع

۱. آقا نباتی، ع. (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور
۲. پارس کنسولت (مهندسین مشاور) (۱۳۵۷). گزارش نهایی مطالعات شناسایی منطقه سراوان سازمان هواشناسی کشور، ایستگاه سینوپتیک بیرجند.
۳. پیروان، ح.ر. و م. شریعت جعفری (۱۳۹۲). ارائه روشی جامع برای تعیین فرسایش پذیری واحدهای سنگ‌شناسی با نگرشی بر زمین شناسی ایران، جلد ۵، شماره ۳، نشریه علمی- پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز.
۴. عرب خدری، م.، ا. پرتوی، ک. کمالی، ع.غفاری و ا. سررشته داری (۱۳۸۱). پژوهشی پیرامون تاثیر رسوبگذاری بر بازده نفوذپذیری شبکه‌های پخش سیلاب سنتی (بندسار)، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
۵. عرب خدری، م.، ک. کمالی و م. حسینی (۱۳۹۱). خصوصیات بافتی مواد معلق نهشته شده در سامانه‌های استحصال سیلاب، مشهد، اولین کنفرانس ملی سامانه سطوح آبگیر باران.
۶. عرب‌خدری، م. و ک. کمالی (۱۳۹۶). بندسار: روش سنتی حفاظت خاک و آب برای کشاورزی سیلابی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی.
۷. کمالی، ک.، م. عرب‌خدری، م. اسفندیاری و م. زرین کفش (۱۳۸۹). بررسی تاثیر آبرفت‌های نهشته شده با بر خاستگاه متفاوت بر نفوذ پذیری شبکه‌های سنتی استحصال سیلاب، جلد ۵۸، شماره ۲، مجله منابع طبیعی ایران.
۸. نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهار گوش بیرجند (۱۳۶۹). سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
۹. نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهار گوش قائن (۱۳۶۹). سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.

10. Medina J. *(1976). Harvesting surface runoff and ephemeral stream flow in arid zones*, FAO Solis Bulletin, No. *3, pp. 61-72*

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]

Investigating the geological potential of the Birjand area for establishing and extending flood farms (Bandsar)

Hamid Reza Peyrowan[1] Reza Bayat[2] Mahmood Arabkhedri[3]

[1&3] Associate Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil conservation and watershed management research institute

[2] Assistant Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil conservation and watershed management research institute

Received: 2018/11

Accepted: 2019/05

Abstract

Khorasan Province is one of the areas in which it is not possible to cultivate farmlands because of low rainfall, and hence, flood farms (bandsar in local dialect) are considered an effective traditional method for flood cultivation in the region. We used a geological map of Birjand at a scale of 1: 250,000 to select the study area. This area includes the city of Birjand and numerous population centers such as Sarbisheh, Dastgerd, Hajiabad, Morak, Naferest, Giv, Mazhan, Khosf, Berming, Sarchah Shour, and Sahl Abad. In this research, based on the diversity of geological formations, the degrees of erodibility and the type of sediment load produced by each rock unit were determined. Then, appropriate areas for the development of bandars were located based on the quantitative and qualitative role of geological formations. Based on the processing of Google Earth images from the study area, the area covered by bandsars in the region was calculated to be 24,000 hectares. The plains and alluvial fans of the region, which are potential locations to develop flood farms, are estimated at 658222.2 hectares, covering about 42.07% of the total area. By comparing these figures, it is estimated that only 3.65% of alluvial fans and plains in the region have been under construction and utilization for bandsars. The rock units were classified into appropriate, semi-appropriate, inappropriate and very inappropriate based on the severity of erodibility and the type of sediment load produced. Based on the results, it can be concluded that more than 75% of the formations in the upstream areas have poor potential and only 25% of the remaining districts have the potential for establishment of bandsars. Therefore, considering geology and other factors such as slope and occurrence of flood waters, it is necessary to take comprehensive measures to determine areas suitable for development of bandsars.

Keywords: Erodibility of Formations, Flood irrigation, Sediment load, Site Selection, Traditional Flood Spreading, Water and Sediment Reservoir

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1398.7.2.3.3]