نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۵، بهمن-اسفند ۱۴۰۰، ص. ۱۲۹۹-۱۲۹۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 15, Feb.-Mar. 2022, p. 1291-1299

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی اثرات بندسارهای کوهستانی بر رژیم جریان رودخانه و منابع آب پایین‌دست، مطالعه موردی: حوضه آبریز مرندیز بجستان، استان خراسان رضوی

عطاءاله جودوی[1*]، شیوا قلی زاده سرابی[2]، نجمه مجیدی خلیل‌آباد[3]، میثم مجیدی خلیل‌آباد[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۴

چکیده

در مناطق خشک ایران به‌ویژه در شرق کشور، احداث بندسار یکی از روش‌های مهار و بهره‌برداری از آب‌های سطحی بوده است که معمولاً برای کشت سیلابی استفاده می‌شود؛ اما با وجود گستردگی زیاد این سازه‌ها در بعضی حوضه‌های آبریز کوهستانی، تاکنون مطالعه‌ای در ایران در مورد اثرات بندسارهای کوهستانی بر رژیم جریان رودخانه و دیگر مؤلفه‌های چرخه آب در یک حوضه آبریز صورت نگرفته است. در مطالعه حاضر، اثرات بندسارهای کوهستانی بر جریان رودخانه مرندیز بجستان واقع در جنوب غرب استان خراسان رضوی و اثرات آن بر منابع آب پایین‌دست موردبررسی قرار گرفته است. با توجه به موجود نبودن داده و اطلاعات از بندسارهای این منطقه، به‌وسیله بازدیدهای میدانی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای، بیش از ۱۵۰ بندسار شناسایی شد. مساحت اراضی کشاورزی در پشت بندسارها نیز به همین روش تعیین شد که برابر ۴/۸ کیلومترمربع (۲/۲ درصد از کل مساحت حوضه آبریز موردمطالعه) است. به‌منظور برآورد رواناب حاصل از بارندگی در مقیاس روزانه از روش شماره منحنی (SCS) برای دوره ۹۷-۱۳۷۷ استفاده شد. بر این اساس، متوسط حجم رواناب سالانه در حوضه آبریز رودخانه مرندیز، در حدود ۲/۶ میلیون مترمکعب و متوسط ضریب رواناب سالانه ۱۲/۴٪ برآورد شده است. مقدار حداقل و حداکثر برای ظرفیت ذخیره بندسارها به ترتیب ۰/۹۵ تا ۱/۴۳ میلیون مترمکعب تخمین زده شد که اگر حجم رواناب روزانه بیش از آن باشد، سیلاب می‌تواند به نقطه خروجی حوضه آبریز برسد و وارد دشت شود. نتایج نشان داد در طول ۱۵ سال، حداکثر تعداد ۱۴ سیلاب (۵٪ روزهای دارای رواناب) و حداقل پنج واقعه سیلاب (۲٪ روزهای دارای رواناب) به خروجی حوضه آبریز کوهستانی و دشت رسیده است. در نتیجه کاهش سیلاب‌های ورودی به دشت بر اثر تعدد بندسارهای کوهستانی، باعث کاهش تغذیه آبخوان آبرفتی و شورتر شدن آب زیرزمینی در دشت شده است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی هیدرولوژیکی حوضه آبریز، استحصال آب، بیلان آب، رواناب

مقدمه

اقلیم خشک و بارش‌های پراکنده در بسیاری از مناطق ایران مانند استان‌های شرقی کشور باعث شده است ایرانیان از دیرباز روش‌هایی را برای مهار و بهره‌برداری از آب‌های سطحی ابداع کنند. از جمله این روش‌ها می‌توان به بندسار اشاره کرد که شامل کرت‌های بزرگی هستند که یا اطراف خشکه رودها و یا با بستن مسیر آبراهه‌ها ایجاد و سیلاب و رواناب دامنه‌ها و اراضی مشرف به داخل آن‌ها هدایت شده و معمولاً از این آب برای کشت سیلابی استفاده می‌شود (عرب خدری و کمالی، ۱۳۹۶). محققین، بندسارها را به دو گروه اصلی شامل بندسارهای کوهستانی و بندسارهای دشتی و هر یک از این بندسارها را با توجه به نحوه آبگیری به دو نوع داخل آبراهه و خارج آبراهه تقسیم نموده‌اند (اکبری و همکاران، ۱۳۹۴- عشقی‌زاده و راسخی، ۱۳۹۸).

بر اساس مطالعات پیشین، کارکردهای گوناگونی برای بندسارها عنوان شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به مهار سیلاب برای نفوذ آب در خاک و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و قنوات، استفاده از آبرفت‌های رسوب‌کرده در سطح بندسارها که درواقع همان خاک حاصلخیز شستشو یافته منطقه به‌منظور کشاورزی، مصارف ساختمانی، آجرپزی و سفالگری، کشت صیفی جات و غلات دیم نظیر خربزه، هندوانه، گندم، جو و... و همچنین تأمین موقت آب شرب موردنیاز دام و عشایر از ذخیره آب در بندسارها اشاره کرد (دستورانی، مصطفی، ۱۳۹۸).

عرب خدری و حکیم خانی (۱۳۸۲) نشان دادند که در بعضی

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران
۲- پژوهشگر مرکز پژوهشی آب و محیط زیست شرق (EWERI)، مشهد، ایران
۳- پژوهشگر مرکز پژوهشی آب و محیط زیست شرق (EWERI)، مشهد، ایران
۴- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: tajoodavi@kashmar.ac.ir
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.6.5.5

مناطق میزان قابل‌توجهی از آب واردشده به بندسارها صرف تغذیه آبخوان‌ها می‌شود و در نتیجه آبگیری بندسارها تأثیر مثبتی بر قنات‌ها می‌گذارند. تاجبخش و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی بندسارها در جلگه ماژان (واقع در شهرستان خوسف، جنوب غرب استان خراسان جنوبی) نشان دادند که کشت دیم در بندسارها می‌تواند یک درآمد نسبتاً ثابت و واقعی در منطقه باشد. همچنین تأمین رطوبت به همراه اصلاح فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق نگاهداشت آب، بهینه‌سازی بافت و افزایش مواد آلی و کاهش فاکتورهای شوری از جمله محوری‌ترین کارایی و قابلیت بندسارها در نواحی خشک است که امکان ایجاد واحدهای کوچک کشاورزی در عرصه‌های کم بارور محیطی را فراهم می‌آورد.

همچنین عشقی زاده و راسخی (۱۳۹۸) با بررسی اقتصادی بندسارهای حوضه آبریز کبوتر کوه شهرستان گناباد (استان خراسان رضوی) به این نتیجه رسیدند که متوسط تولید سالانه در واحد هکتار در یک بندسار سنتی ۲,۹ تن و درآمد آن در واحد هکتار ۴۴۱۵۴۰۰۰ ریال در منطقه موردمطالعه بوده است. به عقیده نویسندگان، با توجه به عمر مفید بالا، هزینه نگهداری کم و تعداد زیاد، این سازه‌های سنتی می‌توانند باعث افزایش محصول و رونق اقتصادی در روستاها شده و از مهاجرت آن‌ها به شهرها جلوگیری نمایند.

با وجود فواید و اثرات مطلوبی که برای بندسارها در بسیاری از مناطق ذکر شده است، ابهامات و سؤالاتی نیز از نظر مسائل فنی و حقوقی و همچنین اثرات بندسارها بر چرخه آب در یک حوضه آبریز وجود دارد. برای مثال، عرب خدری (۱۳۹۴) به این مسأله اشاره می‌کند که از نظر مالکیت آب و اراضی، سؤالات حقوقی حل‌نشده‌ای در مورد بندسارها وجود دارد؛ و یا اینکه با احداث بندسارهای جدید در بالادست، در مورد "حقابه" بندسارهای پایین‌دست چگونه باید عمل کرد؟ و آیا اصولاً از نظر قانونی بندسارها حقآبه‌ای دارند؟ همچنین یکی از مهم‌ترین مباحثی که توسط این پژوهشگر مطرح شده است، لزوم رهاسازی بخشی از رواناب برای اهداف زیست‌محیطی مناطق پایین‌تر از بندسارها است که تاکنون مطالعه‌ای در ایران در این مورد صورت نگرفته است.

ازآنجایی‌که احداث بندسارها منجر به تغذیه بیشتر آبخوان از منظر کشاورزان منطقه است درحالی‌که شواهد نشان می‌دهد از اکثر بندسارها برای استحصال آب جهت کشاورزی استفاده شده است لذا در مطالعه حاضر برای اولین بار در ایران، اثرات بندسارهای کوهستانی بر جریان رودخانه و دیگر مؤلفه‌های چرخه آب یک حوضه آبریز و اثرات احتمالی آن بر آبخوان آبرفتی موردبررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

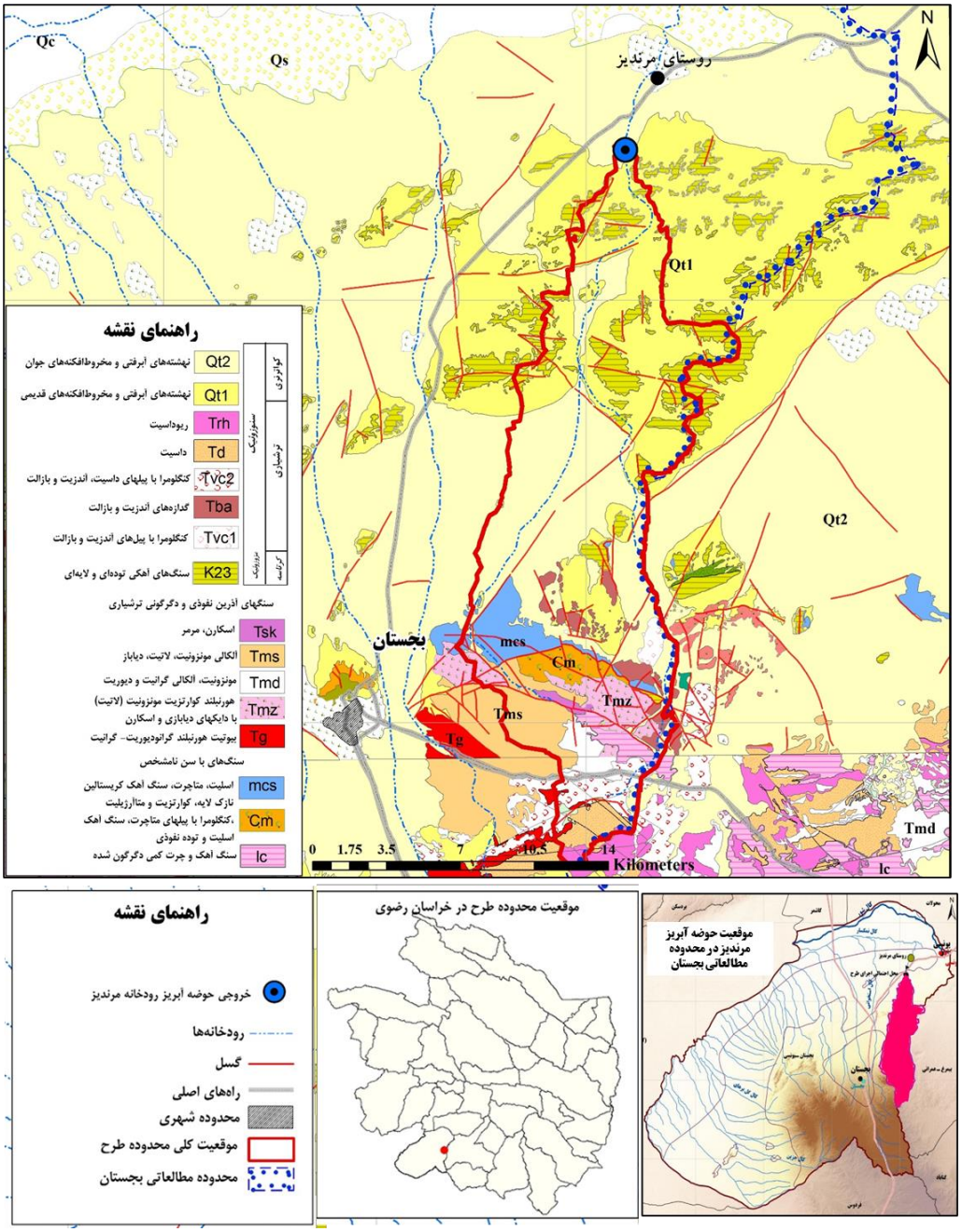
محدوده موردمطالعه در این پژوهش، حوضه آبریز رودخانه مرندیز است که در ارتفاعات محدوده مطالعاتی بجستان (جنوب غرب استان خراسان رضوی) واقع شده است (شکل ۱). رودخانه‌ی مرندیز یک رودخانه‌ی فصلی بوده و پس از خارج شدن از ناحیه کوهستانی و حرکت به سمت شمال به دشت بجستان وارد می‌شود و پس از عبور از نزدیکی روستای مرندیز سرانجام به کال نمک‌سار می‌پیوندد. مساحت حوضه آبریز رودخانه مرندیز ۲۱۶/۴ کیلومترمربع و حداقل و حداکثر ارتفاع آن به ترتیب ۸۵۴ و ۱۷۷۱ متر از سطح دریا می‌باشد.

از نظر زمین‌شناسی، واحدهای آبرفتی شامل مخروط‌ها و تراس‌های جوان (Qt_2) و مخروط‌افکنه‌ها و واریزه‌ها (Qt_1) می‌باشند که با وسعتی بالغ بر ۱۳۰ کیلومترمربع بخش اعظم (۶۰ درصد) محدوده موردمطالعه را در بر گرفته‌اند. علاوه بر رسوبات آبرفتی، در قسمت‌های شمالی سازندهای آهکی کرتاسه گسترش زیادی داشته و در قسمت‌های جنوبی رخنمون سنگ‌های آذرین مشاهده می‌شود (شکل ۱).

در داخل حوضه آبریز موردمطالعه، ایستگاه باران‌سنجی و هیدرومتری وجود ندارد. با توجه به موقعیت ایستگاه‌های فعال در محدوده مطالعاتی بجستان و با توجه به شباهت‌ها از نظر زمین‌شناسی، پوشش، متوسط ارتفاع و... با حوضه آبریز رودخانه مرندیز، ایستگاه باران‌سنجی یونسی به‌منظور بررسی و تحلیل وضعیت بارش در حوضه آبریز موردمطالعه استفاده شده است. بر اساس آمار موجود از این ایستگاه باران‌سنجی، بارش سالانه طی دوره ۹۷-۱۳۷۷، برابر با ۹۱/۸ میلی‌متر است. همچنین لازم به ذکر است که در حوضه آبریز (کوهستانی) رودخانه مرندیز تعداد قابل‌توجهی بندسار برای بهره‌برداری از سیلاب‌ها وجود دارد که اطلاعاتی از تعداد، موقعیت و ویژگی‌های فنی آن‌ها در دست نبود.

با توجه به نبود داده و اطلاعات از سیلاب‌ها و همچنین بندسارها، در این مطالعه به‌منظور ارزیابی اثرات بندسارهای کوهستانی بر مؤلفه‌های چرخه آب حوضه آبریز رودخانه مرندیز، روش‌شناسی ارائه شد که در ادامه تشریح می‌شود. در این روش‌شناسی با بررسی تصاویر ماهواره‌ای، موقعیت بندسارها و مساحت آن‌ها استخراج شد. همچنین مشخصات فنی آن‌ها مانند عمق و وضعیت رسوبات بستر حوضچه‌ها با بازدید میدانی موردبررسی قرار گرفت.

به‌منظور برآورد حجم رواناب (جریان سیلابی) حاصل از بارندگی در مقیاس روزانه از روش شماره منحنی استفاده شد. این روش در سال ۱۹۵۴ توسط سازمان حفاظت خاک (Soil Conservation Service: SCS) پیشنهاد گردید (Chow, 1988). این روش مبتنی بر چهار ویژگی حوضه آبریز شامل نوع خاک (به لحاظ نفوذپذیری و گروه هیدرولوژیکی)، کاربری اراضی و شرایط پوشش گیاهی و وضعیت پیشین رطوبت خاک هست. بدین ترتیب این روش برای محاسبه مقدار رواناب تحت کاربری‌های مختلف اراضی و انواع گوناگون خاک‌ها قابل‌استفاده است. رابطه SCS به‌صورت زیر تعریف شده است:



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز رودخانه مرندیز در استان خراسان رضوی و محدوده مطالعاتی بجستان به همراه نقشه زمین‌شناسی منطقه موردمطالعه

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day}-I_a)^2}{(R_{day}-I_a+S)} \quad (۱)$$

در این معادله، Q_{surf} مقدار تجمعی رواناب یا باران اضافی (بر حسب میلی‌متر)، R_{day} عمق بارش در روز موردنظر (بر حسب میلی‌متر)، I_a مقدار اولیه جذب آب که شامل ذخیره سطحی، جذب توسط تاج پوششی گیاه و نفوذ قبل از ایجاد رواناب می‌شود (بر حسب میلی‌متر) و S نگهداشت سطحی خاک (بر حسب میلی‌متر) می‌باشد.

پارامتر S از نظر مکانی به دلیل تغییر در بافت خاک، کاربری اراضی، مدیریت و تغییر شیب و همچنین به‌طور موقت به دلیل تغییر در مقدار رطوبت خاک تغییر می‌کند. این پارامتر به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است:

$$S = 25.4\left(\frac{1000}{CN} - 10\right) \quad (۲)$$

در معادله فوق، پارامتر CN، شماره منحنی در روز موردنظر می‌باشد. در این مطالعه مقدار جذب اولیه برابر ۰/۰۵ مقدار S در نظر گرفته شد (Yuan et al., 2001; Woodward et al., 2002; USDA N.R.C.S., 2004; Bartlett et al., 2016).

در نتیجه معادله نهایی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0.05S)^2}{(R_{day} + 0.95S)} \quad (۳)$$

بدین ترتیب رواناب تنها زمانی روی می‌دهد که رابطه $R_{day} > I_a$ برقرار باشد. درواقع مقدار CN بیان‌کننده پتانسیل رواناب است و مقادیر آن توسط NRCS (۱۹۷۲، ۱۹۸۶) برای پوشش‌ها و خاک‌های متفاوت در سه شرایط رطوبت پیشین ارائه شده است: ۱= خشک (نقطه پژمردگی)؛ ۲= رطوبت متوسط؛ و ۳= مرطوب (ظرفیت مزرعه).

بر پایه این روش، ابتدا رواناب حاصل از بارندگی در مقیاس روزانه برآورد شد. سپس با توجه به ظرفیت ذخیره بندسارها میزان سیلاب قابل‌کنترل تخمین زده شده و از حجم سیلاب کسر گردید تا میزان جریان سیلابی که می‌تواند به انتهای حوضه آبریز برسد و وارد دشت شود محاسبه شود. در مرحله بعدی به‌منظور بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی در پایین‌دست حوضه آبریز موردمطالعه از اطلاعات دو حلقه چاه مشاهده‌ای "غرب مرندیز" و "جنوب غربی یونسی" مربوط به دشت قاسم‌آباد که نزدیک‌ترین چاه‌های مشاهده‌ای به رودخانه مرندیز می‌باشند استفاده شده است. چاه مشاهده‌ای «غرب مرندیز» با تراز سطح آب زیرزمینی ۷۸۵/۶۵ و عمق آب ۱۲/۲۳ متر (در سال ۱۳۹۸) در فاصله چهار کیلومتری شمال غرب و چاه مشاهده‌ای «جنوب غرب یونسی» با تراز سطح آب زیرزمینی ۷۶۲/۸۸ و عمق آب زیرزمینی ۲۳/۴۶ متر (در سال ۱۳۹۸) در فاصله ۷/۴۴ کیلومتری شمال شرق محل رسیدن رودخانه مرندیز به دشت واقع شده است. همچنین به‌منظور بررسی وضعیت کیفیت آب زیرزمینی در پایین‌دست حوضه آبریز رودخانه، از شش حلقه چاه در این منطقه نمونه‌برداری انجام و نمونه‌ها برای مشخص شدن مشخصات فیزیکوشیمیایی آنالیز شدند.

نتایج و بحث

به‌منظور انجام محاسبات برآورد رواناب حاصل از بارندگی به اطلاعاتی مانند گروه هیدرولوژیکی خاک از نقشه خاک فائو به این منظور استفاده شد. همچنین با بررسی وضعیت پوشش گیاهی و کاربری اراضی مطابق با تصاویر گوگل ارث و بازدید میدانی، پوشش گیاهی منطقه از نوع مرتع فقیر در نظر گرفته شده است. همچنین بر اساس نقشه خاک فائو، سه دسته بافت خاک لومی، لوم رسی و لوم رسی–سیلتی در منطقه شناسایی شد که توسط جداول استاندارد (مهدوی، ۱۳۹۰)، گروه هیدرولوژیکی واحدهای خاک تعیین شد. در نهایت با تلفیق گروه خاک و پوشش گیاهی، مقدار CN از جداول استاندارد موجود (Neitsch et al, 2005) برابر با ۸۸ استخراج شد. در ادامه با در نظر گرفتن مقدار ۰/۰۵S به‌عنوان جذب اولیه رطوبت در خاک، مقدار بارشی که در بیشتر از آن مقدار رواناب رخ خواهد داد، برابر با ۱/۷ میلی‌متر محاسبه شده است.

بر همین مبنا، با استفاده از آمار روزانه بارش در ایستگاه باران‌سنجی یونسی، برای دوره ۲۰ ساله (۹۷–۱۳۷۷) محاسبات رواناب انجام شد و نتایج آن در مقیاس سالانه در جدول (۱) ارائه شده است. مطابق این جدول، متوسط حجم رواناب سالانه در حوضه آبریز رودخانه مرندیز بر اساس روش SCS، در حدود ۲/۶ میلیون مترمکعب و متوسط ضریب رواناب ۱۲/۴٪ برآورد شده است.

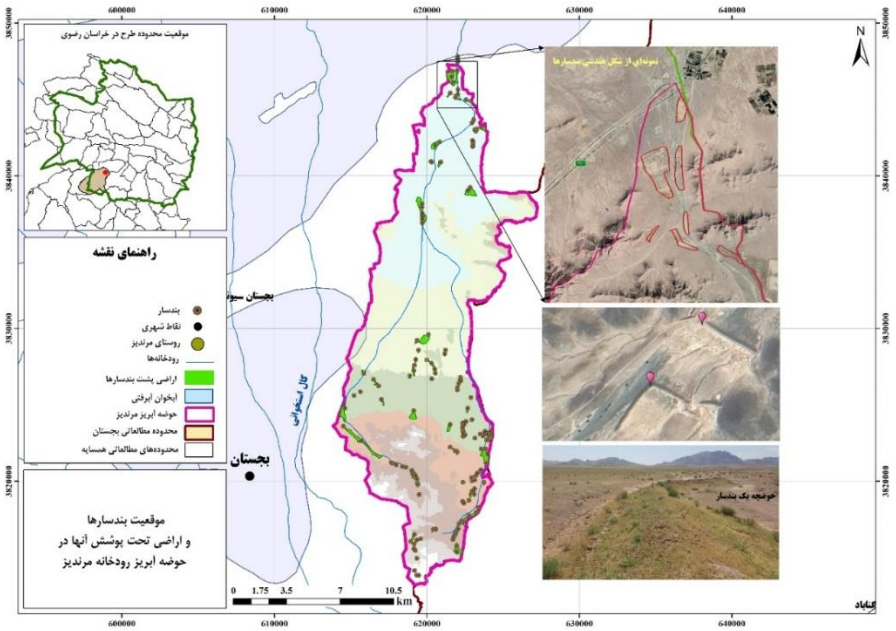
همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در اطلاعات رسمی موجود در شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی در حوضه آبریز رودخانه مرندیز، هیچ سازه آبی ثبت نشده است؛ اما در حوضه آبریز رودخانه مرندیز طی بازدیدهای میدانی انجام شده، تعداد قابل‌توجهی بندسار مشاهده شد. لذا، موقعیت بندسارهای واقع در محدوده طرح بر اساس تصاویر گوگل ارث استخراج شد و مساحت اراضی کشاورزی تحت پوشش آن‌ها محاسبه شد (شکل ۲). با توجه به بررسی‌های انجام‌شده، بیش از ۱۵۰ بندسار در تصاویر ماهواره‌ای تشخیص داده شد و البته تعداد بندسارها بیشتر از این تعداد می‌باشد؛ زیرا در مکان‌هایی که تعداد قابل‌توجهی بندسار کوچک به‌صورت متوالی وجود داشته است، همه در قالب یک نقطه در شکل (۲) نمایش داده شده است.

همچنین مساحت اراضی کشاورزی که در پشت این بندسارها قرار دارند و از همین طریق آب موردنیازشان تأمین می‌گردد نیز در گوگل ارث به‌طور تقریبی استخراج شده است. مساحت این اراضی که در شکل (۲) با رنگ سبز نشان داده شده است، در مجموع تقریباً ۴/۸ کیلومترمربع (۴۸۰ هکتار) هست که نسبت به مساحت کل حوضه آبریز رودخانه مرندیز (۲۱۶/۴ کیلومترمربع)، ۲/۲ درصد از کل مساحت را به خود اختصاص داده‌اند.

با توجه به بازدیدهای میدانی انجام‌شده و داغاب مشاهده‌شده، در مواقع وجود رواناب به‌طور متوسط ارتفاع آب ذخیره‌شده در بندسارها در منطقه بین ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر متغیر است. با توجه به مساحت اراضی تحت پوشش بندسارها، در مجموع بندسارها می‌توانند حجم آبی معادل با حداقل ۰/۹۵ تا حداکثر ۱/۴۳ میلیون مترمکعب را ذخیره نمایند.

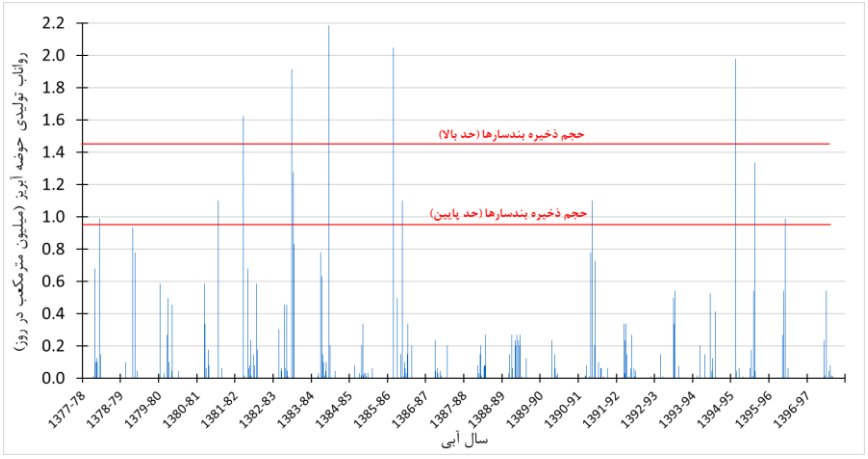
جدول ۱- مقادیر رواناب سالانه به روش SCS در حوضه آبریز رودخانه مرندیز

سال آبی	بارش سالانه (mm)	رواناب سالانه (mm)	رواناب سالانه (mcm)	ضریب رواناب %
۱۳۷۷-۷۸	۹۵	۱۲/۵	۲/۷	۱۳/۱
۱۳۷۸-۷۹	۴۲	۸/۸	۱/۹	۲۰/۹
۱۳۷۹-۸۰	۷۲/۵	۹/۷	۲/۱	۱۳/۴
۱۳۸۰-۸۱	۸۸/۸	۱۱/۶	۲/۵	۱۳/۰
۱۳۸۱-۸۲	۱۵۲/۱	۲۸/۱	۶/۱	۱۸/۵
۱۳۸۲-۸۳	۱۵۵	۳۰/۳	۶/۶	۱۹/۵
۱۳۸۳-۸۴	۱۴۴/۵	۲۱/۴	۴/۶	۱۴/۸
۱۳۸۴-۸۵	۸۴/۵	۴/۸	۱/۰	۵/۶
۱۳۸۵-۸۶	۱۳۷	۲۲/۹	۵/۰	۱۶/۷
۱۳۸۶-۸۷	۴۶	۳/۱	۰/۷	۶/۸
۱۳۸۷-۸۸	۷۳/۳	۴/۷	۱/۰	۶/۴
۱۳۸۸-۸۹	۱۲۱	۱۱/۶	۲/۵	۹/۶
۱۳۸۹-۹۰	۳۸/۵	۲/۷	۰/۶	۷/۰
۱۳۹۰-۹۱	۱۱۴/۵	۱۵/۳	۳/۳	۱۳/۴
۱۳۹۱-۹۲	۹۲	۷/۹	۱/۷	۸/۶
۱۳۹۲-۹۳	۶۵/۹	۷/۶	۱/۶	۱۱/۶
۱۳۹۳-۹۴	۷۴/۶	۷/۰	۱/۵	۹/۴
۱۳۹۴-۹۵	۱۰۶/۵	۲۰/۹	۴/۵	۱۹/۶
۱۳۹۵-۹۶	۷۲	۹/۱	۲/۰	۱۲/۷
۱۳۹۶-۹۷	۶۰/۵	۴/۷	۱/۰	۷/۹
متوسط درازمدت	**۹۱/۸**	**۱۲/۲**	**۲/٦**	**۱۲/٤**



شکل ۲- موقعیت بندسارها در حوضه آبریز رودخانه مرندیز

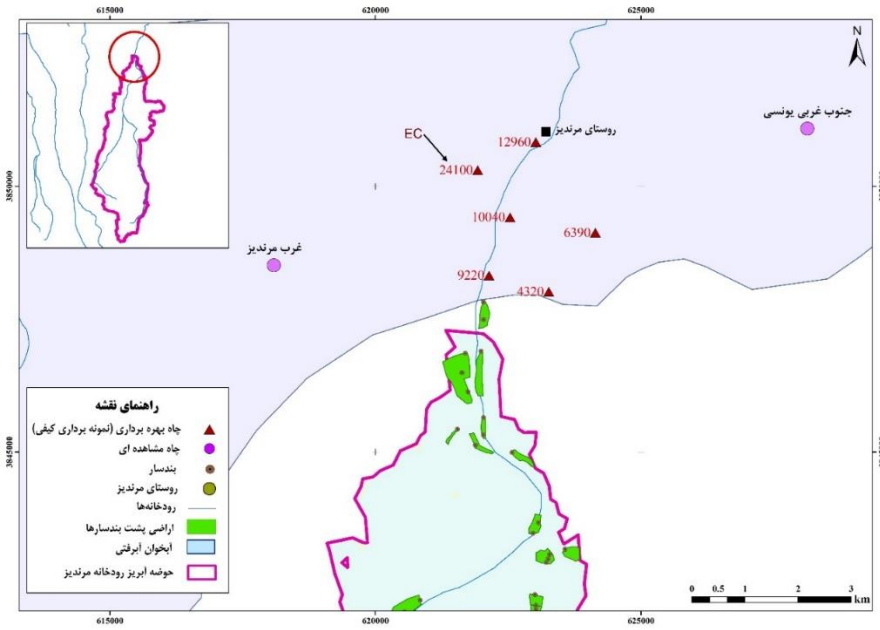
همان‌طور که قبلاً بیان شد، رواناب حاصل از بارندگی رگباری به‌طور روزانه با استفاده از روش شماره منحنی برای منطقه محاسبه شد. با توجه به ظرفیت ذخیره بندسارها چنانچه حجم رواناب در منطقه بیش از حجم ذخیره بندسارها (بین ۰/۹۵ تا ۱/۴۳ میلیون مترمکعب) باشد، مابقی این مقدار می‌تواند از نقطه خروجی حوضه آبریز رودخانه مرندیز به‌صورت سیلاب خارج شود. بر اساس برآوردهای انجام‌شده از مقدار حجم رواناب روزانه در منطقه برای ۲۰ سال (۷۸- ۱۳۷۷ تا ۹۷-۱۳۹۶)، با در نظر گرفتن حداقل ظرفیت ذخیره بندسارها (۰/۹۵ میلیون مترمکعب) تعداد ۱۴ پدیده سیلاب بایستی رخ داده باشد که سیلاب به خروجی حوضه آبریز و دشت برسد. همچنین با در نظر گرفتن حداکثر ظرفیت ذخیره بندسارها (۱/۴۳ میلیون مترمکعب) این تعداد باید پنج واقعه سیلاب بوده باشد (شکل ۳).



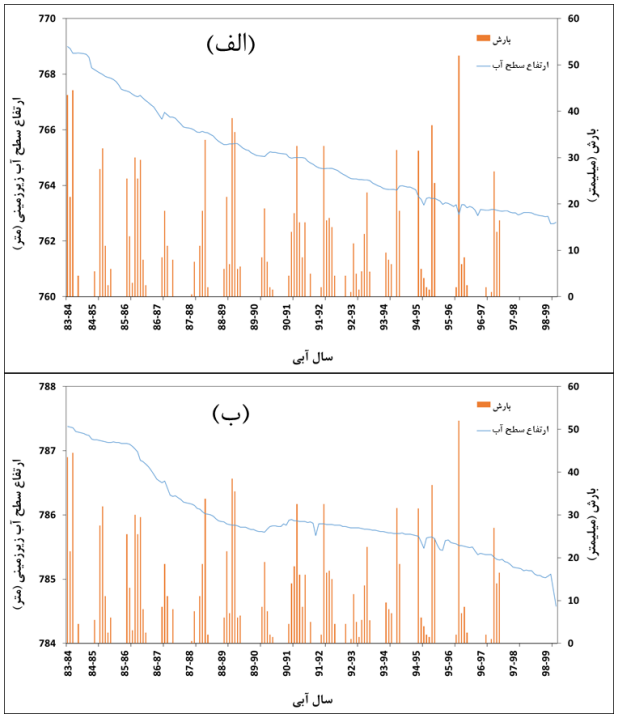
شکل ۳- رواناب روزانه محاسبه‌شده در حوضه آبریز رودخانه مرندیز برای سال‌های آبی ۱۳۷۷-۷۸ تا ۱۳۹۶-۹۷

این محاسبات نشان می‌دهد، بندسارها که در طی سالیان گذشته در جهت مصارف کشاورزی مورد بهره‌برداری اهالی منطقه واقع شده‌اند، تأثیر زیادی بر کاهش رواناب‌های سطحی خروجی از ناحیه کوهستانی دارد. این جریانات سیلابی پس از ورود به دشت می‌توانند باعث تغذیه آبخوان آبرفتی شود. از طرفی دیگر بازدیدهای میدانی نشان داد که بسیاری از حوضچه‌ها دارای رسوبات ریزدانه هستند و میزان نفوذ آب در آن‌ها اندک خواهد بود. در نتیجه بیشتر آب هدایت‌شده به حوضچه‌ها صرف تبخیر و تعرق خواهد شد. از طرفی دیگر، آب‌هایی که در این حوضه کوهستانی نفوذ کنند، به دلیل وجود لایه‌های با نفوذپذیری پایین (آبرفت‌های قدیمی و سنگ آهک) در خروجی حوضه کوهستانی نمی‌توانند وارد دشت شوند و این حوضه آبریز نقش قابل‌توجهی در تغذیه آبخوان آبرفتی از طریق جریان زیرزمینی خروجی ندارد. داده‌های سطح آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای واقع در شکل (۴) نشان می‌دهد در قسمت شرقی آبخوان قاسم‌آباد (پایین‌دست حوضه آبریز مرندیز) جهت عمومی جریان آب زیرزمینی از سمت جنوب به سمت شمال هست یعنی در جهت جریان آب سطحی. این اطلاعات مشخص می‌کند در یک بازه ۱۰ ساله (۹۸-۱۳۸۸) سطح آب زیرزمینی در چاه مشاهده‌ای غرب مرندیز ۰/۱۲ متر و چاه مشاهده‌ای جنوب غربی یونسی ۲/۲۴ متری افت داشته است (شکل ۵). هیدروگراف این چاه‌ها نشان می‌دهد که سطح آب زیرزمینی تحت تأثیر بارش و رواناب‌های حاصل از آن نمی‌باشد (شکل ۵).

نتایج آنالیز کیفی نمونه آب چاه‌های پایین‌دست حوضه موردمطالعه (شکل ۴) نشان می‌دهند هدایت الکتریکی آب زیرزمینی بین ۴۳۲۰ تا ۲۴۱۰۰ (با میانگین ۱۱۱۷۲) میکرو موس بر سانتیمتر متغیر است. آبخوان در این ناحیه ریزدانه بوده و دبی چاه‌ها عموماً کمتر از ۵ لیتر بر ثانیه است. شوری زیاد آب زیرزمینی در این مناطق و ریزدانه بودن آبخوان تأیید می‌کند که در حال حاضر جریان‌های زیرسطحی و سیلابی (کنترل‌شده توسط بندسارها) رودخانه مرندیز تأثیر زیادی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در آبخوان آبرفتی ندارند.



شکل ٤- موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای و نمونه‌برداری کیفی در پایین‌دست حوضه آبریز رودخانه مرندیز



شکل ٥- تغییرات سطح آب زیرزمینی در چاه مشاهده‌ای جنوب غربی یونسی (الف) و چاه مشاهده‌ای غرب مرندیز (ب) نسبت به بارش

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، روش‌شناسی برای بررسی اثرات بندسارهای کوهستانی بر جریان رودخانه مرندیز بجستان واقع در جنوب غرب استان خراسان رضوی و اثرات آن بر منابع آب پایین‌دست ارائه و بکار گرفته شد. نتایج نشان داد وجود بندسارها باعث می‌شود حداکثر در پنج درصد مواقع که بارش روزانه به حدی است که در حوضه آبریز رواناب تولید شود، سیلاب از حوضه آبریز رودخانه مرندیز خارج و به دشت قاسم‌آباد (مرندیز) وارد می‌شود. در بقیه موارد رواناب تولیدی در داخل حوضه آبریز توسط بندسارها جذب می‌شود. از طرفی بررسی اجمالی هیدروژئولوژی نشان داد که رودخانه مرندیز محل تغذیه

آبخوان آبرفتی بوده و کیفیت آب زیرزمینی در جهت حرکت آب سطحی و جهت جریان آب زیرزمینی در دشت (جنوب به شمال) افزایش می‌یابد. افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان قاسم‌آباد (مرندیز) و کاهش سیلاب‌ها باعث کاهش تغذیه آبخوان و شورتر شدن آب زیرزمینی در دشت می‌شود.

بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد گسترش بندسارها محدود به حوضه آبریز مرندیز نبوده و در ارتفاعات بجستان، یونسی، گناباد و فردوس گسترش دارد. همچنین زمان ایجاد اکثر بندسارها به بیش از ۱۵ سال قبل بر می‌گردد. در نتیجه، بندسارهای کوهستانی (با توجه به توان آبگیری و انجام کشت در آن‌ها) می‌توانند باعث کاهش آب ورودی به دشت و کاهش تغذیه آبخوان‌های آبرفتی شوند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مدیریت فنی آب شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و شرکت مهندسین مشاور تاوآب توسعه فلات شرق جهت فراهم آوردن داده و اطلاعات لازم قدردانی می‌گردد.

منابع

اکبری، م. دستورانی، م. ت. و عباسی، ع. ا. ۱۳۹۴. بررسی ساختار بندسارها به‌عنوان سازه‌های سنتی استحصال آب باران در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: منطقه جنوب سبزوار)، چهارمین همایش بین‌المللی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.

عرب خدری، م. و کمالی، ک. ۱۳۹۶. بندسار: روش سنتی حفاظت خاک و آب برای کشاورزی سیلابی. نشر مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی.

عرب خدری، م. و حکیم خانی، ش. ۱۳۸۲. بررسی رابطه دو فن‌آوری باستانی بیابان‌زدایی: بندسار و قنات. تحقیقات جغرافیایی، ۱۸ (۲): ۶۱-۴۹.

عرب خدری، م. ۱۳۹۴. برخی مسائل فنی و حقوقی در رابطه با بندسار، چهارمین همایش بین‌المللی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.

دستورانی، م. ۱۳۹۸. استفاده از سطوح خیابان و معابر برای استحصال آب باران در مناطق خشک و نیمه‌خشک (شهرستان سبزوار)،اولین همایش ملی راهبردهای سازگاری با کم‌آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، سبزوار.

تاجبخش، س. م. بگیان کوله مرزی، ب. و میرزایی، ع. ب. ۱۳۹۸. بندسارها روشی مناسب برای زراعت سیلابی (مطالعه موردی: جلگه ماژان)، هشتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.

عشقی‌زاده، م. و راسخی، م. ر. ۱۳۹۸. بررسی اقتصادی بندسارهای سنتی شهرستان گناباد (منطقه موردمطالعه: حوزه آبخیز کبوتر کوه شهرستان گناباد)، هشتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران، مشهد.

مهدوی، م. ۱۳۹۰. هیدرولوژی کاربردی، جلد ۲، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران.

Bartlett, M.S., Parolari, A.J., McDonnell, J.J. and Porporato, A. 2016. Beyond the SCS-CN method: A theoretical framework for spatially lumped rainfall-runoff response, Water Resour. Res. 52: 4608–4627.

Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W., 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill Science/Engineering/Math.

Javan, K., Azizzadeh, M.R. and Yousefi, S. 2016. An Investigation and assessment of meteorological drought in Lake Urmia Basin using drought indices and probabilistic methods. Natural Environment Change. 2(2): 153-164.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R. and Williams, J.R. 2005. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation, Version 2005, Temple, Texas, USA.

USDA: National Resources Conservation Service, 2004. National Engineering Handbook: Part 630—Hydrology, U.S. Dep. of Agric. Nat. Resour. Conserv. Serv., Washington, D. C.

Woodward, D. E., Hawkins, R., Hjelmfelt, A., Van Mullem, J. and Quan Q. 2002. Curve number method: Origins, applications, and limitations, paper presented at US Geological Survey Advisory Committee on Water Information—Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, July, US Geological Survey Advisory Committee on Water InformationSecond Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas, Nev.

Yuan, Y., Mitchell, J., Hirschi, M. and Cooke, R. 2001. Modified SCS curve number method for predicting subsurface drainage flow, Trans. ASAE, 44(6): 1673–1682.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 15, Feb.-Mar. 2022, p. 1291-1299

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۵، بهمن-اسفند ۱۴۰۰، ص. ۱۲۹۹-۱۲۹۱

Assessing the Effects of Mountainous Bandsars on River Flow Regime and Downstream Water Resources, Case Study: Marandiz River Basin, Razavi Khorasan Province, Iran

A. Joodavi[1]*, Sh. Gholizade Sarabi[2], N. Majidi[3], M. Majidi[4]
Recived: Jul.01, 2021 Accepted: Aug.15, 2021

Abstract

In the arid regions of Iran, especially in the east of the country, the construction of Bandsar has been one of the methods of runoff harvesting, which is usually used for flood cultivation. However, despite the large extent of these structures in some mountainous catchments, so far, no study has been done in Iran on the effects of mountainous Bandsars on the river flow regime and other components of the water cycle in a catchment. In the present study, the effects of mountainous Bandsars on the Marandiz river, located in the southwest of Razavi Khorasan province, and its effects on downstream water resources have been investigated. Based on field studies and satellite images more than 150 Bandsars were identified in the study area. The area of agricultural lands behind the Bandsars was determined based on satellite images, which is equal to 4.8 km^2 (2.2% of the total area of the river basin). In order to estimate the runoff from rainfall on a daily basis, the Curve Number Method (SCS) was used for the period 1998-2018. The average annual runoff volume in the Marandiz river basin was estimated about 2.6 MCM and the average annual runoff coefficient was estimated as 12.4%. The minimum and maximum storage capacity of the Bandsars (SCB)were estimated to be 0.95 to 1.43 MCM, respectively. If the daily runoff volume is more than SCB, the flood can reach the watershed-outflow point and enter the downstream plain. The results showed that a maximum and minimum numbers of floods reached the watershed-outflow point were 14 (5% of days with runoff) and five floods (2% of days with runoff) during the 15-year period. Therefore, the mountainous Bandsars in the Marandiz river basin have been reduced significantly the floods entering the downstream plain which has resulted in a decrease in the downstream alluvial aquifer recharge and increasing the groundwater salinity.

Keywords: River Basin Assessment, Runoff, Water balance, Water Harvesting

1- Assistant Professor, Department of Water Engineering, Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran
2- Researcher, East Water and Environmental Research Institute (EWERI), Mashhad, Iran
3- Researcher, East Water and Environmental Research Institute (EWERI), Mashhad, Iran
4- Assistant professor, Department of Water Engineering, Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran
(*- Corresponding Author Email: atajoodavi@kashmar.ac.ir)