دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

بررسی تاثیر پخش سیلاب بر آبدهی قنوات با استفاده از شاخص دبی استاندارد شده (مطالعه موردی : قنوات منطقه میانکوه مهریز)

محمدرضا فاضل پور عقدائی[۱]، حسین ملکی نژاد[۲]، محمدرضا اختصاصی[۳] و جلال برخورداری[٤]

۱- دکتری آبخیزداری، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری یزد، (نویسنده مسوول: fazelpoor_reza@yahoo.com)
۲ و ۳- دانشیار و استاد، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد
۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان یزد
تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۱۰

چکیده

مهار سیلاب‌ها، تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و کوشش در بهینه‌سازی بهره‌وری از منابع طبیعی از مهمترین اقداماتی است که در پخش سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک صورت می‌گیرد. در این پژوهش تأثیر پخش سیلاب میانکوه مهریز استان یزد بر آبدهی قنوات پایین دست بررسی شد. برای این منظور آمار دبی قنوات از سال ۱۳۷٦ تا ۱۳۹۲ جمع‌آوری و شاخص دبی استاندارد شده محاسبه شد. همچنین میزان حجم سیلاب ورودی به عرصه آبخوان و آمار بارندگی منطقه جهت محاسبه شاخص بارش استاندارد در نظر گرفته شد. همبستگی بین شاخص دبی استاندارد شده و شاخص بارش استاندارد و حجم سیلاب استخراج گردید. همچنین نظرات بهره‌بردان نیز توسط پرسشنامه‌های طراحی شده‌ای جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که شاخص دبی استاندارد شده بعد از پخش سیلاب و همزمان با ترسالی افزایش داشته است. ولی تفکیک سهم هرکدام در این افزایش مشخص نبود. همچنین همبستگی بین شاخص دبی استاندارد شده با شاخص بارش استاندارد با تاخیرهای زمانی یک ساله، ۳ ماهه و ٦ ماهه در قنوات مختلف در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. حدود ۲۸ درصد بهره‌برداران تاثیر پروژه را زیاد و ٤۳ درصد خیلی کم و بقیه تاثیر پروژه بر آبدهی قنوات را متوسط ارزیابی نمودند.

واژه‌های کلیدی: آبخوان، تغذیه، دبی، سیلاب، یزد

مقدمه

پخش سیلاب در مخروط افکنه‌های خروجی حوزه‌ها با هدف بهره‌برداری از سیلاب‌ها که عموماً وقوع ناگهانی غیر قابل اجتناب دارند، روش مناسب جهت بهره‌برداری و ذخیره آب ناشی از سیلاب خشکه رودها و رودخانه‌های فصلی و همچنین جریان مازاد رودخانه‌های دائمی تحت مدیریت می‌باشد. مهار سیلاب‌ها، تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها و کوشش در بهینه سازی بهره‌وری از منابع طبیعی از مهم‌ترین اقداماتی است که در پخش سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک صورت می‌گیرد (۱۰). این روش یکی از روش‌های ارزان قیمت و سریع بهره‌برداری و کنترل سیل است که توسط مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری توسعه یافته و به صورت تحقیقاتی در ۳۷ نقطه کشور اجرا شده است (۱۷). از اهداف اصلی پروژه‌های پخش سیلاب تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد. به منظور ارزیابی تاثیر این پروژه‌ها بر منابع آب زیرزمینی تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. دادرسی (۳) در تحقیقی محدودیت‌های منابع آب در شهرستان سبزوار و عملکرد یکی از شبکه‌های پخش سیلاب با هدف تغذیه سفره آب زیرزمینی و استفاده بهینه از آب‌های منطقه، را بررسی کردند. حجم آب نفوذ یافته در سفره طی سالیان پس از اجرای طرح و کیفیت آب چاه‌های منطقه در اثر پخش سیلاب با استفاده از بررسی‌های میدانی و تجزیه و تحلیل داده‌های موجود و کسب اطلاعات محلی بررسی گردید و عملکرد سالانه و مشکلات بهره‌برداری از آن مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش کمّی و کیفی آب به لحاظ عملیات پخش سیلاب، اثرات مثبت خود را بر روی تأمین آب شرب، افزایش پوشش گیاهی و بهبود اکوسیستم منطقه بجا گذاشته و خواهد توانست خشکسالی‌های مکرر و محدودیت‌های منابع آب در شهرستان را کاهش دهد. شریفی و مهدیان (۱۶) در بررسی‌های خود بر روی طرح پخش سیلاب سبزوار نشان دادند که این طرح ۴ بار آبگیری شده است و حجم سیلاب نفوذ داده شده در حدود ۱۰ میلیون متر مکعب برآورد شده که باعث بهبود کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی مناطق پایین دست گردیده است به طوری که افت سفره از ۴۵ سانتی متر در سال ۷۶ به ۲۳ سانتی‌متر در سال ۷۷ کاهش یافته است.

خلجی (۹) اثرات طرح‌های پخش سیلاب بر آب‌های زیرزمینی را بررسی نموده و نشان داد که پس از اجرای طرح‌ها، اثر آبگیری طرح‌ها باعث افزایش هیدروگراف دشت شده است. همچنین عمق آب در پیزومترها و کیفیت آب قنات‌های پیرامون طرح افزایش یافته است. نتایج نشان‌دهنده اثر مثبت این طرح‌ها بر وضعیت منابع آب زیرزمینی منطقه می‌باشد. به گونه‌ای که هیدروگراف کل دشت دو سال پس از اجرای طرح‌ها افزایشی در حدود ۴ متر داشته و کیفیت آب بهبود یافته است. سنجری (۱۴) در تحقیقی با عنوان بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی آبخوان پسکوه سراوان تأثیر این طرح آبخیزداری را مثبت ارزیابی نمودند.

بیات موحد و شامی (۱) تأثیر پخش سیلاب دشت سهرین – قره چیان زنجان را بر منابع آب زیرزمینی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آب قنات بر اثر ورود سیلاب به عرصه پخش افزایش یافته است. شمشیری (۱۵) تأثیر پخش سیلاب را بر کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه طغرود قم بررسی و به این نتیجه رسید که پخش سیلاب باعث

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

افزایش دبی قنوات و سطح آب چاه‌ها و افزایش محصولات کشاورزی و کاهش مهاجرت شده است.

کتیبه و حافظی (۸) با بکارگیری مدل Modflow مدیریت بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و عملکرد طرح تغذیه مصنوعی (پخش سیلاب) دشت آب باریک بم را بررسی کردند. مطالعات آن‌ها نشان داد که روند افت علی رغم شروع بکار طرح تغذیه مصنوعی ادامه خواهد داشت. هم‌چنین شبیه‌سازی نشان داد که در اثر طرح پخش سیلاب به طور متوسط طی ۳ سال به میزان ۱۲/۶ میلیون مترمکعب به آب آبخوان افزوده گردید. میراب و همکاران (۱۲) به بررسی تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات کمّی آب‌های زیرزمینی در ایستگاه آبخوان شهید هادی احمدی تهران، پرداختند. نتایج نشان داد که پخش سیلاب موجب کاهش روند افت در چاه‌های پیزومتر پایین دست عرصه گردیده است. نحوی‌نیا (۱۳) تغذیه مصنوعی را باعث جلوگیری از تهدید و تخریب اراضی کشاورزی و اماکن مسکونی توسط سیلاب دانست. هدایت آب به مخروطه افکنه‌ها جهت تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و افزایش سطح پیزومتریک آب‌های زیرزمینی دلگرمی کشاورزان را در پی داشته است. هاشمی و همکاران (۶) در تحقیقی به ارزیابی پروژه پخش سیلاب بر روی آبخوان دشت قوشه دامغان پرداختند. آن‌ها به منظور ارزیابی مدیریت سیلاب و نقش آن در وضعیت آب زیرزمینی منطقه آمار و اطلاعات ۳ حلقه چاهک پیزومتری که در نزدیکترین منطقه پایین دست و مجاور عرصه پخش سیلاب وجود داشت و همچنین سه حلقه چاه پیزومتری دیگر استفاده نمودند. نتایج نشان داد که میانگین افت ماهانه در یکی از چاه‌های پیزومتری پس از اجرای پروژه پخش سیلاب به میزان ۲۵/۱۱ درصد کاسته شده است.

ویس‌کرمی (۱۸) تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت کوهدشت لرستان را بررسی کردند. برای این تحقیق آمار و اطلاعات موجود شامل بارندگی، سطح سفره آب زیرزمینی و میزان بهره‌برداری یک دوره آماری ۱۰ ساله (پیش و پس از اجرای عملیات پخش سیلاب) گردآوری و ارزیابی شد. برای مقایسه این سه متغیر نخست آزمون نرمال بودن داده‌ها صورت گرفت و بعد از آن تمامی داده‌ها استاندارد شدند. نتایج بدست آمده نشان داد که پیش از پخش سیلاب (تا سال ۷۶–۷۵) تغییرات سطح سفره آب زیرزمینی تابع میزان بهره‌برداری بوده و روندی کاهشی داشته است، با اجرای طرح پخش سیلاب این روند کاهشی متوقف شده و سطح آب زیرزمینی افزایش داشته است.

بوری و همکاران (۲) اثرات سی‌ساله یک طرح تغذیه مصنوعی را در تبولیا مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که این طرح شرایط کیفی و کمی آبخوان را بهبود بخشیده است.

هاشمی و همکاران (۷) در مطالعه‌ای به بررسی نقش تغذیه مصنوعی (سیستم پخش سیلاب) در تعادل و تغذیه آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌سازی پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که سیستم پخش سیلاب می تواند از چند صد هزار مترمکعب تا ۴/۵ میلیون مترمکعب در سال‌های خشک و بارانی به سفره آب زیر زمینی تزریق نماید و یک راهکار کارآمد برای افزایش منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد.

با توجه به اینکه ارزیابی کاملی از تاثیر پروژه پخش سیلاب بر آبدهی قنوات پایین دست منطقه انجام نشده است، در این تحقیق تاثیر پروژه پخش سیلاب میانکوه مهریز استان یزد بر آبدهی قنوات پایین دست بررسی گردید. تا ضمن ارزیابی عملکرد اینگونه پروژه ها در مناطق خشک بتوان راهکارهایی جهت افزایش راندمان و زمینه بهره‌برداری بیشتر از آنها را فراهم نمود.

مواد و روش‌ها

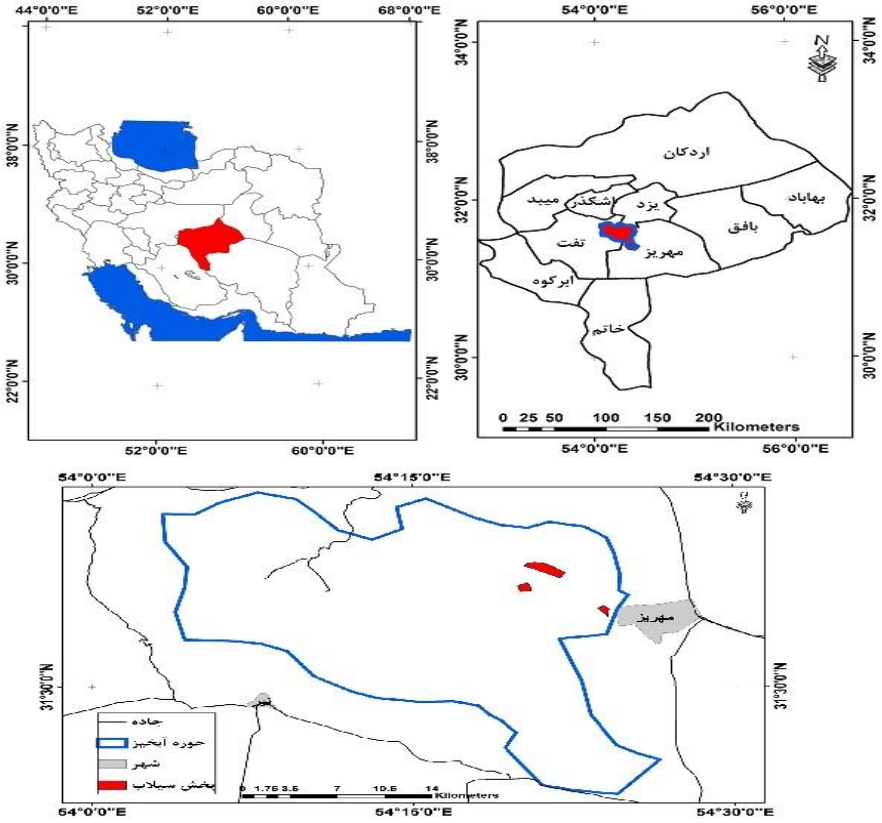
منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز میانکوه یکی از زیرحوزه‌های حوزه اصلی دشت یزد اردکان می‌باشد. این حوضه در مختصات جغرافیایی ۰۳′ ۵۴° تا ۲۵′ ۵۴° طول شرقی و ۲۶′ ۳۱° تا ۴۳′ ۳۱° عرض شمالی در جنوب‌غربی استان یزد و شمال غرب شهرستان مهریز واقع شده است (شکل ۱). این حوضه دارای مساحت حدود ۶۳۳۰۰ هکتار است که حدود ۵ درصد حوضه بزرگ دشت یزد اردکان را تشکیل می‌دهد. حداقل ارتفاع این حوزه ۱۵۳۰ متر و حداکثر آن ۴۰۴۴ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارش سالانه آن ۲۰۵ میلی‌متر و حداکثر آن در ارتفاعات شیرکوه ۳۹۷ میلیمتر است. درحوضه میانکوه بیست تیپ گیاهی تشخیص داده شده که متوسط درصد پوشش آن‌ها از حداقل ۶ درصد تا حداکثر ۳۴ درصد متغیر است. از نظر زمین‌شناسی کوه‌های محاط بر منطقه شامل گرانیت شیرکوه متعلق به ژوراسیک و آهک و شیل متعلق به کرتاسه می باشد. سازند شیل دره زنجیر مربوط به کرتاسه سنگ کف سفره شناخته شده است. سفره آب زیر زمینی در رسوبات آبرفتی که ضخامت آن گاهی به بیش از صد متر می‌رسد، قرار دارد.

معرفی سیستم پخش سیلاب میانکوه مهریز

پخش سیلاب اجرا شده در خروجی حوزه میانکوه و با وسعت ۲۷۰ هکتار با ۳ سایت اجرایی شامل سایت‌های فخرآباد، قنات زنبیل و تنگ لابید می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Location of the study area

برای بررسی نقش سیستم پخش سیلاب بر آب‌های زیرزمینی مناطق همجوار از شاخص دبی استاندارد شده قنوات (۵) به شرح رابطه ۱ استفاده شد.

رابطه (۱)
$$SDI = \frac{Q_i - \bar{Q}}{\sigma}$$

که در این فرمول Q_i: دبی اندازه‌گیری شده، $\bar{Q}$: متوسط دبی و σ انحراف معیار داده‌ها می‌باشد.

همچنین به منظور بررسی تاثیر ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها بر وضعیت آب‌های زیرزمینی منطقه از نمایه بارندگی استاندارد (SPI)[1] استفاده شد. به این منظور بارندگی بلند مدت منطقه مورد مطالعه به صورت ماهانه و سالانه جمع‌آوری شد و شاخص بارش استاندارد از رابطه ۲ محاسبه گردید.

رابطه (۲)
$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{\sigma}$$

که در آن P_i: بارش سالانه، $\bar{P}$: متوسط بارش و σ انحراف معیار داده‌ها می‌باشد.

مقادیر مثبت این نمایه نشان‌دهنده بارندگی بیشتر از متوسط و مقادیر منفی آن معنای عکس دارد. طبق این روش خشکسالی هنگامی اتفاق می افتد که SPI به طور مستمر منفی و هنگامی پایان می‌یابد که میزان آن مثبت گردد. شدت و تداوم خشکسالی‌های اقلیمی در مقیاس‌های کوتاه مدت و خشکسالی‌های آب شناختی در مقیاس‌های بلند مدت توسط این نمایه برآورد می‌شود. طبقات مختلف SPI بر اساس طبقه‌بندی مک‌کی (۱۱) در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- طبقه‌بندی شاخص SPI

Table 1. Classification of the SPI Index

مقادیر SPI	طبقه بندی خشکسالی و ترسالی
SPI ≥2.00	ترسالی بسیار شدید
1.50< SPI ≤2.00	ترسالی شدید
1.00< SPI ≤1.50	ترسالی متوسط
-1.00 < SPI ≤ 1.00	نزدیک به نرمال
1.50− < SPI ≤ 1.00−	خشکسالی متوسط
2.00− < SPI ≤ 1.50−	خشکسالی شدید
- 2.00 > SPI	خشکسالی بسیار شدید

1- Standard Precipitation Index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

به منظور بررسی نظرات بهره‌برداران از قنات‌های منطقه پرسشنامه‌هایی تهیه گردید. با توجه به تعداد بهره‌بردار قادر به پاسخگویی برای تعیین حجم نمونه (تعداد پرسشنامه‌ها) از فرمول کوکران (رابطه ۳) استفاده گردید:

رابطه (۳)

$$n = \frac{N(ts)^2}{Nd^2 + (ts)^2}$$

N: جامعه آماری، n: نمونه آماری، t: سطح اطمینان (t = ۱/۹۶)، s: بالاترین انحراف معیار که از طریق آزمون مقدماتی به دست می‌آید. d: درجه دقت احتمالی مطلوب می‌باشد. با توجه به محاسبه انجام شده تعداد پرسشنامه تهیه شده برای منطقه مورد مطالعه ۹۸ عدد می باشد. روائی ظاهری[1] پرسشنامه توسط جمعی از متخصصان آبخیزداری و منابع طبیعی مورد بررسی قرار گرفت و اصلاحات لازم صورت پذیرفت. آزمون راهنما[2] با جامعه آماری با تعداد ۱۰ پرسشنامه صورت پذیرفت و با داده های کسب شده و با استفاده از فرمول ویژه آلفای کرونباخ در نرم افزار افزار SPSS[3]، اعتبار پرسشنامه (پایایی) به دست آمد. به منظور کمی نمودن پرسشنامه‌ها بر مبنی طیف لیکرت، از ۱= خیلی زیاد تا ۵= خیلی کم طراحی گردید.

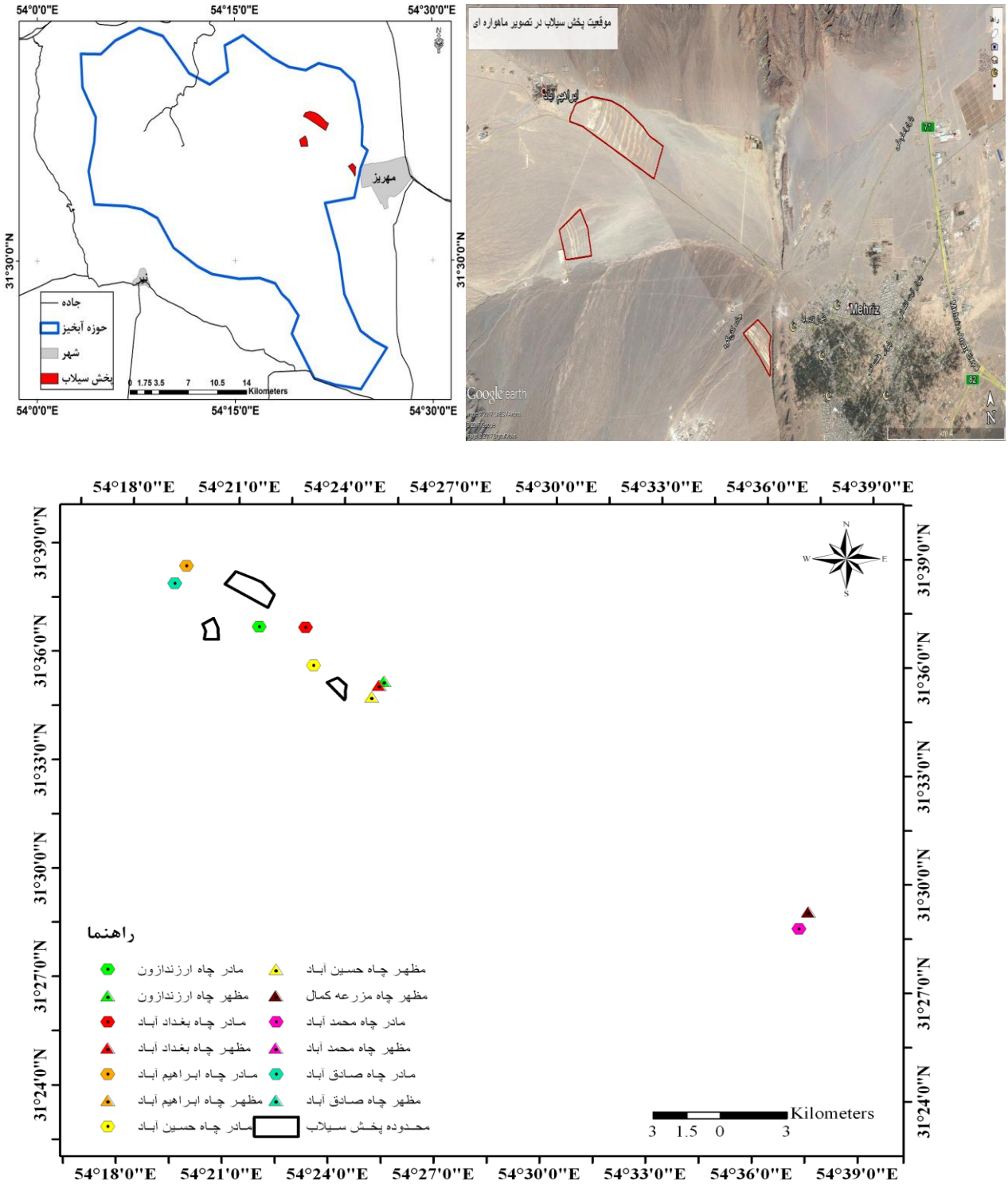
موقعیت مادر چاه و مظهر قنوات مورد بررسی نسبت به محل اجرای پروژه پخش سیلاب در منطقه به صورت شکل ۲ نشان داده شد. به منظور بررسی تاثیر خشکسالی و ترسالی بر وضعیت آبدهی قنوات شاخص بارش استاندارد برای منطقه مورد مطالعه با استفاده از آمار نزدیکترین ایستگاه به حوزه (ایستگاه مهریز) استفاده گردید. شکل ۳ وضعیت شاخص بارش استاندارد را برای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

با استفاده از آمار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد نمودار زمان و حجم سیلاب ورودی به عرصه پخش سیلاب میانکوه مهریز ترسیم که در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به آمار دبی‌های قنوات مورد بررسی شاخص دبی استاندارد شده به صورت سالانه و ماهانه ترسیم شد.

به منظور بررسی رابطه حجم سیل‌گیری (اثر پروژه پخش سیلاب) و خشکسالی- ترسالی بر روی شاخص مورد نظر حجم سیل ورودی به عرصه پخش سیلاب و شاخص بارش استاندارد نیز به صورت سالانه و ماهانه محاسبه و بر روی نمودار دبی استاندارد شده اضافه گردید. به منظور بررسی همبستگی بین داده‌های دبی استاندارد شده قنوات با حجم سیل و شاخص بارش استاندارد از آزمون پیرسون استفاده شد. همچنین با توجه به تاخیر زمانی تاثیر پروژه بر روی آبدهی قنوات و نیز تاخیر زمانی ترسالی و خشکسالی بر وضعیت آب زیر زمینی تاخیرهای ۱ و ۲ ساله برای بررسی سالانه و ۳، ۶ و ۱۵ ماهه در بررسی ماهانه به‌کار گرفته شد.

1- Face validity
2- Pilot test
3- Statistical Package in Social Science

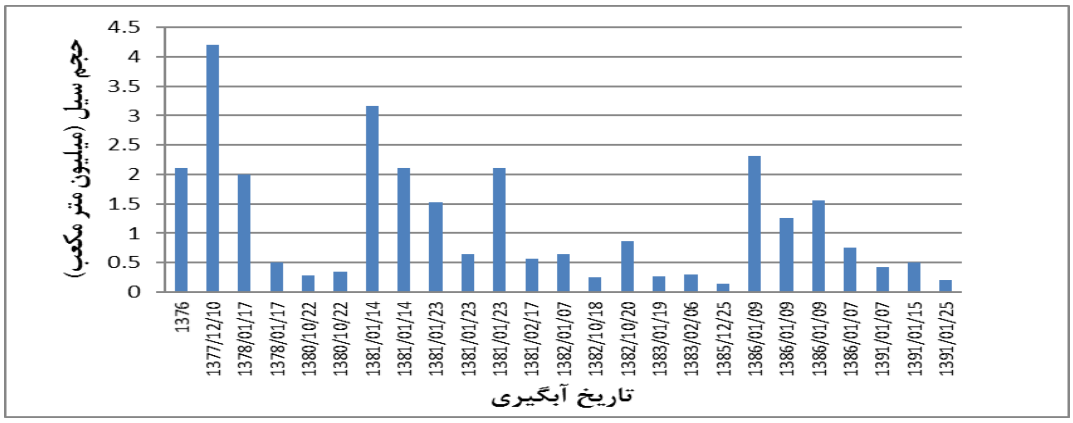
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]



شکل ۲- موقعیت قنوات مورد بررسی نسبت به محدوده پخش سیلاب
Figure 2. The position of the Qanats in relation to the flood spreading area

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

شکل ۳- شاخص بارش استاندارد منطقه مورد مطالعه (سال ۱۳۷۷ الی ۱۳۹۲)
Figure 3. Standard rainfall index of the study area (1998 to 2013)



شکل ۴- تاریخ آبگیری و حجم سیلاب عرصه پخش سیلاب میانکوه مهریز
Figure 4. Flooding date and flood volume in the Myankooh Mehriz flood spreading area

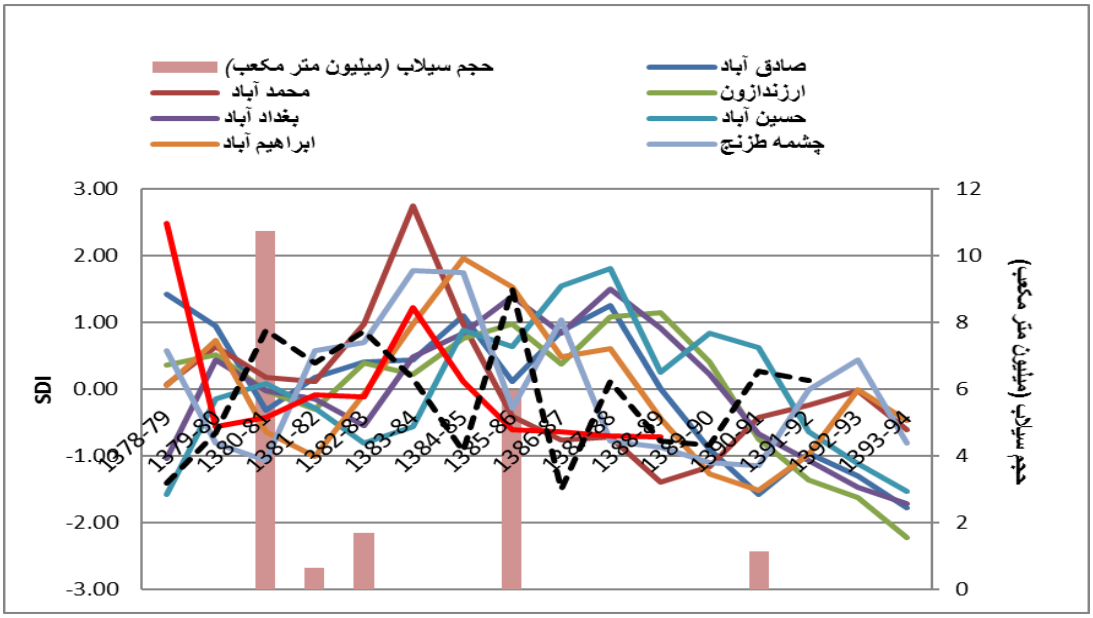
نتایج و بحث

شاخص SDI (دبی استاندارد شده) قنوات پایین دست آبخوان مهریز

نتایج به دست آمده در شکل ۵ برای بازه زمانی سالانه نشان داده شده است. در خصوص بازه زمانی ماهانه نیز روند کلی مشابه بازه زمانی سالانه می باشد، به علت اینکه داده‌های ماهانه زیاد بوده و نمایش آن به صورت نمودار وضوح کافی را نداشت، به نمایش شاخص سالانه اکتفا گردید.

جداول ۴ تا ۷ همبستگی محاسبه شده را نشان می دهد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]



شکل ۵- نمودار SDI سالانه قنوات مجاور پخش سیلاب میانکوه مهریز

Figure 5. Annual SDI diagram of the Qanats around the Myankooh Mehriz flood spreading

از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۱ حجم سیلابی معادل ۲۸/۹۹ میلیون متر مکعب آب وارد عرصه پخش سیلاب میانکوه شده است. که بیشترین سیلاب‌ها مربوط به سال‌های ۸۰-۸۱ و ۸۵-۸۶ معادل ۱۶ میلیون متر مکعب بوده است. اما تعیین دقیق میزان تغذیه و نفوذ آب با توجه به آمار ناقص موجود ممکن نبود. شاخص دبی استاندارد شده برای قنوات مجاور عرصه پخش سیلاب هم به صورت سالانه و هم ماهانه نشان‌دهنده بهتر شدن وضعیت آبدهی قنوات پس از آبگیری عرصه پخش می‌باشد.

تاثیر مثبت پروژه‌های تغذیه مصنوعی خصوصا پخش سیلاب در تحقیقات اثر محققان نظیر دادرسی (۳،۴)، خلجی (۹)، سنجری و همکاران (۱۴)، بیات موحد و شامی (۱)، کتیبه و حافظی (۸) و هاشمی و همکاران (۶) نشان داده شده است. نکته قابل توجه اینکه همانطور که در نمودارها مشخص است وقوع بیشتر سیلاب‌های منطقه مطابق با بهتر شدن وضعیت بارندگی و مثبت شدن شاخص SPI است. پس این احتمال وجود دارد که بهبود وضعیت شاخص دبی استاندارد شده قنوات منطقه ناشی از تاثیر توام وقوع بارش بیشتر (ترسالی) و تغذیه توسط پروژه پخش سیلاب در منطقه باشد. البته با توجه به سطح کوچک پروژه نسبت به سطح حوزه ۰/۴ درصد تفکیک این تاثیر بر تغذیه سفره کار بسیار دشواری است.

نتایج حاصل از پرسشنامه‌های بهره برداران

مشخصات بهره برداران منطقه در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین جدول پایایی پرسشنامه‌ها را بر اساس میزان آلفای کرونباخ نشان می‌دهد. با توجه به نظرات بهره‌برداران تاثیر پروژه بر منابع آب به شرح ذیل می باشد: از نظر تاثیر بر آبدهی قنوات ۲۸/۶ درصد نظر متوسط، ۲۸/۵ درصد تاثیر پروژه را زیاد و خیلی زیاد و اکثریت ۴۲/۹ درصد تاثیر پروژه را خیلی کم دانسته‌اند. از نظر تاثیر بر کاهش دبی سیلاب در پایین دست بیش از ۷۸ درصد معتقد بودند که تاثیری بر کاهش سیل خیلی کم بوده است. در خصوص تاثیر پروژه بر کاهش خسارت سیل بیش از ۷۱/۴ درصد نظر تاثیر خیلی کم داشتند. از نظر کشاورزی حدود ۷۱ درصد بیان کردند که کشاورزی آنها وابسته به سیل نبوده و از آب سیل استفاده نمی‌کردند، بقیه نیز از آب سیل جهت آبیاری مزارع استفاده می‌نمودند. اکثریت معتقدند که تاثیر پروژه بر تنظیم مدار آبیاری، کاهش سطح اراضی کشاورزی و الگوی کشت متوسط تا خیلی کم بوده است. ضمن اینکه ۷۸/۶ تاثیر پروژه در خشکسالی را خیلی کم دانستند و تاثیر آن بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی بهره‌برداران متوسط تا خیلی کم اعلام نمودند. از نظر تاثیر بر پوشش گیاهی طبیعی منطقه بیش از ۷۸/۶ درصد تاثیر پروژه را خیلی کم دانسته و همچنین بیش از ۷۰ درصد تاثیر بر وضعیت خاک را خیلی کم (تاثیری نداشته) بیان نمودند. به طور کلی ارزیابی اکثریت بهره برداران منطقه مهریز از تاثیر پروژه‌های پخش سیلاب بر تغذیه آبخوان خیلی‌کم، نتیجه‌گیری شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

جدول ۲- مشخصات بهره برداران منطقه مهریز

Table 2. Characteristics of the operators of the Mehriz area

صفت	گروه	درصد	درصد تجمعی
سن (سال)	۳۰ - ۴۰	۲۱/۴	۲۱/۴
	۴۰ - ۵۰	۲۱/۴	۴۲/۸
	>۵۰	۵۷/۲	۱۰۰
	مجموع	۱۰۰	
سابقه کشاورزی	<۲۰	۳۵/۷	۳۵/۷
	۲۰-۴۰	۲۸/۶	۶۴/۳
	>۴۰	۳۵/۷	۱۰۰
سابقه دامداری	<۲۰	۷۱/۴	۷۱/۴
	۲۰-۴۰	۲۱/۴	۹۲/۸
	>۴۰	۷/۲	۱۰۰
	مجموع	۱۰۰	
میزان تحصیلات	بی سواد، ابتدایی	۷۸/۶	۷۸/۶
	راهنمایی و متوسطه	۷/۱	۸۵/۷
	لیسانس	۷/۱	۹۲/۹
	فوق لیسانس	۷/۱	۱۰۰

جدول۳- ضریب آلفای کرونباخ (پایایی) پرسشنامه‌های مهریز

Table 3. Cronbach's alpha coefficient (reliability) Mehriz questionnaire

تعداد داده‌ها	آلفا کرونباخ برای داده‌های استاندارد شده	آلفا کرونباخ
۲۴	۰/۸۱۷	۰/۸۴۹

جدول ۴- همبستگی بین شاخص SDI سالانه قنوات اطراف پخش سیلاب مهریز با شاخص SPI و حجم سیلاب ورودی به آبخوان

Table 4. Correlation between Annual SDI Index of Qanats around the Mehriz Flood spreading with the SPI Index and Flood Volume in the Aquifer

		حجم سیلاب	حجم سیل با ۱ سال تاخیر	حجم سیل با ۲ سال تاخیر	شاخص SPI سالانه	SPI با یک سال تاخیر	SPI با دو سال تاخیر
شاخص SDI صادق آباد	r	-۰/۲۹۲	۰/۱۳۴	۰/۳۸۸	-۰/۳۶۲	۰/۰۶۳	۰/۳۳۷
	P value	۰/۳۳۲	۰/۶۶۲	۰/۱۹۱	۰/۲۰۴	۰/۸۲۹	۰/۲۳۸
شاخص SDI محمد آباد	r	-۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۲۳۱	۰/۲۰۰	۰/۲۷۴	۰/۳۴۵
	P value	۰/۹۶۲	۰/۹۴۹	۰/۴۴۸	۰/۴۹۴	۰/۹۴۹	۰/۲۲۶
شاخص SDI بغداد آباد	r	-۰/۰۰۲	-۰/۱۲۵	-۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	-۰/۲۲۰	۰/۱۴۶
	P value	۰/۹۹۴	۰/۶۸۴	۰/۹۶۸	۰/۹۵۹	۰/۶۴۸	۰/۶۱۹
شاخص SDI حسین آباد	r	-۰/۰۳۴	-۰/۰۸۴	-۰/۰۸۵	-۰/۰۸۶	-۰/۲۷۲	۰/۰۶۸
	P value	۰/۹۱۱	۰/۷۸۶	۰/۷۸۳	۰/۷۷۰	۰/۳۴۶	۰/۸۱۹
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	-۰/۰۵۹	-۰/۱۸۵	۰/۱۷۴	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۴	۰/۵۳۴*
	P value	۰/۸۴۹	۰/۵۴۶	۰/۵۶۹	۰/۸۵۲	۰/۹۹۰	۰/۰۴۹
شاخص SDI چشمه طزنج	r	-۰/۳۲۱	۰/۳۹۱	۰/۱۴۳	-۰/۲۰۰	۰/۷۵۵**	۰/۳۱۸
	P value	۰/۲۸۵	۰/۱۸۷	۰/۶۴۲	۰/۴۹۳	۰/۰۰۲	۰/۲۶۸
شاخص SDI ارزاندازون	r	-۰/۱۳۳	-۰/۲۵۸	۰/۲۴۱	-۰/۱۶۹	-۰/۲۳۳	۰/۱۵۸
	P value	۰/۶۶۵	۰/۳۹۴	۰/۴۲۸	۰/۵۶۳	۰/۴۲۲	۰/۵۸۹

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

جدول ۵- همبستگی بین شاخص SDI سالانه قنوات اطراف پخش سیلاب مهریز با یکدیگر
Table 5. Correlation between Annual SDI Index of Qanats around the Mehriz Mehriz Flood spreading

		شاخص SDI صادق آباد	شاخص SDI محمد آباد	شاخص SDI بغداد آباد	شاخص SDI حسین آباد	شاخص SDI ابراهیم آباد	شاخص SDI چشمه طزنج	شاخص SDI ارزاندازون
شاخص SDI صادق آباد	r	۱	۰/۳۰۸	۰/۶۰۸	۰/۲۹۴	۰/۶۴۸	۰/۴۵۲	۰/۷۷۷
	P value		۰/۲۶۴	۰/۰۱۲*	۰/۲۶۸	۰/۰۰۷*	۰/۰۷۹	۰/۰۰*
شاخص SDI محمد آباد	r	۰/۳۰۸	۱	-۰/۰۲۵	-۰/۳۲۱	۰/۴۳۹	۰/۶۶۵*	۰/۰۳۹
	P value	۰/۲۶۴		۰/۹۲۶	۰/۲۲۵	۰/۰۸۹	۰/۰۰۵	۰/۸۸۷
شاخص SDI بغداد آباد	r	۰/۶۰۸*	-۰/۰۲۵	۱	۰/۸۱۰*	۰/۵۴۷*	۰/۰۴۶	۰/۸۶۶**
	P value	۰/۰۱۲	۰/۹۲۶		۰	۰/۰۲۸	۰/۸۶۵	۰
شاخص SDI حسین آباد	r	۰/۲۹۴	-۰/۳۲۱	۰/۸۱۰*	۱	۰/۲۱۷	-۰/۱۴۲	۰/۵۹۳*
	P value	۰/۲۶۸	۰/۲۲۵	۰		۰/۴۲۱	۰/۶۰۰	۰/۰۱۶
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	۰/۶۴۸**	۰/۴۳۹	۰/۵۴۷*	۰/۲۱۷	۱	۰/۵۴۳*	۰/۴۸۲
	P value	۰/۰۰۷	۰/۰۸۹	۰/۰۲۸	۰/۴۲۱		۰/۰۳	۰/۰۵۹
شاخص SDI چشمه طزنج	r	۰/۴۵۲	۰/۶۶۵**	۰/۰۴۶	-۰/۱۴۲	۰/۵۴۳*	۱	۰/۰۹۵
	P value	۰/۰۷۹	۰/۰۰۵	۰/۸۶۵	۰/۶۰۰	۰/۰۳۰		۰/۷۲۷
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۷۷۷**	۰/۰۳۹	۰/۸۸۶**	۰/۵۹۳*	۰/۴۸۲	۰/۰۹۵	۱
	P value	۰	۰/۸۸۷	۰	۰/۰۱۶	۰/۰۵۹	۰/۷۲۷	

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

جدول ۶ - همبستگی بین شاخص SDI ماهانه قنوات اطراف پخش سیلاب مهریز با شاخص SPI و حجم سیلاب ورودی به آبخوان
Table 6. Correlation between Monthly SDI Index of Qanats around the Mehriz Flood spreading with SPI Index and Volume of Flood into the Aquifer

		حجم سیلاب	حجم سیل با ۳ ماه تاخیر	حجم سیل با ۶ ماه تاخیر	شاخص SPI ماهانه	SPI با ۳ ماه تاخیر	SPI با ۶ ماه تاخیر	SPI با ۱۵ ماه تاخیر
شاخص SDI صادق آباد	r	-۰/۲۸۷	۰/۵۳۳	۰/۱۱۳	-۰/۱۴۴	۰/۱۲۲	۰/۲۱۰**	۰/۰۴۹
	P value	۰/۳۶۷	۰/۰۷۴	۰/۷۲۷	۰/۰۵۰	۰/۰۹۶	۰/۰۰۴	۰/۵۱۷
شاخص SDI محمد آباد	r	-۰/۰۸۰	-۰/۱۷۴	-۰/۲۴۷	-۰/۰۰۲	۰/۲۸۶**	۰/۰۶۶	۰/۲۴۰**
	P value	۰/۸۰۵	۰/۵۹۰	۰/۴۳۹	۰/۹۸۲	۰/۰۰	۰/۳۷۰	۰/۰۰۱
شاخص SDI بغداد آباد	r	-۰/۲۸۹	۰/۳۳۱	-۰/۱۴۶	-۰/۲۲۶**	-۰/۱۶۴*	۰/۰۳۰	-۰/۰۳۹
	P value	۰/۳۶۳	۰/۲۹۳	۰/۶۵۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۵	۰/۶۸۷	۰/۶۰۹
شاخص SDI حسین آباد	r	۰/۱۴۴	۰/۲۶۹	-۰/۴۱۴	-۰/۱۱۲	۰/۱۳۷	-۰/۰۰۶	-۰/۰۴۷
	P value	۰/۶۵۵	۰/۳۹۸	۰/۱۸۱	۰/۱۲۹	۰/۰۶۱	۰/۹۴۰	۰/۵۳۹
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	-۰/۴۴۴	-۰/۲۳۲	-۰/۴۰۶	-۰/۱۱۳	-۰/۰۴۵	۰/۰۶۸	۰/۰۹۵
	P value	۰/۱۴۸	۰/۴۶۹	۰/۱۹۱	۰/۱۲۴	۰/۵۳۹	۰/۳۵۵	۰/۲۰۸
شاخص SDI چشمه طزنج	r	۰/۲۱۶	-۰/۰۴۷	-۰/۳۳۵	۰/۰۳۹	۰/۷۵۵**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۹*
	P value	۰/۵۰۱	۰/۸۸۵	۰/۲۸۷	۰/۴۹۳	۰/۵۹۶	۰/۰۰	۰/۰۲۴
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۲۱۳	-۰/۰۹۲	۰/۰۳۰	۰/۰۳۹	-۰/۰۸۳	۰/۰۰۳	۰/۰۲۹
	P value	۰/۵۰۶	۰/۷۷۷	۰/۹۲۵	۰/۵۹۵	۰/۲۶۱	۰/۹۷۲	۰/۷۰۵

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

جدول ۷- همبستگی بین شاخص SDI ماهانه قنوات اطراف پخش سیلاب مهریز با یکدیگر
Table 7. Correlation between Monthly SDI Index of Qanats around the Mehriz Flood spreading

		حجم سیلاب	حجم سیل با ۳ ماه تاخیر	حجم سیل با ۶ ماه تاخیر	شاخص SPI ماهانه	SPI با ۳ ماه تاخیر	SPI با ۶ ماه تاخیر	SPI با ۱۵ ماه تاخیر
شاخص SDI صادق آباد	r	-۰/۲۸۷	۰/۵۳۳	۰/۱۱۳	-۰/۱۴۴	۰/۱۲۲	۰/۲۱۰**	۰/۰۴۹
	P value	۰/۳۶۷	۰/۰۷۴	۰/۷۲۷	۰/۰۵۰	۰/۰۹۶	۰/۰۰۴	۰/۵۱۷
شاخص SDI محمد آباد	r	-۰/۰۸۰	-۰/۱۷۴	-۰/۲۴۷	-۰/۰۰۲	۰/۲۸۶**	۰/۰۶۶	۰/۲۴۰**
	P value	۰/۸۰۵	۰/۵۹۰	۰/۴۳۹	۰/۹۸۲	۰/۰۰	۰/۳۷۰	۰/۰۰۱
شاخص SDI بغداد آباد	r	-۰/۲۸۹	۰/۳۳۱	-۰/۱۴۶	-۰/۲۲۶**	-۰/۱۶۴*	۰/۰۳۰	-۰/۰۳۹
	P value	۰/۳۶۳	۰/۲۹۳	۰/۶۵۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۵	۰/۶۸۷	۰/۶۰۹
شاخص SDI حسین آباد	r	۰/۱۴۴	۰/۲۶۹	-۰/۴۱۴	-۰/۱۱۲	۰/۱۳۷	-۰/۰۰۶	-۰/۰۴۷
	P value	۰/۶۵۵	۰/۳۹۸	۰/۱۸۱	۰/۱۲۹	۰/۰۶۱	۰/۹۴۰	۰/۵۳۹
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	-۰/۴۴۴	-۰/۲۳۲	-۰/۴۰۶	-۰/۱۱۳	-۰/۰۴۵	۰/۰۶۸	۰/۰۹۵
	P value	۰/۱۴۸	۰/۴۶۹	۰/۱۹۱	۰/۱۲۴	۰/۵۳۹	۰/۳۵۵	۰/۲۰۸
شاخص SDI چشمه طزنج	r	۰/۲۱۶	-۰/۰۴۷	-۰/۳۳۵	۰/۰۳۹	۰/۷۵۵**	۰/۳۸۹**	۰/۱۶۹*
	P value	۰/۵۰۱	۰/۸۸۵	۰/۲۸۷	۰/۴۹۳	۰/۵۹۶	۰/۰۰	۰/۰۲۴
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۲۱۳	-۰/۰۹۲	۰/۰۳۰	۰/۰۳۹	-۰/۰۸۳	۰/۰۰۳	۰/۰۲۹
	P value	۰/۵۰۶	۰/۷۷۷	۰/۹۲۵	۰/۵۹۵	۰/۲۶۱	۰/۹۷۲	۰/۷۰۵

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

بررسی دبی استاندارد شده قنوات منطقه نشان داد که آبدهی قنوات منطقه مانند صادق آباد، ابراهیم آباد، ارزندازون، بغداد آباد و چشمه طزنج با یکدیگر مرتبط بوده و در سطوح احتمال ۱ و ۵ در صد معنی‌دار می‌باشد. که این امر طبیعی است و نشان‌دهنده وضعیت سفره آب زیرزمینی مشترک برای همه قنوات می باشد. شاخص SPI در سطح ۵ درصد با حجم سیلاب معنی‌دار بود و وقوع سیلاب بیشتر در ترسالی‌ها را تایید می‌نماید. از نظر آماری آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که شاخص دبی استاندارد قنوات با حجم سیلاب حتی با تاخیر زمانی معنی‌دار نبوده که با توجه به سطح محدود پروژه قابل توجیه است. اما شاخص SPI در قنوات منطقه مانند ابراهیم آباد با تاخیر ۲ ساله با دبی استاندارد شده SDI در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین شاخص SDI چشمه طزنج نیز با شاخص SPI با یکسال تاخیر همبستگی نشان داد. بررسی ماهانه شاخص SDI قنات صادق آباد، محمد آباد و بغداد آباد نشان‌دهنده ارتباط معنی دار با شاخص SPI ماهانه با به ترتیب ۶، ۳ و ۳ ماه تاخیر می‌باشد. وجود همبستگی شاخص SPI و شاخص SDI با تاخیر زمانی با تحقیق اکرامی و همکاران (۵) نیز مطابقت دارد. اما نتایج نظر سنجی بهره برداران نیز به نوعی موید نتایج فنی تحقیق می‌باشد به طوریکه ۷/۱ درصد تاثیر پروژه بر آبدهی قنوات خود بسیار زیاد، ۲۱/۴ درصد زیاد، ۲۸/۶ درصد متوسط و ۴۲/۹ درصد تاثیر پروژه را خیلی کم ارزیابی نمودند. این نتایج نیز به دلیل هم‌زمانی ترسالی‌ها و آبگیری پروژه پخش سیلاب بوده که تفکیک آن را برای بهره‌برداران نیز مشکل ساخته است. در نهایت با توجه به اینکه پروژه‌های پخش سیلاب در مناطقی احداث می‌شوند که حداقل ۲ تا ۳ بار سیل در سال داشته باشند، با نگاهی به آمار سیل منطقه مشخص می‌شود که این پروژه در این منطقه کارایی لازم را نداشته البته به لحاظ مکانیابی نسبت به سایر پروژه‌های پخش سیلاب احداث شده در استان یزد بهتر بوده است. در نهایت پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن جمیع مسائل نظیر اهمیت آب در مناطق خشک، تبخیر زیاد، هزینه‌های اجرایی، تاثیر بر وضعیت اجتماعی و اقتصادی بهره‌برداران و ... در اجرای اینگونه پروژه‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک حساسیت بیشتر به خرج داد تا بتوان با بهترین روش بیشترین بازدهی را داشت.

منابع

1. Bayat Movahed, F. and H. Shami. 2003. The impact of flood spreading on groundwater resources in Sohryn Ghara Chryan Zanjan, Watershed Management Conference Proceedings, 96-90, (In Persian).
2. Bouri, S. and H. Ben Dhia. 2010. A Thirty- Year artificial recharge experiment in acoastal aquifer in an arid zone. The Teboulba aquifer system (Tunisian Sahel). CR Geosience, 342(1): 60-74.
3. Dadrasi, A. 1999. Climate and water resources limited in Sabzevar, Proceedings of the Second Regional Conference on Climate Change, IRIMO, 185-175. (In Persian).
4. Dadrasi Sabzevar, A. 2009. Assessment of reduce the effects of drought with floods, and artificial recharge projects. International Conference on Drought effects and management strategies (In Persian).
5. Ekrami, M., H. Maleki Nejad and M.r. Ekhtesasi. 2013. Study of the impact of climate and water droughts on groundwater resources (Case Study: Yazd-Ardakan plain), Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 4(20): 47-54 (In Persian).
6. Hashemi, S.A.A., B. Arasto and M. Ghodrati. 2011. Goosheh flood plain management's assessment of Damghan. The Sixth National Congress of Civil Engineering, University of Semnan, (In Persian).
7. Hashemi, H., R. Berendtsson and M. Persson. 2014. Artificial recharge by floodwater spreading estimated by water balances and groundwater modeling arid Iran, journal of hydrology science.
8. Katibe, H. and S. Hafezi. 2004. Modflow model using operational management and performance evaluation of artificial recharge of groundwater in Bam Abbarik plain. www.SID.ir.
9. Khalaji, M. 2000. Effects of flood spreading on the groundwater, the fourth conference of Geological Survey of Iran, (In Persian).
10. Kosar, A. 1995. Introduction to flood control and optimal use. Research Institute of Forests and Range.
11. Mckee, T.B., N.J. Doseken and J. Kleist. 1995. Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, 9th conference, 15-20 January, Dallas, TX, 233-236.
12. Mirab, S.M., M. Hosseini, A. Atapoorfard and A. Khalilpour. 2005. Impact of Flood broadcasting stations on groundwater aquifers (Case Study: Aquifer station Shahyd hady Ahmadi in Tehran), Watershed Management and soil and water management Conference, Kerman, pp: 714-709 (In Persian).
13. Nahvinia, M., B. Karimi, H. Kardan moghadam and A. Shahidi. 2008. Technical and environmental evaluation of the effects of artificial flooding in Byrjand Syvan area. First International Conference on Water Crisis, (In Persian).
14. Sanjari, Gh.R. and Gh.h. Zorghi. 2001. Effect of flood spreading on the ground water level changes in Paskoh Saravan. Research and Construction of Natural Resources, 50: 54 to 57 (In Persian).
15. Shamshiri, Negar. 2003. The impact of flood spreading on the soil surface permeability changes (Case Study: Watershed Chandab Varamin), theses of the Master of Science, Tehran University (In Persian).
16. Sharifi, H. and M. Mahdian. 1999. Flood spreading is scientific solutions for efficient use of floods and feeding of aquifers, the first conference of the geology and the environment, (In Persian).
17. Soil Conservation and Watershed Management Research Center. 2011. Research and development strategy to take advantage of the flood of small water resources. Volume 1 to 4.
18. Viskarmy, A., P. Pyamny, A. Shah Karami and R. Sepahvand. 2013. The effect of flood spreading on Koohdasht groundwater resources. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences, 65: 163-160 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]

The Effects of Flood Spreading on Qanat Discharge using Standard Discharge Index (Case Study: Qanats of Myankooh of Mehriz)

Mohammad Reza Fazel Pour aghdaei[1], Hossein Malekinezhad[2], Mohammad Reza Ekhtesasi[3] and Jalal Barkhordari[4]

1- PhD of Watershed Management, Department of Natural Resources and Watershed Management of Yazd, (Corresponding Author: fazelpoor_reza@yahoo.com)
2 and 3- Associate Professor and Professor, Department of Natural Resources and the desert of Yazd University
4- Faculty Member of Agriculture and Natural Resources Research Center of Yazd
Received: September 20, 2015 Accepted: November 1, 2017

Abstract

Flood control, artificial recharge of aquifers and attempt to optimize the utilization of the natural resources are some of the most important measures in the arid and semi arid zones that occurs by flood spreading projects. At the current study the impact of flood spreading on downstream qanat discharge at Myankooh area of Mehriz (Yazd province) was investigated. To gain this goal after collecting the discharge Statistics from 1997 to 2013, Standard Discharge Index (SDI) was calculated. The amount of flood water entering the aquifer areas and precipitation figures were used to calculate the Standardized Precipitation Index (SPI). The correlation between the SDI and SPI and flood volume was extracted. Also, the operators' comments were collected by using the designed questionnaire. According to the results, the SDI increased at the same time as wet period and flood spreading time. But the share of each one on this invreasing wasn't clear. The correlation with SDI and SPI in different qanats was significant (1%) with 12, 6 and 3 months' delay. Close to 28% operators assessed the project' impact high, 43% very low and others moderate.

Keywords: Aquifer, Recharge, Discharge, Flood, Yazd

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-10]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1397.9.17.4.6]
[DOI: 10.29252/jwmr.9.17.235]