



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

محمدرضا فاضل پور عقدائی<sup>۱</sup>، حسین ملکی نژاد<sup>۲</sup>، محمدرضا اختصاصی<sup>۳</sup> و جلال برخوردار<sup>۴</sup>

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 تاثیر پخش سیلاب میانکوه مهریز استان یزد بر آبدهی قنوت پایین دست بررسی شد. برای این منظور آمار دبی قنوت از سال ۱۳۷۶ 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 بهره‌برداران 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 ۶ ماهه در قنوت مختلف در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. حدود ۲۸ درصد بهره‌برداران تاثیر پروژه را زیاد و ۴۳ درصد خیلی کم و بقیه تاثیر پروژه بر آبدهی قنوت را متوسط ارزیابی نمودند.

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

### مقدمه

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 سبزواری نشان دادند که این طرح ۴ بار آبیگری 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 سانتی متر 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 آبیگری طرح‌ها باعث افزایش هیدروگراف دشت شده است. همچنین عمق آب در پیرومترها 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. سنجرى (۱۴) در تحقیقی با عنوان بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی آبخوان پسکوه سراوان تاثیر این طرح آبخیزداری را مثبت ارزیابی نمودند.

بیات موحد و شامی (۱) تاثیر 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) تاثیر پخش سیلاب را بر کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه طغرود قم بررسی و به این نتیجه رسید که پخش سیلاب باعث

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 بهینه‌سازی 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 سبزواری 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 کمی و کیفی آب به لحاظ عملیات پخش سیلاب، اثرات مثبت خود را بر روی تأمین آب شرب، افزایش پوشش گیاهی و بهبود اکوسیستم

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 می‌تواند 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 آبدی قنوات پایین دست منطقه انجام نشده است، در این تحقیق تاثیر پروژه پخش سیلاب میانکوه مهریز استان یزد بر آبدی قنوات پایین دست بررسی گردید. تا ضمن ارزیابی عملکرد اینگونه پروژه‌ها 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 گرانیب شیرکوه متعلق به ژوراسیک و آهک و شیل متعلق به کرتاسه می‌باشد. 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

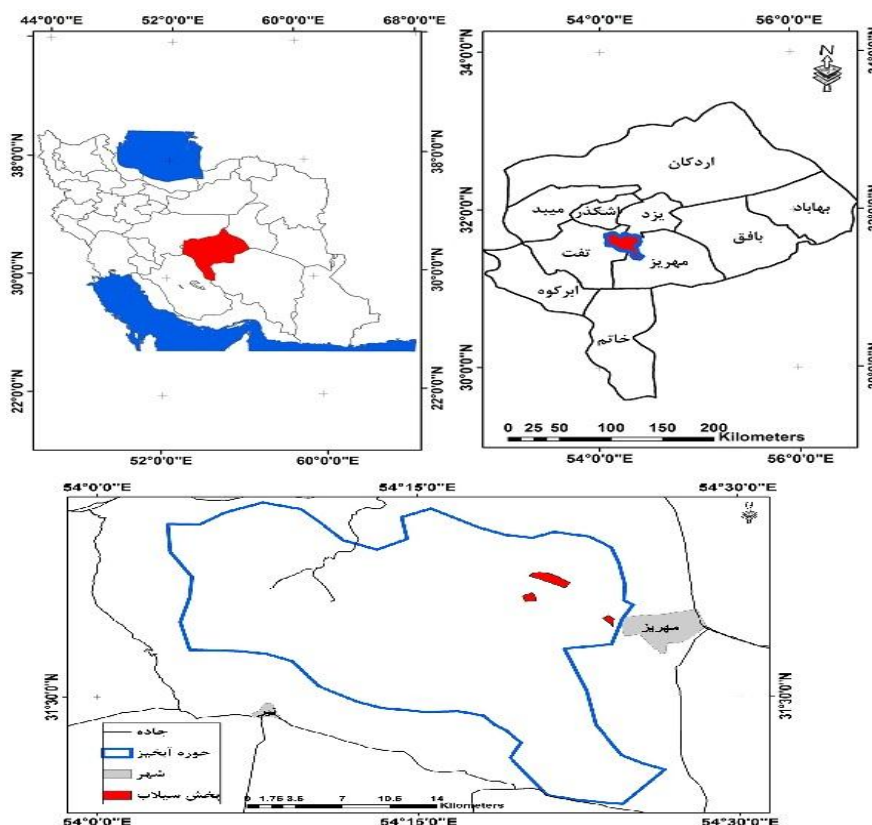
پخش سیلاب اجرا شده در خروجی حوزه میانکوه و با وسعت ۲۷۰ هکتار با ۳ سایت اجرایی شامل سایت‌های فخرآباد، قنات زنبیل و تنگ لایید می‌باشد.

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

کنیه 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 علی‌رغم 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 کمی آب‌های زیرزمینی در ایستگاه آبخوان شهید هادی احمدی تهران، پرداختند. نتایج نشان داد که پخش سیلاب موجب کاهش روند افت در چاه‌های پیژومتر 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 پیژومتریک 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 پیژومتری که در نزدیکترین منطقه پایین دست و مجاور عرصه پخش سیلاب وجود داشت و همچنین سه حلقه چاه پیژومتری دیگر استفاده نمودند. نتایج نشان داد که میانگین افت ماهانه در یکی از چاه‌های پیژومتری 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



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

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

که در آن  $P_i$ : بارش سالانه،  $\bar{P}$ : متوسط بارش و  $\sigma$  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 می‌افتد 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.

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

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

که در این فرمول  $Q_i$ : دبی اندازه‌گیری شده،  $\bar{Q}$ : متوسط دبی و  $\sigma$  انحراف معیار داده‌ها می‌باشد. همچنین به منظور بررسی تاثیر ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها بر وضعیت آب‌های زیرزمینی منطقه از نمایه بارندگی استاندارد (SPI) 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.

جدول ۱- طبقه‌بندی شاخص SPI

طبقه بندی خشکسالی و ترسالی	مقادیر SPI
ترسالی بسیار شدید	$SPI \geq 2.00$
ترسالی شدید	$1.50 < SPI \leq 2.00$
ترسالی متوسط	$1.00 < SPI \leq 1.50$
نزدیک به نرمال	$-1.00 < SPI \leq 1.00$
خشکسالی متوسط	$1.50 < SPI \leq 1.00$
خشکسالی شدید	$2.00 < SPI \leq 1.50$
خشکسالی بسیار شدید	$-2.00 > SPI$

1- Standard Precipitation Index

۲ نشان داده شد. به منظور بررسی تأثیر 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 تأخیر زمانی تأثیر پروژه بر روی آبدهی قنوات و نیز تأخیر زمانی ترسالی و خشکسالی بر وضعیت آب زیر زمینی تأخیرهای ۱ و ۲ ساله برای بررسی سالانه و ۳، ۶ و ۱۵ ماهه در بررسی ماهانه به کار گرفته شد.

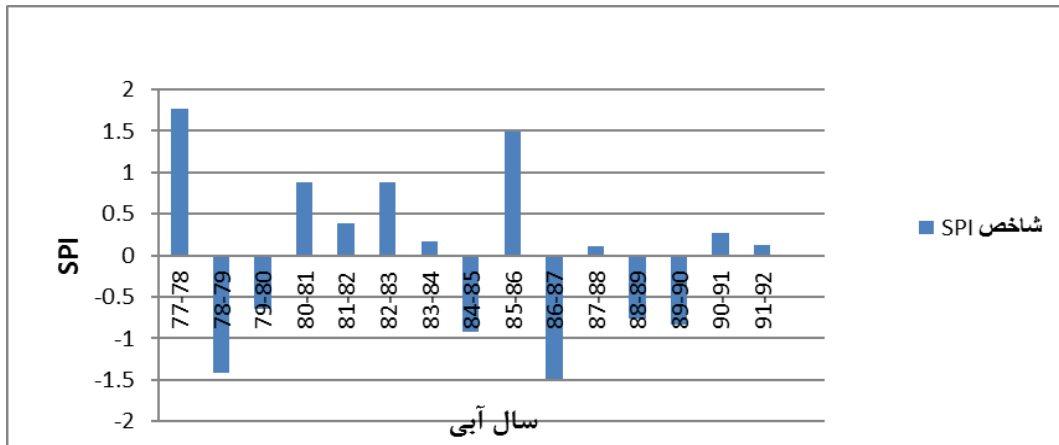
به منظور بررسی نظرات بهره‌برداران از قنات‌های منطقه پرسشنامه‌هایی تهیه گردید. با توجه به تعداد بهره‌بردار قادر به پاسخگویی برای تعیین حجم نمونه (تعداد پرسشنامه‌ها) از فرمول کوکران (رابطه ۳) استفاده گردید:

$$n = \frac{N(ts)^2}{Nd^2 + (ts)^2} \quad (3)$$

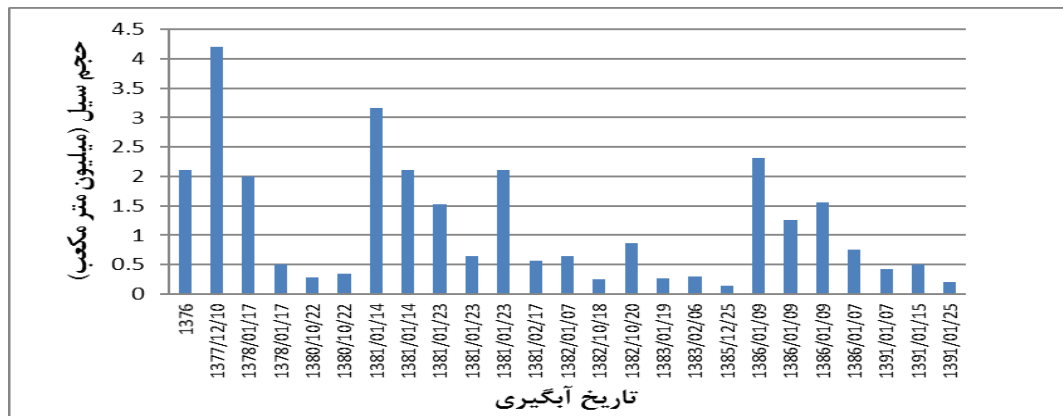
$N$ : جامعه آماری،  $n$ : نمونه آماری،  $t$ : سطح اطمینان ( $t = 1/96$ )،  $S$ : بالاترین انحراف معیار که از طریق آزمون مقدماتی به دست می‌آید.  $d$ : درجه دقت احتمالی مطلوب می‌باشد. با توجه به محاسبه انجام شده تعداد پرسشنامه تهیه شده برای منطقه مورد مطالعه ۹۸ عدد می‌باشد. روائی ظاهری پرسشنامه توسط جمعی از متخصصان آبخیزداری و منابع طبیعی مورد بررسی قرار گرفت و اصلاحات لازم صورت پذیرفت. آزمون راهنما<sup>۲</sup> با جامعه آماری با تعداد ۱۰ پرسشنامه صورت پذیرفت و با داده‌های کسب شده و با استفاده از فرمول ویژه آلفای کرونباخ در نرم افزار SPSS<sup>۳</sup>، 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





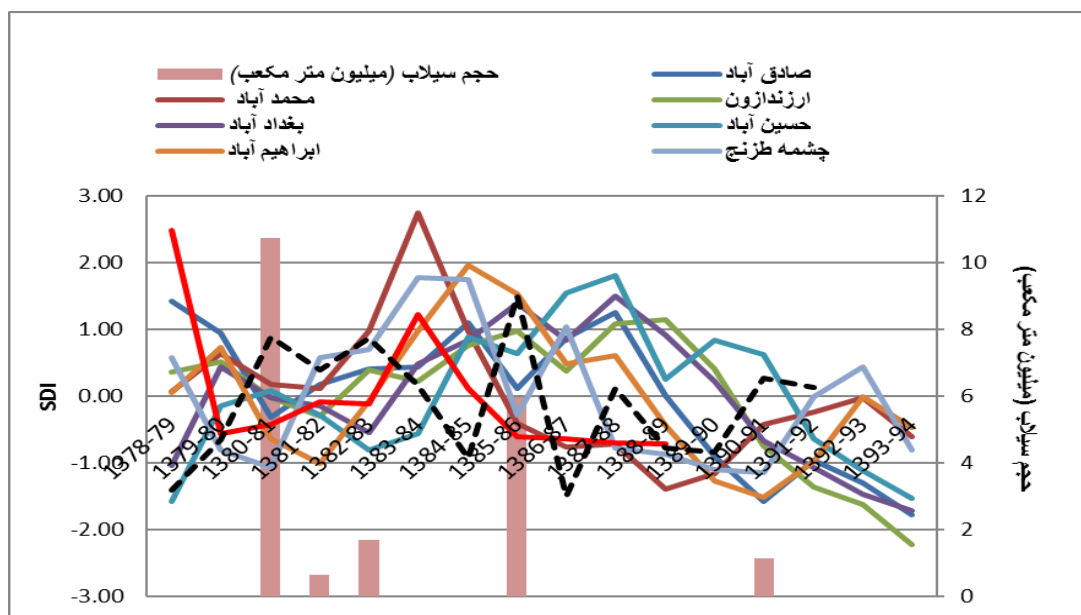
شکل ۳- شاخص بارش استاندارد منطقه مورد مطالعه (سال ۱۳۷۷ الی ۱۳۹۲)  
Figure 3. Standard rainfall index of the study area (1998 to 2013)



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

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.

**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



شکل ۵- نمودار SDI سالانه قنوات مجاور پخش سیلاب میانکوه مهریز  
Figure 5. Annual SDI diagram of the Qanats around the Myankoo Mehri flood spreading

است. همچنین جدول پایایی پرسشنامه‌ها را بر اساس میزان آلفای کرونباخ نشان می‌دهد. با توجه به نظرات بهره‌برداران تأثیر پروژه بر منابع آب به شرح ذیل می‌باشد: از نظر تأثیر بر آبدهی قنوات ۲۸/۶ درصد نظر متوسط، ۲۸/۵ درصد تأثیر پروژه را زیاد و خیلی زیاد و اکثریت ۴۲/۹ درصد تأثیر پروژه را خیلی کم دانسته‌اند. از نظر تأثیر بر کاهش دبی سیلاب در پایین دست بیش از ۷۸ درصد معتقد بودند که تأثیری بر کاهش سیل خیلی کم بوده است. در خصوص تأثیر پروژه بر کاهش خسارت سیل بیش از ۷۱/۴ درصد نظر تأثیر 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 تأثیر پروژه بر تنظیم مدار آبیاری، کاهش سطح اراضی کشاورزی و الگوی کشت متوسط تا خیلی کم بوده است. ضمن اینکه ۷۸/۶ تأثیر پروژه در خشکسالی را خیلی کم دانستند و تأثیر آن بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی بهره‌برداران متوسط تا خیلی کم اعلام نمودند. از نظر تأثیر بر پوشش گیاهی طبیعی منطقه بیش از ۷۸/۶ درصد تأثیر پروژه را خیلی کم دانسته و همچنین بیش از ۷۰ درصد تأثیر بر وضعیت خاک را خیلی کم (تأثیری نداشته) بیان نمودند. به طور کلی ارزیابی اکثریت بهره‌برداران منطقه مهریز از تأثیر پروژه‌های پخش سیلاب بر تغذیه آبخوان خیلی کم، نتیجه‌گیری شد.

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 آبیگری عرصه پخش می‌باشد.

تأثیر مثبت پروژه‌های تغذیه مصنوعی خصوصاً 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 تأثیر توأم 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 تأثیر بر تغذیه سفره کار بسیار دشواری است.

**نتایج حاصل از پرسشنامه‌های بهره‌برداران**  
مشخصات بهره‌برداران منطقه در جدول ۲ ارائه شده

جدول ۲- مشخصات بهره برداران منطقه مهریز

Table 2. Characteristics of the operators of the Mehriz area

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

جدول ۳- ضریب آلفای کرونباخ (پایایی) پرسشنامه های مهریز

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

تعداد داده ها	آلفا کرونباخ برای داده های 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	r	-۰/۳۹۳	۰/۱۳۴	۰/۳۸۸	-۰/۳۶۲	۰/۰۶۳	-۰/۳۳۷
صادق آباد	P value	-۰/۳۳۲	۰/۶۶۲	۰/۱۹۱	۰/۲۰۴	۰/۸۲۹	-۰/۲۳۸
شاخص SDI	r	-۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۳۳۱	۰/۲۰۰	۰/۳۷۴	-۰/۳۴۵
محمد آباد	P value	-۰/۹۶۲	۰/۹۴۹	۰/۴۴۸	۰/۴۹۴	۰/۹۴۹	-۰/۲۲۶
شاخص SDI	r	-۰/۰۰۲	-۰/۱۲۵	-۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	-۰/۲۲۰	-۰/۱۴۶
بغداد آباد	P value	۰/۹۹۴	۰/۶۸۴	۰/۹۶۸	۰/۹۵۹	۰/۶۴۸	۰/۶۱۹
شاخص SDI	r	-۰/۰۳۴	-۰/۰۸۴	-۰/۰۸۵	-۰/۰۸۶	-۰/۲۷۲	-۰/۰۶۸
حسین آباد	P value	۰/۹۱۱	۰/۷۸۶	۰/۷۸۳	۰/۷۷۰	۰/۳۴۶	۰/۸۱۹
شاخص SDI	r	-۰/۰۵۹	-۰/۱۸۵	۰/۱۷۴	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۴	۰/۵۳۴*
ابراهیم آباد	P value	۰/۸۴۹	۰/۵۴۶	۰/۵۶۹	۰/۸۵۲	۰/۹۹۰	-۰/۰۴۹
شاخص SDI	r	-۰/۳۳۱	۰/۳۹۱	۰/۱۴۳	-۰/۲۰۰	۰/۷۵۵**	-۰/۳۱۸
چشمه طرنج	P value	-۰/۲۸۵	۰/۱۸۷	۰/۶۴۲	۰/۴۹۳	۰/۰۰۲	-۰/۲۶۸
شاخص SDI	r	-۰/۱۳۳	-۰/۲۵۸	۰/۲۴۱	-۰/۱۶۹	-۰/۲۳۳	-۰/۱۵۸
ارزاندازون	P value	۰/۶۶۵	۰/۳۹۴	۰/۴۲۸	۰/۵۶۳	۰/۴۲۲	۰/۵۸۹

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد، \* معنی داری در سطح ۵ درصد

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 ارزاندازون	شاخص SDI چشمه طزنج	شاخص SDI ابراهیم آباد	شاخص SDI حسین آباد	شاخص SDI بغداد آباد	شاخص SDI محمد آباد	شاخص SDI صادق آباد
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۴۵۲	۰/۶۴۸	۰/۲۹۴	۰/۳۰۸	۱
شاخص SDI ارزاندازون	P value	۰/۰۷۹	۰/۰۰۷*	۰/۲۶۸	۰/۲۶۴	۰/۰۰*
شاخص SDI محمد آباد	r	۰/۶۶۵*	۰/۴۳۹	۰/۳۲۱	۱	۰/۳۰۸
شاخص SDI محمد آباد	P value	۰/۰۰۵	۰/۰۸۹	۰/۲۲۵	۰/۲۶۴	۰/۲۶۴
شاخص SDI بغداد آباد	r	۰/۰۴۶	۰/۵۴۷*	۰/۸۱۰*	۱	۰/۶۰۸*
شاخص SDI بغداد آباد	P value	۰/۱۸۶۵	۰/۰۲۸	۰	۰/۰۲۶	۰/۰۱۲
شاخص SDI حسین آباد	r	۰/۱۴۲	۰/۲۱۷	۱	۰/۳۲۱	۰/۲۹۴
شاخص SDI حسین آباد	P value	۰/۶۰۰	۰/۴۲۱	۰	۰/۲۶۸	۰/۲۶۸
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	۰/۵۴۳*	۰/۲۱۷	۰/۸۱۰*	۰/۴۳۹	۰/۶۴۸*
شاخص SDI ابراهیم آباد	P value	۰/۰۰۳	۰/۴۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۸۹	۰/۰۰۷
شاخص SDI چشمه طزنج	r	۱	۰/۵۴۳*	۰/۰۴۶	۰/۶۶۵*	۰/۴۵۲
شاخص SDI چشمه طزنج	P value	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۱۸۶۵	۰/۰۰۵	۰/۰۷۹
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۰۹۵	۰/۴۸۲	۰/۵۹۳*	۰/۰۲۹	۰/۷۷۷*
شاخص SDI ارزاندازون	P value	۰/۷۲۷	۰/۰۵۹	۰/۰۱۶	۰/۸۸۷	۰

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد، \* معنی داری در سطح ۵ درصد

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

شاخص SDI ماه تاخیر	SPI با ۱۵ ماه تاخیر	SPI با ۶ ماه تاخیر	SPI با ۳ ماه تاخیر	شاخص SDI ماهانه	حجم سیلاب با ۶ ماه تاخیر	حجم سیلاب با ۳ ماه تاخیر	حجم سیلاب
شاخص SDI صادق آباد	r	۰/۲۱۰**	۰/۱۲۲	۰/۱۴۴	۰/۱۱۳	۰/۵۳۳	۰/۲۸۷
شاخص SDI صادق آباد	P value	۰/۰۰۴	۰/۰۹۶	۰/۰۵۰	۰/۷۲۷	۰/۰۷۴	۰/۳۶۷
شاخص SDI محمد آباد	r	۰/۰۶۶	۰/۲۸۶**	۰/۰۰۲	۰/۲۴۷	۰/۱۷۴	۰/۰۸۰
شاخص SDI محمد آباد	P value	۰/۳۷۰	۰/۰۰۰	۰/۹۸۲	۰/۴۳۹	۰/۵۹۰	۰/۸۰۵
شاخص SDI بغداد آباد	r	۰/۰۳۰	۰/۱۶۴*	۰/۲۲۶**	۰/۱۴۶	۰/۳۳۱	۰/۲۸۹
شاخص SDI بغداد آباد	P value	۰/۶۸۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۶۵۱	۰/۲۹۳	۰/۳۶۳
شاخص SDI حسین آباد	r	۰/۰۰۶	۰/۱۳۷	۰/۱۱۲	۰/۴۱۴	۰/۲۶۹	۰/۱۴۴
شاخص SDI حسین آباد	P value	۰/۹۴۰	۰/۰۶۱	۰/۱۲۹	۰/۱۸۱	۰/۳۹۸	۰/۶۵۵
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	۰/۰۶۸	۰/۰۴۵	۰/۱۱۳	۰/۰۴۶	۰/۲۳۲	۰/۴۴۴
شاخص SDI ابراهیم آباد	P value	۰/۳۵۵	۰/۵۳۹	۰/۱۲۴	۰/۱۹۱	۰/۴۶۹	۰/۱۴۸
شاخص SDI چشمه طزنج	r	۰/۳۸۹**	۰/۷۵۵**	۰/۰۳۹	۰/۳۳۵	۰/۰۴۷	۰/۲۱۶
شاخص SDI چشمه طزنج	P value	۰/۰۰۰	۰/۵۹۶	۰/۴۹۳	۰/۲۸۷	۰/۸۸۵	۰/۵۰۱
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۰۰۳	۰/۰۸۳	۰/۰۳۹	۰/۰۳۰	۰/۰۹۲	۰/۲۱۳
شاخص SDI ارزاندازون	P value	۰/۹۷۲	۰/۲۶۱	۰/۵۹۵	۰/۹۲۵	۰/۷۷۷	۰/۵۰۶

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد، \* معنی داری 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

شاخص SDI ماه تاخیر	SPI با ۱۵ ماه تاخیر	SPI با ۶ ماه تاخیر	SPI با ۳ ماه تاخیر	شاخص SDI ماهانه	حجم سیلاب با ۶ ماه تاخیر	حجم سیلاب با ۳ ماه تاخیر	حجم سیلاب
شاخص SDI صادق آباد	r	۰/۲۱۰**	۰/۱۲۲	۰/۱۴۴	۰/۱۱۳	۰/۵۳۳	۰/۲۸۷
شاخص SDI صادق آباد	P value	۰/۰۰۴	۰/۰۹۶	۰/۰۵۰	۰/۷۲۷	۰/۰۷۴	۰/۳۶۷
شاخص SDI محمد آباد	r	۰/۰۶۶	۰/۲۸۶**	۰/۰۰۲	۰/۲۴۷	۰/۱۷۴	۰/۰۸۰
شاخص SDI محمد آباد	P value	۰/۳۷۰	۰/۰۰۰	۰/۹۸۲	۰/۴۳۹	۰/۵۹۰	۰/۸۰۵
شاخص SDI بغداد آباد	r	۰/۰۳۰	۰/۱۶۴*	۰/۲۲۶**	۰/۱۴۶	۰/۳۳۱	۰/۲۸۹
شاخص SDI بغداد آباد	P value	۰/۶۸۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۶۵۱	۰/۲۹۳	۰/۳۶۳
شاخص SDI حسین آباد	r	۰/۰۰۶	۰/۱۳۷	۰/۱۱۲	۰/۴۱۴	۰/۲۶۹	۰/۱۴۴
شاخص SDI حسین آباد	P value	۰/۹۴۰	۰/۰۶۱	۰/۱۲۹	۰/۱۸۱	۰/۳۹۸	۰/۶۵۵
شاخص SDI ابراهیم آباد	r	۰/۰۶۸	۰/۰۴۵	۰/۱۱۳	۰/۰۴۶	۰/۲۳۲	۰/۴۴۴
شاخص SDI ابراهیم آباد	P value	۰/۳۵۵	۰/۵۳۹	۰/۱۲۴	۰/۱۹۱	۰/۴۶۹	۰/۱۴۸
شاخص SDI چشمه طزنج	r	۰/۳۸۹**	۰/۷۵۵**	۰/۰۳۹	۰/۳۳۵	۰/۰۴۷	۰/۲۱۶
شاخص SDI چشمه طزنج	P value	۰/۰۰۰	۰/۵۹۶	۰/۴۹۳	۰/۲۸۷	۰/۸۸۵	۰/۵۰۱
شاخص SDI ارزاندازون	r	۰/۰۰۳	۰/۰۸۳	۰/۰۳۹	۰/۰۳۰	۰/۰۹۲	۰/۲۱۳
شاخص SDI ارزاندازون	P value	۰/۹۷۲	۰/۲۶۱	۰/۵۹۵	۰/۹۲۵	۰/۷۷۷	۰/۵۰۶

\*\* معنی داری در سطح ۱ درصد، \* معنی داری در سطح ۵ درصد

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 تأثیر پروژه بر آبدهی قنوات خود بسیار زیاد، ۲۱/۴ درصد زیاد، ۲۸/۶ درصد متوسط و ۴۲/۹ درصد تأثیر پروژه را خیلی کم ارزیابی نمودند. این نتایج نیز به دلیل هم‌زمانی ترسالی‌ها و آبدگیری 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، تأثیر 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.

بررسی دبی استاندارد شده قنوات منطقه نشان داد که آبدهی قنوات منطقه مانند صادق آباد، ابراهیم آباد، ارزندازون، بغداد آباد و چشمه طرنج 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 می‌باشد. شاخص SPI در سطح ۵ درصد با حجم سیلاب معنی‌دار بود و وقوع سیلاب بیشتر در ترسالی‌ها را تأیید 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 طرنج نیز با شاخص SPI با یکسال تاخیر همبستگی نشان داد. بررسی ماهانه شاخص SDI قنات صادق آباد، محمد آباد و بغداد آباد نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار با شاخص SPI ماهانه با به ترتیب ۳، ۳ و ۳ ماه تاخیر می‌باشد. وجود همبستگی شاخص SPI و شاخص SDI با تاخیر زمانی با تحقیق اکرامی

## منابع

1. Bayat Movahed, F. and H. Shami. 2003. The impact of flood spreading on groundwater resources in Sohryan 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. Berendtsen 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).

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

Mohammad Reza Fazel Pour aghdai<sup>1</sup>, Hossein Malekinezhad<sup>2</sup>, Mohammad Reza Ekhtesasi<sup>3</sup> and Jalal Barkhordari<sup>4</sup>

---

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 Myankoooh 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 increasing 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