Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems

Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Effect of flood spreading on the quality and quantity of groundwater oscillation at Tokahour– Hashtbandi Plain- South of Iran

Ferial Abshiri[1], Ommolbanin Bazrafshan[2*], Mehdi Biniaz[3]

1. Former M.Sc. Student, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, Email: ferialabshiri@gmail.com
2. Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, Email: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, Email: mbiniaz@hormozgan.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history

Received: 03 May 2024

Revised: 23 May 2024

Accepted: 10 June 2024

Published online: 16 November 2024

Keywords:
Water spreading, Groundwater Drought, Petit test.

ABSTRACT

This research aims to investigate the effect of flood spreading on the quantity and quality of groundwater in the Tokahour-Hashtbandi plain. For this purpose, first, SPI was calculated in time scales of 1 to 48 months for the existing rain gauge station in the region. The GRI index was calculated using the groundwater level data in the next step. Then, three wells with conventional names A1 to A3 were selected to evaluate quantitative changes. Five wells B1 to B5 were also selected for qualitative evaluation as they had the closest position to the flood spreading area. Then, using the Petit test, the time of the flood's impact on the quantitative and qualitative resources was determined. Also, by dividing the statistical period into two parts, the time before the impact of flood spreading and after the impact of flood spreading, using linear regression analysis, the slope of changes of GRI, EC, and SAR index for both times was done for the selected wells. In the next step, using correlation analysis and linear analysis, the effect of flood spreading on the sensitivity of groundwater resources to drought was evaluated. The results showed that the time of flood spreading effect on the level of three wells A1, A2, and A3 is 2009, 2009, and 2012, respectively, which is not statistically significant. Also, the time of flood spreading effect on EC values of wells B1, B2, B3, and B5 in 2007, 2009, 2013, and 2009 respectively, and on SAR values of well B1 in 2010 was determined. The results of the evaluation of the effect of flood spreading on the quantity of groundwater show the improvement of all three selected wells and the reduction of the slope of EC changes, but it did not have much effect on SAR. The results of the evaluation of the effect of flood spreading on the sensitivity of the groundwater quantity to drought showed that the flood spread has reduced the sensitivity of the GRI and EC index to drought in the selected wells, but it has not been able to reduce the sensitivity of SAR to drought.

Citation: Abshiri, F., Bazrafshan, O., & Biniaz, M. (2024). Effect of flood spreading on the quality and quantity of groundwater oscillation at Tokahour– Hashtbandi Plain- South of Iran, *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 12(3), 1-18.
DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association
© Author(s)

* **Corresponding author:** Ommolbanin Bazrafshan
Address: Faculty of Agriultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
Tel: +987633711049
Email: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Effect of flood spreading on the quality and quantity of groundwater oscillation at Tokahour– Hashtbandi Plain- South of Iran

Ferial Abshiri[1], Ommolbanin Bazrafshan[2*], Mehdi Biniaz[3]

1. Former M.Sc. Student, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, Email: ferialabshiri@gmail.com
2. Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, Email: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran, Email: mbiniaz@hormozgan.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Various plans have been made to strengthen these reserves due to the increase in population and the lack of rainfall in arid and semi-arid areas and considering the importance of groundwater sources. One of the mentioned plans is the creation and construction of flood-spreading projects. It is necessary to check the performance of these projects and it makes the next similar projects to be done more accurately and correctly. This research aims to investigate the effect of flood spreading on changes in the quantity and quality of groundwater in the Toukahour - Hashtbandi plain.

Methodology: For this purpose, first, SPI was calculated using time scales of 12, 18, 24, 30, 36, 42, and 48 months at Cheraghabad Jaghin station. In the next step, three wells with conventional names A1 to A3 were selected to evaluate quantitative changes. Five wells with conventional names B1 to B5 were selected for qualitative evaluation as they had the closest position to the flood-spreading area. In the next step, the GRI index was calculated. Then, using Petit's test, the time of flood spreading effect on quantitative and qualitative resources was determined. Then, by dividing the statistical period into two parts, the time before the impact of flood spreading and after the impact of flood spreading, using linear analysis, the slope of changes in GRI, EC, and SAR index for both times was done for the selected wells. In the next step, the effect of flood spreading on the sensitivity of groundwater resources to drought was evaluated using correlation analysis and linear analysis.

Results and Discussion: The results showed that the time of flood spreading affects the quantity of three wells A1, A2, and A3 in 2009, 2009, and 2012 respectively. Also, it was not possible to determine the time of flood spreading effect for the EC values of well B4 and for SAR values in wells B2 to B5 due to the non-significance of the Pettit test. For this reason, these wells were excluded from the analysis. The time of flood spreading effect on EC values of wells B1, B2, B3, and B5 was determined in 2007, 2009, 2013, and 2009 respectively, and on SAR values of well B1 in 2010. The results of the evaluation of the effect of flood spreading on the quantity of groundwater show the improvement of all three selected wells due to the effect of flood spreading. Besides, the spread of flood effect on water EC changes indicates a decrease in the slope of EC changes due to flood spread. However, flood spreading has not had much effect on SAR. The results of the evaluation of the effect of flood spreading on the sensitivity of groundwater quantity to drought showed that flood spreading has reduced the sensitivity of GRI and EC index to drought in selected wells, but it has not been able to reduce the sensitivity of SAR to drought.

Conclusion: It can be concluded that flood spreading has caused a slight improvement in water resources. In other words, the spread of floods, although with a time delay, affects the groundwater level in the downstream areas. This effect has different intensities according to the distance of the flood spreading area and environmental characteristics, including soil characteristics, etc. Also, flood spreading has reduced the salinity trend in water sources and reduced the intensity of changes after the start of the flood spreading effect. Another benefit of flood spreading is reducing the sensitivity of water resources to drought. This point is very important in the management of water resources. However, the effect of flooding on each quality indicator of water resources is different.

[*] **Corresponding author:** Ommolbanin Bazrafshan
Address: Faculty of Agriultural and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
Tel: +987633711049
Email: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
Online ISSN: 1531-2783 Print ISSN: 5970-2423

Ethical Considerations

Data availability statement: The datasets are available upon a reasonable request to the corresponding author.
Funding: No fund was received.

Authors' contribution: **F.A.:** Data collection, Methodology, and data analysis; **O.B.:** Data analysis; **M.B.:** Data analysis.

Conflicts of interest: The authors declare no competing interests.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems
مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران ایران
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در دشت توکهور –هشت‌بندی– جنوب ایران

فریال آبشیری[۱]، ام‌البنین بذرافشان*[۲]، مهدی بی‌نیاز[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران، Ferialabshiri@gmail.com
۲. استاد، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران، o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir
۳. استادیار، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران، mbiniaz@hormozgan.ac.ir

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۰۲ اردیبهشت ۱۴۰۳
بازنگری: ۰۳ خرداد ۱۴۰۳
پذیرش: ۲۱ خرداد ۱۴۰۳
انتشار برخط: ۲۶ آبان ۱۴۰۳

واژه‌های کلیدی:
آب زیرزمینی، آزمون پتیت، پخش سیلاب، خشکسالی

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی دشت توکهور–هشت‌بندی است. به این منظور ابتدا SPI در مقیاس‌های زمانی ۱تا ۴۸ ماهه برای ایستگاه بارانسنجی موجود در منطقه محاسبه و در مرحله بعد شاخص GRI با استفاده از داده تراز آب محاسبه شد. سپس سه چاه با نام‌های قراردادی A1 تا A3 به‌منظور ارزیابی تغییرات کمی و پنج چاه B1 تا B5 برای ارزیابی کیفی که نزدیک‌ترین موقعیت را به محدوده پخش سیلاب داشتند، انتخاب شدند. سپس با استفاده آزمون پتیت، زمان تاثیر پخش سیلاب بر منابع کمی و کیفی تعیین شد. هم‌چنین با تقسیم دوره آماری به دو بخش زمان قبل از تاثیر پخش سیلاب و بعد از تاثیر پخش سیلاب، با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی، شیب تغییرات شاخص GRI، EC و SAR برای هر دو زمان برای چاه‌های انتخابی انجام شد. در مرحله بعد با استفاده تحلیل همبستگی و تحلیل خطی، اثر پخش سیلاب بر حساسیت منابع آب زیرزمینی به خشکسالی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که زمان تاثیر پخش سیلاب بر تراز سه چاه A1، A2 و A3 به‌ترتیب سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱ است که از نظر آماری معنی‌دار نیست. هم‌چنین زمان تاثیر پخش سیلاب بر مقادیر EC چاه‌های B1، B2، B3 و B5 به‌ترتیب سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۸، ۱۳۹۲ و ۱۳۸۸ و بر مقادیر SAR چاه B1 سال ۱۳۸۹ تعیین شد. نتایج ارزیابی اثر پخش سیلاب بر کمیت آب زیرزمینی نشان از بهبود هرسه چاه انتخابی و کاهش شیب تغییرات EC دارد، اما تاثیر چندانی بر SAR نداشته است. نتایج ارزیابی اثر پخش سیلاب بر حساسیت کمیت آب زیرزمینی به خشکسالی نشان داد که پخش سیلاب باعث کاهش حساسیت شاخص GRI و EC به خشکسالی در چاه‌های انتخابی شده است، اما نتوانسته باعث کاهش حساسیت SAR به خشکسالی شود. در نهایت نتایج این تحقیق اثبات نمود، عملیات استحصال آب بروی کیفیت و کمیت آب زیرزمینی تاثیر مثبتی دارد و ادامه روند این روش‌ها در سایر مناطق مشابه پیشنهاد می‌شود.

استناد: آبشیری، فریال، بذرافشان، ام‌البنین، و بی‌نیاز، مهدی. (۱۴۰۳). بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در دشت توکهور –هشت‌بندی– جنوب ایران. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۲(۳)، ۱–۱۸.

DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

© نویسندگان
CC BY NC

* **نویسنده مسئول:** ام‌البنین بذرافشان
نشانی: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
تلفن: ۹۸۷۶۳۳۷۱۱۰۴۹ +
پست الکترونیکی: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

مقدمه

امروزه با توجه به نیاز انسان به آب، تلاش برای رسیدن به منابع آبی پایدار امری ضروری است. ایران که غالب مناطق آن دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است از جمله کشورهایی به حساب می‌آید که در چند سال اخیر به‌دلیل افزایش بهره‌برداری از منابع آب و عدم مدیریت صحیح منابع آب موجود با مسئله بحران آب مواجه است (متقیان و همکاران، ۱۴۰۲). امروزه با توجه به وجود خشکسالی و بروز سیلاب‌ها و رواناب‌ها در کشور ضرورت آبخیزداری و آبخوان‌داری به‌عنوان بهترین و علمی‌ترین روش مدیریت پایدار منابع آب بیش از هر زمان دیگری اهمیت دارد (جعفری و بیات، ۱۴۰۱). فعالیت‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری در حوزه‌های آبخیز می‌تواند به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم در نفوذ بخشی از آب حاصل از بارش به خاک نقش داشته باشد (متقیان و همکاران، ۱۴۰۲). پخش سیلاب راهکاری مرسوم و پرکاربرد برای ذخیره سازی و استحصال آب‌های سطحی، در آبخیزداری و آبخوان‌داری محسوب می‌شود. فن و دانش پخش سیلاب عبارت از استحصال پخش رواناب سطحی و متمرکز کردن سیلاب‌ها در عرصه‌های مشخص برای مقاصد چندمنظوره شامل زراعت سیلابی، تولید چوب و ایجاد محیط‌های سبز، اصلاح خاک، احیای مراتع، تولید علوفه و تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی آبخوان‌ها است (سررشته‌داری و همکاران، ۱۴۰۱). پیشینه پخش سیلاب بر زمین‌های مجاور رودها به چند هزار سال می‌رسد (حبیبیان و همکاران، ۱۴۰۲). پخش سیلاب در دشت‌ها باعث می‌شود جریان سیل فرصت نفوذ بیش‌تری به داخل خاک داشته باشد و سفره‌های آب زیرزمینی را تغذیه کند (گرگانلی دوجی و همکاران، ۱۴۰۰). در سالیان اخیر با توجه به برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، اغلب دشت‌های ایران با افت سطح ایستابی مواجه شده‌اند. پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی راهکاری مناسب برای نفوذ آب به درون زمین و تقویت سفره‌های آب زیرزمینی است (کریمی و حیات‌نیا، ۱۳۹۷). علاوه‌بر این انجام آن باعث جلوگیری از گسترش بیابان‌ها و افزایش تولیدات کشاورزی و باغی می‌شود و از نشست زمین جلوگیری می‌کند (گرگانلی دوجی و همکاران، ۱۴۰۰).

تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب به‌منظور تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی یکی از روش‌های مرسوم و نسبتاً قدیمی در ایران بوده که اخیراً با پیشرفت علم و دستیابی به تکنولوژی جدید روند سریع‌تری به خود گرفته است (مسلمی و همکاران، ۱۳۹۴). اهمیت پخش سیلاب در کشور ایران بیش‌تر به این خاطر است که بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع آب و خشکسالی‌های اخیر سطح آب سفره‌های زیرزمینی را به سرعت پایین برده است، بنابراین در کشوری مانند ایران که جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و اجرای طرح‌های آبخیزداری در جهت حفاظت آب و خاک بسیار ضروری به نظر می‌رسد، بررسی عملکرد این طرح‌ها ضروری است و باعث می‌شود تا طرح‌های مشابه بعدی دقیق‌تر و صحیح‌تر انجام شوند (طالبی و همکاران، ۱۴۰۱).

تاکنون مطالعات زیادی در مورد اثرات پخش سیلاب بر منابع آب از دیدگاه مختلف در سطح ایران و جهان انجام شده است. از جمله مصطفائی و همکاران (۱۳۹۶) در ارزیابی نقش طرح پخش سیلاب سرچاهان هرمزگان در تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی نشان دادند که تراز آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای واقع در عرصه بعد از سیل‌گیری‌های اولیه افزایش نسبی داشته‌اند، به‌طوری که آب نمود چاه مشاهده‌ای واقع در عرصه پخش، افزایش شایان توجهی حدود ۱/۳۴ متر را نشان می‌دهد. کریمی و حیات نیا (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر پخش سیلاب موسیان بر آبخوان منطقه بر اساس اطلاعات پیزومترها پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها آثار مثبت پخش سیلاب در کاهش چشم‌گیر افت تراز آب‌های زیرزمینی را نشان داد. دهمرده قلعه‌نو و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی تأثیر پخش سیلاب کوه خواجه سیستان به این نتیجه رسیدند که پخش سیلاب باعث کاهش معنادار اسیدیته و هدایت الکتریکی شده است. جهان‌تیغ و جهان تیغ (۱۳۹۹) در تحقیقی به بررسی تأثیر سیلاب‌های ورودی از کشور افغانستان بر تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سیستان پرداختند. نتایج بررسی یاد شده در مورد هیدروگراف واحد دشت نشان داد سطح آب بعد از سیلاب ۲/۱۶ متر افزایش داشته است. هم‌چنین مشخص شد که ورود جریان‌های سیلابی سبب کاهش معنادار EC شده اما کاهش مقدار pH از نظر آماری معنادار نبوده است. طالبی و همکاران (۱۴۰۱) تاثیر احداث پخش سیلاب در آبدهی قنوات پایین‌دست پخش سیلاب مهریز یزد پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که اجرای طرح بر کاهش تعداد سیلاب‌ها و افزایش آبدهی قنوات پایین‌دست تأثیر مثبت داشته است. پاک‌پرور و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به اندازه‌گیری مستقیم و شبیه‌سازی اثر میزان سیلاب بر نرخ تغذیه آبخوان در پخش سیلاب گربایگان پرداختند. نتایج نشان داد که نسبت تغذیه بین ۲۶-۸۴ درصد با میانگین ۵۵ درصد برای کل وقایع و ۸۴ – ۶۳ درصد با میانگین ۷۵ درصد برای سیل‌های بزرگ (با ارتفاع ماندابی بیش از ۵۰ سانتی‌متر و در طول بیش از ۲۴ ساعت) است. پورامینی و همکاران (۱۴۰۲) در بررسی اثر پخش سیلاب بر کیفیت اب زیرزمینی در آبخوان هرات گزارش دادند، این عملیات سبب کاهش EC و اثرات مثبتی بر کیفیت آب داشته است.

در سطح بین‌المللی، Zheng و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از روش تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی برای مدیریت منابع آب در سین کیانگ کشور چین اظهار داشته‌اند که در مناطق خشک و نیمه‌خشک تأثیر پخش سیلاب همراه با تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها با در نظر گرفتن منافع جانبی آن بهترین گزینه برای ذخیره آب در سرزمین‌های خشک است. طی پژوهشی Abraham و Mohan (۲۰۱۵) گزارش دادند که

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

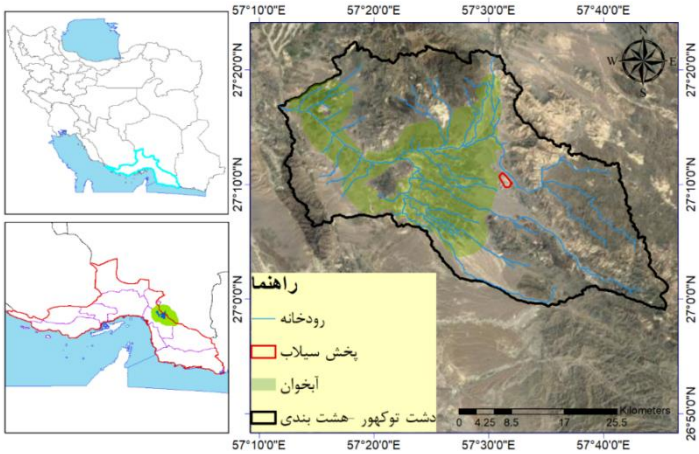
تغذیه مصنوعی باعث افزایش دو برابری سطح آب زیرزمینی در کشور هند شده است Masoud و همکاران (۲۰۱۹) در ارزیابی پتانسیل تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در مناطق ساحلی در جنوب غربی کشور عربستان اظهار داشته‌اند که بعد از وقوع بارش شدید ماه اوت ۲۰۱۶ سطح آب زیرزمینی به‌طور متوسط بیش از ۲/۲۵ متر افزایش یافته است. Hassan و Ghazi (۲۰۲۳) در شبیه‌سازی اثر تغذیه مصنوعی بر آبخوان الدیبیه در عراق گزارش دادند، عملیات استحصال و تغذیه آبخوان سبب توسعه ۹۳ کیلومترمربعی اراضی کشاورزی خواهد شد. Rajaeia و همکاران (۲۰۲۴) در بررسی اثر تغذیه مصنوعی بر کیفیت و کمیت آب زیرزمینی دشت هشتگرد گزارش دادند، تغذیه مصنوعی سبب کاهش قابل توجهی از نیترات و سولفات شده است.

به‌طور کلی در هر پروژه اجرایی، پایش و پژوهش به‌منظور ارزیابی عملکرد و برآورد میزان موفقیت از مهم‌ترین ارکان کار است. هدف از انجام عملیات پایش به‌دست آوردن پیوسته اطلاعات است، به‌طوری‌که دینامیک رفتار و پویایی سامانه را بتوان به‌دست آورد. رسیدن به این هدف، مدیران را در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های از پیش تعیین‌شده یاری خواهد کرد در کنار بحث پایش، ارزیابی و ارزش‌گذاری و شناسایی موفقیت و یا عدم موفقیت اجرای یک پروژه بر اساس اهداف اولیه، بسیار مهم و کلیدی خواهد بود (سررشته‌داری و همکاران، ۱۴۰۱). دشت توکهور–هشت‌بندی از جمله دشت‌های کلیدی استان هرمزگان در تولید محصولات کشاورزی از جمله صیفی‌جات خارج از فصل است و طی سه دهه گذشته تاکنون، سطح زیرکشت اراضی کشاورزی بیش از سه برابر افزایش داشته است (مسلمی، ۱۳۹۸)، لذا این توسعه سبب افت قابل ملاحظه کیفیت و کمیت آب شده است. از طرفی طرح پخش سیلابی که در سال ۱۳۸۴ توسط اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان به بهره‌برداری رسید، توانست تاحد زیادی افت آبخوان را جبران نماید، اما در کنار آن توسعه اراضی کشاورزی نیز ادامه یافت اما این طرح در هرصورت می‌تواند افت کمیت و کیفیت این آبخوان را تاحدودی جبران نماید. تاکنون مطالعه‌ای که به بررسی اثر همزمان پخش سیلاب بر کمیت و کیفیت این آبخوان پرداخته باشد، مشاهده نشده است. لذا هدف از این پژوهش ارزیابی اثر پخش سیلاب بر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در دشت توکهور –هشت‌بندی است.

مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز د شت توکهور –ه شت بندی در فا صله ۱۷۰ کیلومتری شرق ا ستان هرمزگان و در حدفا صل شهر ستان‌های میناب و رودان بین طول‌های ۵۷ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۴۵ دقیقه شـرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۲۷ دقیقه شـمالی واقع شده ا ست (شکل ۱). م ساحت د شت توکهور –ه شت‌بندی برابر با ۶۲۰/۷ کیلومترمربع بوده که در حدود ۵۶۴ کیلومترمربع آن را نواحی کوهستانی و مابقی آن را نواحی دشتی تشکیل می‌دهند.



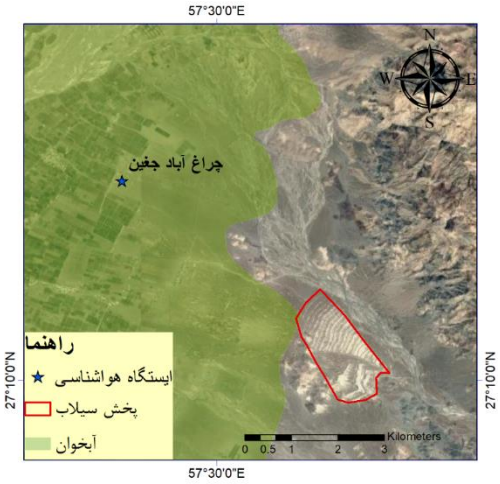
شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی دشت توکهور –هشت بندی

Figure 1- Geographical location map of Tokhor - Hashtbandi Plain

با توجه به شرایط زمین‌شناسی منطقه وضعیت رسوبات آبرفتی و موقعیت چاه‌های بهره‌برداری، وسعت سفره آبرفتی تشکیل‌شده در این محدوده برابر با ۲۷۹/۴ کیلومترمربع است. این دشت از شمال به کوه اسپیر، کتارون از شرق و جنوب شرقی به کوه‌های بشاگرد و از شمال شرقی به حوزه آبخیز رودخانه منوجان و کوه‌های بشاگرد و از جنوب به حوزه آبخیز رودخانه سرنی و از غرب و شمال غربی به کوه درگیر محدود می‌شود. حدود ۳۵۰۰۰ نفر در این دشت زندگی می‌کنند که نظام اقتصادی این منطقه بر پایه فعالیت در بخش کشاورزی استوار است و مشخصه‌های اقتصاد روستایی را داراست، به‌طوری که حدود ۹۷ درصد از حجم آب برداشت‌شده از سفره آب زیرزمینی صرف فعالیت‌های کشاورزی می‌شود (مسلمی،

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

۱۳۹۸). در سال ۱۳۸۴ اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان هرمزگان سیستم پخش سیلاب دهندر را به‌منظور هدایت سیلاب‌های فصلی به زیرزمین و تغذیه سفره‌های زیرزمینی منطقه احداث نمود (شکل ۲). طبق گزارش جهاد کشاورزی، اراضی کشاورزی در این دشت طی سه دهه گذشته سه برابر شده است.



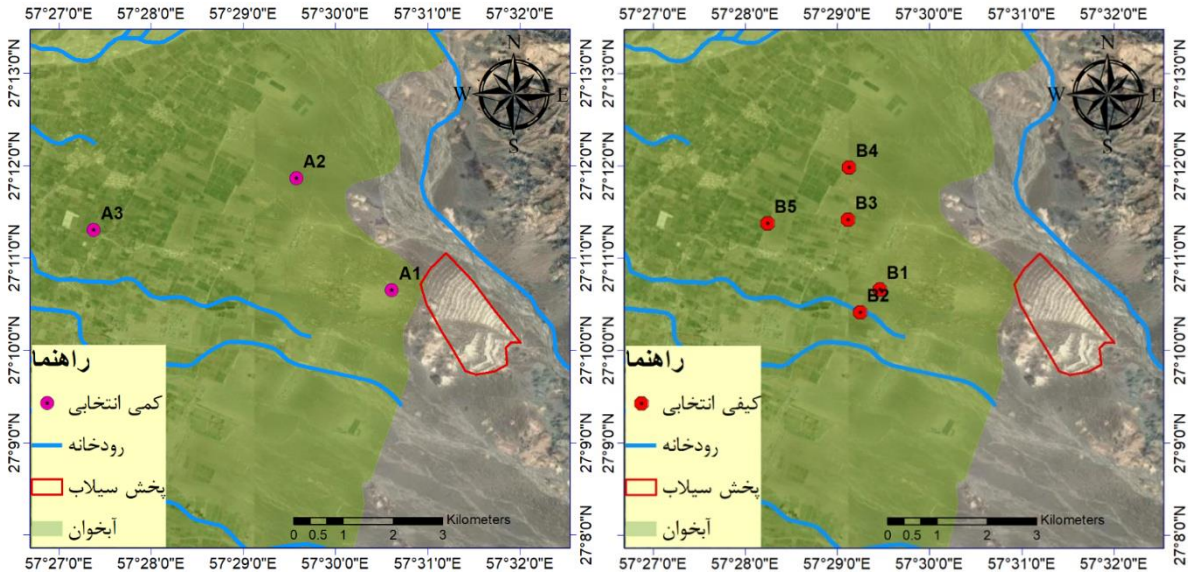
شکل ۲- نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده پخش سیلاب و ایستگاه هواشناسی مورد استفاده

Figure 2– The geographic location of the flood spreading project and the used meteorological station

روش تحقیق

۱- انتخاب چاه‌های اندازه‌گیری متغیرهای کیفی و کمی

با توجه به هدف اصلی این پژوهش که بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی است، درانتخاب منابع آب زیرزمینی انتخابی جهت مطالعات کمی و کیفی باید توجه داشت که این منابع نزدیک‌ترین فاصله را تا محدوده پخش سیلاب داشته باشند و از طرف دیگر از جریان‌های سطحی دیگر تا حد امکان دور باشند. لذا با توجه به این دو معیار سه چاه جهت مطالعات کمیت آب (با نام اختصار A1 تا A3) و پنج چاه جهت مطالعات کیفی آب (با نام اختصار B1 تا B5) انتخاب شد. شکل (۳) موقعیت این چاه‌های انتخابی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری کمیت(سمت راست) و کیفیت (سمت چپ) منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

Figure 4– Location of selected qualitative (right) and quantitative (left) groundwater resources in the study area

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

۲- محاسبه شاخص SPI[۱]

در سال ۱۹۹۳ محققان دانشگاه کلرادو شاخص خشک‌سالی جدیدی به نام شاخص بارش استانداردشده SPI را توسعه دادند (Mckee et al., 1993). شاخص بارش استانداردشده SPI یک شاخص قوی در تحلیل داده‌های بارش است. هدف این شاخص، اختصاص ارزش عددی به بارش است تا به‌توان مناطقی با اقلیم کاملاً متفاوت را مقایسه نمود. مقادیر SPI مثبت حاکی از بارش بیش از مقدار بارندگی میانگین و مقادیر SPI منفی نشانگر بارندگی کم‌تر از مقدار میانگین است (Edwards & McKee, 1997). مقادیر بارش ماهانه با استفاده از رابطه ۱ و ۲ بر توزیع گاما برازش داده شده و احتمال تجمعی توزیع گاما محاسبه و سپس تغییر شکل هم احتمال تجمعی توزیع گاما به توزیع نرمال صورت می‌گیرد و در مرحله نهایی متغیر Z نرمال استاندارد شده یا SPI رابطه ۳ مربوط به هر مقدار بارش در سطوح هم احتمال از منحنی احتمالات تجمعی نرمال استخراج می‌شود.

$$g(x) = \frac{1}{B^{\alpha}.\Gamma(\alpha)}.x^{\alpha-1}.e^{-X/B} \quad (۱)$$

α پارامتر شکل و β پارامتر مقیاس است. x مقدار دبی و $\Gamma(\alpha)$، تابع گاما بوده و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1}e^{-y}dy \quad (۲)$$

$$SPI_{i,k} = \frac{P_{i,k} - \overline{P_k}}{SD_k} \quad (۳)$$

$P_{i,k}$: مقدار باران در ماه i ام و مقیاس K ام (۳، ۶، ۹ تا ۴۸ ماهه)؛ $\overline{P}_k$: مقدار متوسط دبی در مقیاس k ام و SD_k: انحراف معیاردر مقیاس K ام (McKee et al., 1993). جدول (۱) طبقات SPI را نشان می‌دهد.

جدول ۱- طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس SPI

Table 1- Classification of drought based on the SPI

طبقه‌بندی	دامنه SPI
ترسالی فوق العاده شدید	SPI >2
ترسالی شدید	1.5<SPI <2
ترسالی متوسط	1<SPI <1.5
ترسالی ملایم	0.5<SPI <1
نرمال	-0.5<SPI <0.5
خشکسالی ملایم	0 < SPI < -0.5
خشکسالی متوسط	-1< SPI < -1.5
خشکسالی شدید	-1.5 < SPI < -2
خشکسالی فوق‌العاده شدید	SPI < -2

۳- محاسبه شاخص GRI[۲]

شاخص منبع آب زیرزمینی GRI توسط Mendicino و همکاران (۲۰۰۸) معرفی و ارزیابی شد. این شاخص می‌تواند جهت ارزیابی وضعیت سفره آب زیرزمینی و هم‌چنین ارزیابی واقعی از میزان ذخیره آبخوان به کار رود. می‌توان گفت GRI شاخصی است که بر مبنای مقادیر عمق سطح ایستابی در مقیاس ماهانه و سالانه محاسبه می‌شود. در محاسبه این شاخص از آمار بلندمدت سطح ایستابی سفره آب زیرزمینی در نقاط مختلف سفره استفاده شد. شاخص GRI از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Mendicinio et al., 2008).

$$GRI = \frac{D_i - \overline{D}}{SD} \quad (۴)$$

در این معادلات Di ارزش عمق سطح ایستابی در دوره مورد نظر، $\overline{D}$ میانگین عمق سطح ایستابی، SD، انحراف معیار داده است. لازم به ذکر است که میانگین عمق سطح ایستابی برای محاسبه شاخص GRI در محیط نرم‌افزار R4.3.2 استفاده شد.

٤- تعیین زمان تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب

در این پژوهش به‌منظور تعیین زمان تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب بر چاه‌های انتخابی از آزمون پتیت استفاده شده است. یکی از مهم‌ترین روش‌های آماری در تشخیص یک نقطه، تغییر در سری زمانی آزمون پتیت (Pettitt, 1979) است. این آزمون برای تعیین زمان تغییر در

۱- Standardized Precipitation index

۲- Groundwater Resource Index

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

سری‌های زمانی اقلیمی و هیدرولوژیکی در سراسر جهان بسیار مرسوم است (Love et al., 2010; Moraes, 1998; Mu et al., 2007). دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی هیدروکلیماتولیکی Xi را در نظر بگیرید، که i=1,…..,τ باشد. زمانی آزمون پتیت تغییر در نقطه τ را معنی‌دار می‌داند که Xt برای (i=1,…..,τ) (رابطه ۶) دارای Xt تابع توزیع F1 (x) و برای (t= τ+1, τ+2, τ+3, …, T) دارای تابع توزیع F2 (x) بوده (رابطه ۷) و F1 (x)≠F2 (x) باشد. این آزمون دو فرض H0:τ=T برای عدم وجود تغییر و H1:τ≠T برای وجود روند را مقابل هم و آماره KT را برای آزمون دو نمونه (X1,….,Xt و X (t+1), ….., Xt) (رابطه ۸) از یک جامعه در نظر می‌گیرد (Pettitt, 1979).

$$K_T = Max\left|U_{t,T}\right|, 1 \le t < T \quad (۵)$$

$$U_{t,T} = \sum_{i=1}^{t}\sum_{j=t+1}^{T} sgn(X_i - X_j) \quad (۶)$$

که در آن

$$\text{sign}(x_i\text{-x}_j) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_i - x_j) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_i - x_j) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_i - x_j) < 0 \end{cases} \quad (۷)$$

احتمال اهمیت تقریبی K_T با P_{OA} تعیین می‌شود به‌صورت رابطه (۸) محاسبه می‌شود.

$$P_{OA} = 2\, exp\left\{\frac{-6(K^+)^2}{(T^3+T^2)}\right\}; T \to \infty \quad (۸)$$

به‌طوری‌که POA احتمالی از تشخیص نقطه تغییر است. سطح معنی‌داری در پژوهش حاضر ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. آزمون پتیت در نرم‌افزار R انجام شد.

۵- تعیین زمان تاثیر پخش سیلاب بر کیفیت آب زیرزمینی

پس از تعیین زمان تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب (کمی، EC و SAR به‌صورت جداگانه) داده‌های کمی و کیفی به دو بخش قبل و بعد از تاثیر پخش سیلاب طبقه‌بندی شدند. سپس با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی و برمبنای شیب تغییرات در واحد زمان تغییر رفتار شاخص‌های GRI، EC و SAR در قبل و بعد از زمان تاثیر پخش سیلاب، اثر آن بر کمیت و کیفیت منابع آب بررسی شد. در این تحلیل شاخص‌های GRI، EC و SAR متغیر وابسته و زمان متغیر مستقل است. در بخش بعد رگرسیون خطی به‌طور کامل تشریح خواهد شد.

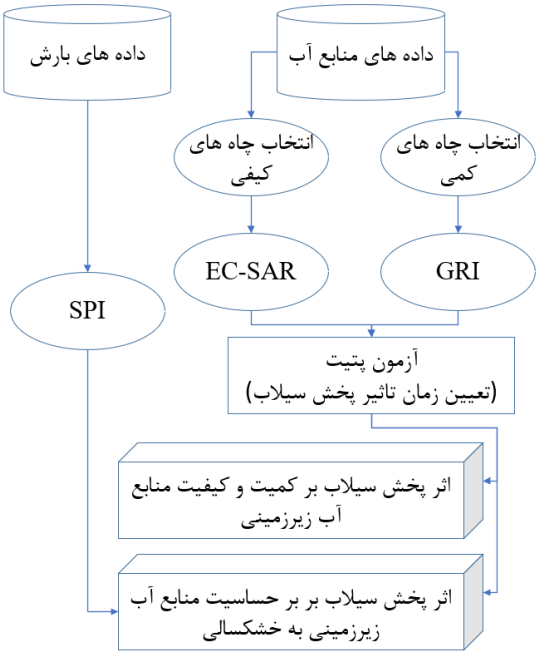
٦- ارزیابی اثر پخش سیلاب بر حساسیت منابع آب زیرزمینی به خشکسالی

به‌منظور ارزیابی اثر پخش سیلاب بر حساسیت منابع آب زیرزمینی به خشکسالی، ابتدا همبستگی پیرسون هریک از شاخص‌های GRI، EC و SAR چاه‌های انتخابی با SPI در مقیاس‌های زمانی ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۲ و ۴۸ ماهه محاسبه شده و بهترین همبستگی انتخاب شد. مقدار ضریب همبستگی بین ۱- تا ۱ تغییر می‌کند که ۱+ به معنای همبستگی مثبت کامل، صفر به معنی عدم همبستگی و ۱- به معنی همبستگی منفی کامل است (طالبی و همکاران، ۱۴۰۱). لازم به ذکر است که شاخص‌های GRI، EC و SAR در هریک از چاه‌های انتخابی متغیر وابسته و شاخص SPI متغیر مستقل هستند. محاسبه همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS 20 انجام شد.

در مرحله بعد شیب تغییرات متغیرهای وابسته نسبت به متغیرهای مستقل با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی محاسبه شد. تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی می‌تواند برای شبیه‌سازی روند تغییرات استفاده شود (Tang et al., 2017). این روش مشخص می‌کند که چه رابطه خطی بین تمام داده‌های یک متغیر وابسته با داده‌های متناظر شاخص مستقل وجود دارد. به‌طور کلی، اگر شیب بزرگ‌تر از صفر باشد، متغیر وابسته هم جهت با متغیر مستقل تغییر می‌کند. در حالی‌که اگر شیب کوچک‌تر از صفر باشد، متغیر وابسته در خلاف جهت متغیر مستقل تغییر می‌کند. هرچه اندازه شیب تغییرات بیش‌تر باشد شدت تغییرات متغیر وابسته نسبت به تغییرات متغیر مستقل بیش‌تر است (طالبی و همکاران، ۱۴۰۱). مراحل تحقیق در شکل ۴ ارائه شده است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]



شکل ٤- نمودار خلاصه‌ای از مراحل روش تحقیق

Figure 4– A summary diagram of the steps of the research method

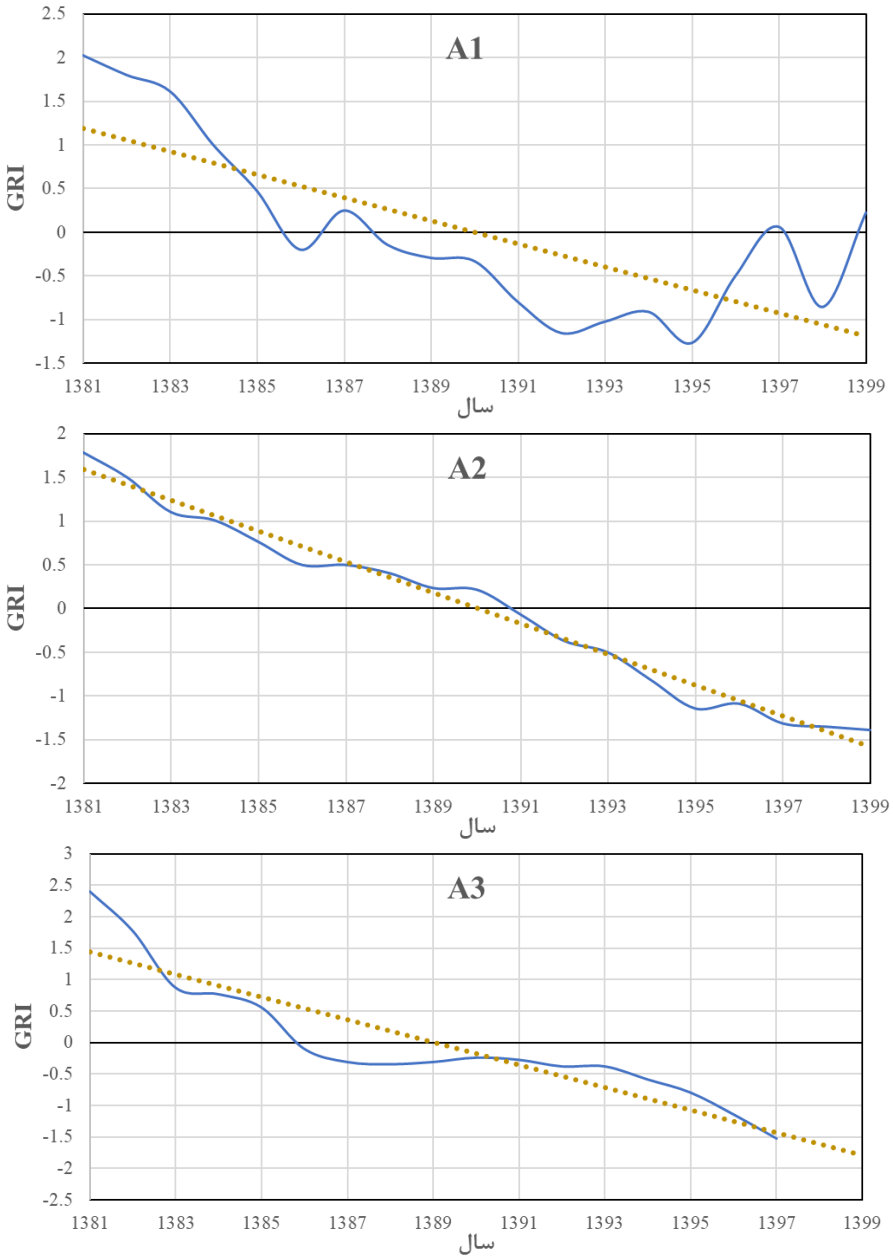
نتایج و بحث

تغییرات GRI در سه چاه اندازه‌گیری کمیت آب در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس نتایج چاه A1 که نزدیک‌ترین به منطقه پخش سیلاب است، از سال ۱۳۸۶ وارد فاز خشکسالی و نزول شده است و تا پایان دوره آماری نیز به روند کاهشی خود ادامه داده است. در A2 این تغییرات از سال ۱۳۹۱ و در A3 از سال ۱۳۸۵ آغاز می‌شود. در واقع این تغییرات نماینده افت تراز آب زیرزمینی در اثر برداشت و استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در دشت است. همان‌طور که پیشتر گفته شد، به‌منظور تعیین زمان تاثیر پخش سیلاب بر منابع آب از آزمون پتیت استفاده شد. جدول (۲) نتایج آزمون پتیت را برای سه منبع کمی انتخابی نشان می‌دهد. لازم به یادآوری است که که سطح معنی‌داری آزمون پتیت در این پژوهش ۰/۹۵ درصد نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آزمون پتیت به‌ترتیب در هر سه چاه A1، A2 و A3 آزمون پتیت معنی‌دار شده است که با توجه به p-value سطح اطمینان آن بیش از ۹۵ درصد است. با توجه به جدول (۲) زمان تاثیر پخش سیلاب بر کمیت سه چاه A1، A2 وA3 به ترتیب سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱ است. بر مبنای این نتایج می‌توان گفت که چاه‌های نزدیک به محدود پخش سیلاب، سریع‌تر تحت تاثیر قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج این بخش، به‌منظور ارزیابی اثر پخش سیلاب بر کمیت آب زیرزمینی، تغییرات شاخص GRI هر سه چاه انتخابی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

با توجه نتایج آزمون پتیت برای داده‌های EC منابع کیفی انتخابی (جدول ۱)، آزمون پتیت برای چهار چاه B1، B2، B3 و B5 از پنج چاه با سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار شده است. نتایج نشان داد که زمان تاثیر پخش سیلاب بر مقادیر EC چاه‌های B1، B2، B3 و B5 به‌ترتیب سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۸، ۱۳۹۲ و ۱۳۸۸ است. با توجه به نتایج این بخش به‌منظور ارزیابی اثر پخش سیلاب بر تغییرات EC، تغییرات چاه‌های B1، B2، B3 و B5 مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. هم‌چنین با توجه نتایج آزمون پتیت برای داده‌های SAR منابع کیفی انتخابی (جدول ۱)، آزمون پتیت تنها برای چاه B1 از پنج چاه با سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار شده است. نتایج نشان داد که زمان تاثیر پخش سیلاب بر مقادیر SAR چاه B1 سال ۱۳۸۹ است. با توجه به نتایج این بخش به‌منظور ارزیابی اثر پخش سیلاب بر تغییرات SAR، تنها تغییرات چاه B1 مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به‌طورکلی نتایج ارزیابی آزمون پتیت که به‌منظور تعیین زمان تاثیر پخش سیلاب بر کیفیت و کمیت منابع آب انجام شد، نشان داد که هر چاه و هم‌چنین هر پارامتر نقاط تغییر متفاوتی دارد. این نتیجه نشانگر آن است که پخش سیلاب بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی با توجه به فاصله تا محل پخش سیلاب، نفوذپذیری و شیب هیدرولیکی سفره با یک تاخیر زمانی که برای هر منبع و هر پارامتر می‌تواند خاص باشد، تاثیر می‌گذارد (طالبی و همکاران، ۱۴۰۱).

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]



شکل ۵- تغییرات تراز آب زیرزمینی در چاه‌های اندازه‌گیری A1، A2 و A3

Figure 5- Groundwater level oscillation in A1, A2, and A3

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

جدول ۲- نتایج آزمون پتیت برای شاخص‌های کمی و کیفی آب زیرزمینی

Table 2- Petit test results for quantitative and qualitative indicators of groundwater

نوع	چاه انتخابی	آماره پتیت	سال تغییر
	A1	68*	1388
GRI	A2	72*	1388
	A3	66*	1391
	B1	37*	1386
	B2	37*	1388
EC	B3	55*	1392
	B4	28	1388
	B5	55*	1388
	B1	40*	1389
	B2	35	1394
SAR	B3	24	1391
	B4	19	1390
	B5	35	1388

* معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۵درصد

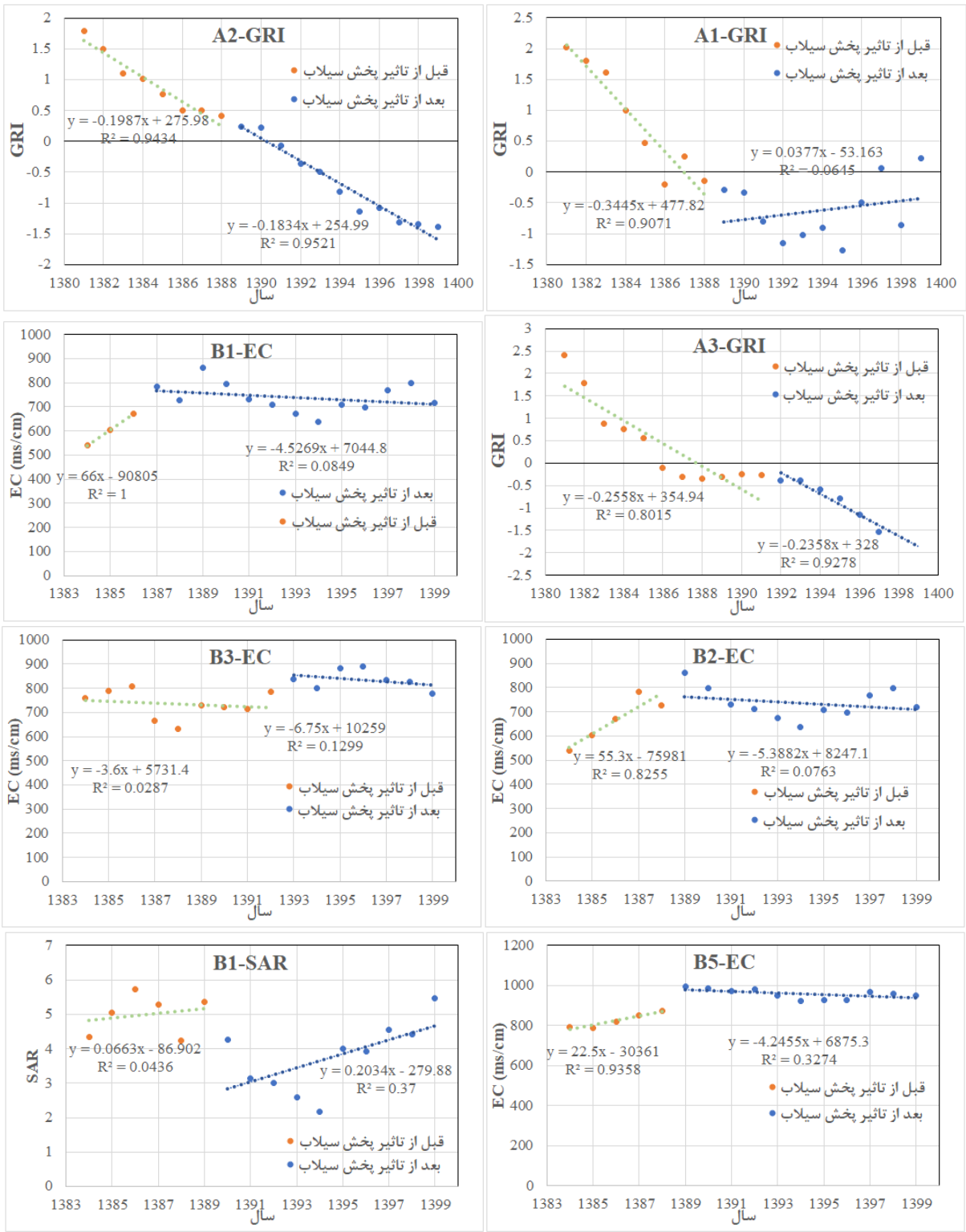
شکل (۶) نمودار تغییرات شاخص‌های کمی و کیفی چاه‌های انتخابی، قبل و بعد از تاثیر پخش سیلاب را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل در چاه A1 (نزدیک‌ترین چاه به محدوده پخش سیلاب) قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات شاخص GRI منفی و این شاخص در حال کاهش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند کاهشی شاخص GRI از بین رفته و حتی روند افزایشی شده است. این نتایج نشان از بهبود قابل توجه چاه A1 از نظر کمی بر اثر پخش سیلاب بوده است. هم‌چنین در چاه A2 قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات شاخص GRI منفی و این شاخص با شیب ۰/۱۹۸ در حال کاهش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند کاهشی شاخص GRI با شیب ملایم‌تر (۰/۱۸۳) ادامه می‌یابد. این نتایج نشان از بهبود نسبی چاه A2 از نظر کمی بر اثر پخش سیلاب بوده است. به‌عبارت دیگر پخش سیلاب باعث کاهش مقدار شیب تغییرات GRI و نرم‌تر شدن آن شده است.

نمودار اثر پخش سیلاب بر تغییرات شاخص GRI چاه A3 نشان می‌دهد که قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات شاخص GRI منفی و این شاخص با شیب ۰/۲۵۶ در حال کاهش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند کاهشی شاخص GRI با شیب ملایم‌تر (۰/۲۳۵) ادامه می‌یابد. این نتایج نشان از بهبود نسبی چاه A3 از نظر کمی بر اثر پخش سیلاب بوده است. به عبارت دیگر پخش سیلاب باعث کاهش مقدار شیب تغییرات GRI و نرم‌تر شدن آن شده است. در کل می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش فاصله چاه‌ها از محدوده پخش سیلاب میزان تغییر شیب شاخص GRI کم‌تر شده و اثر پخش سیلاب بر کمیت آب چاه کاهش می‌یابد. نتایج ارزیابی اثر پخش سیلاب بر کمیت منابع آب انتخابی نشان داد که پخش سیلاب باعث بهبود وضعیت کمی منابع آب در محدودهٔ مورد مطالعه شده است. طالبی و همکاران (۱۴۰۱) و مسلمی و همکاران (۱۳۹۴) به نتایج مشابهی دست یافتند.

نمودار اثر پخش سیلاب بر تغییرات EC چاه B1 (نزدیک‌ترین چاه به محدوده پخش سیلاب) نشان می‌دهد که در این چاه قبل از سال ۱۳۸۶ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات EC مثبت و این شاخص با شیب ۶۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در حال افزایش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند EC کاهشی و تغییرات آن با شیب ۴/۵۳- ادامه می‌یابد. این نتایج نشان از بهبودی قابل توجه چاه B1 از نظر تغییرات EC بر اثر پخش سیلاب بوده است. به عبارت دیگر پخش سیلاب باعث تغییر شیب و کاهشی شدن روند EC در چاه B1 شده است. هم‌چنین در چاه B2 قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات EC مثبت و این شاخص با شیب ۵۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در حال افزایش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند EC کاهشی و تغییرات آن با شیب ۵/۳۹- ادامه می‌یابد. این نتایج نشان از بهبودی قابل توجه چاه B2 از نظر تغییرات EC بر اثر پخش سیلاب بوده است. به عبارت دیگر پخش سیلاب باعث تغییر شیب و کاهشی شدن روند EC در چاه B2 شده است. در چاه B3 نیز قبل از سال ۱۳۹۲ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات EC منفی و این شاخص با شیب ۳/۶- در حال کاهش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند EC کاهشی‌تر و تغییرات آن با شیب ۶/۷۵- میکروزیمنس بر سانتی‌متر ادامه می‌یابد. این نتایج نشان از بهبودی قابل توجه چاه B3 از نظر تغییرات EC بر اثر پخش سیلاب بوده است. به عبارت دیگر پخش سیلاب باعث شدت یافتن روند کاهشی EC در چاه B3 شده است. هم‌چنین در چاه B5 قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات EC مثبت و این شاخص با شیب ۲۲ در حال افزایش بوده است. اما بعد از تاثیر پخش سیلاب روند EC کاهشی و تغییرات آن با شیب ۴/۲۴- ادامه می‌یابد. این نتایج نشان از بهبودی قابل توجه چاه B5 از نظر تغییرات EC بر اثر پخش سیلاب بوده است. به عبارت دیگر پخش سیلاب باعث تغییر شیب و کاهشی شدن روند EC در چاه B5 شده است. به‌طور کلی اثر مثبت پخش سیلاب بر EC اب چاه‌های انتخابی مشهود است.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]



شکل ٦- تغییرات شاخص‌های کمی و کیفی چاه‌های انتخابی، قبل و بعد از تاثیر پخش سیلاب

Figure 5- Changes in quantitative and qualitative indicators of selected wells, before, and after the impact of flooding

نمودار اثر پخش سیلاب بر تغییرات SAR چاه B1 نشان می‌دهد که قبل از سال ۱۳۸۹ (سال تاثیر پخش سیلاب بر این چاه) شیب تغییرات SAR مثبت و این شاخص با شیب ۰/۰۶ در حال افزایش بوده است. بعد از تاثیر پخش سیلاب نیز روند SAR با شیب ۰/۲ به افزایش خود ادامه می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که پخش سیلاب نتوانسته است بر تغییرات SAR اثر مثبتی بگذارد. به‌طور کلی می‌توان

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

گفت نتایج ارزیابی اثر پخش سیلاب بر کیفیت منابع آب نشان داد که پخش سیلاب با تاخیر بر EC تاثیر می‌گذارد اما SAR تا حدود زیادی تحت تاثیر پخش سیلاب قرار نگرفته است. در این زمینه، مسلمی و همکاران (۱۳۹۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

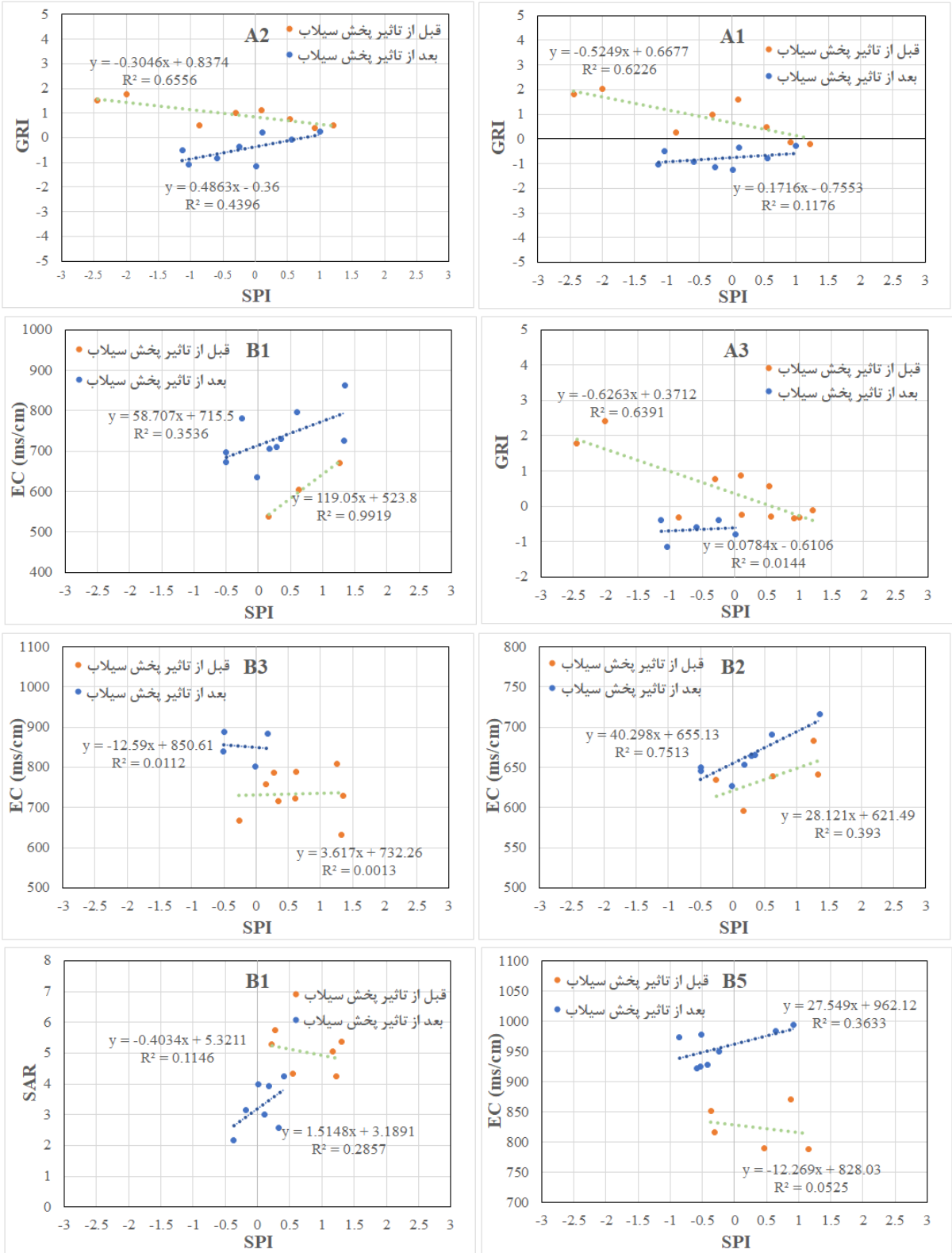
شکل (۷) نمودار اثر پخش سیلاب بر حساسیت شاخص‌های کمی و کیفی چاه‌های انتخابی به خشکسالی را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، در چاه A1 شیب تغییرات شاخص GRI بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۰/۵۲- بوده درصورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۰/۱۷ است. به عبارت دیگر به علت بزرگ‌تر بودن شیب تغییرات قبل از سال ۱۳۸۸ از نظر اندازه (نه علامت)، تغییرات شاخص SPI قبل از شروع اثر پخش سیلاب، باعث تغییر بزرگ‌تر شاخص GRI نسبت به بعد از شروع اثر پخش سیلاب می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که پخش سیلاب باعث کاهش حساسیت شاخص GRI به خشکسالی در چاه A1 شده است. هم‌چنین در چاه A2 نیز مشابه چاه A1، شیب تغییرات شاخص GRI بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۰/۳- بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۰/۴۸ است. لذا پخش سیلاب در این چاه نیز باعث کاهش حساسیت شاخص GRI به خشکسالی شده است. در چاه A3 نیز شیب تغییرات شاخص GRI بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۹۱ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۰/۶- بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۰/۰۷۸ است و مشابه دو چاه دیگر، پخش سیلاب سبب کاهش حساسیت به خشکسالی در آن شده است.

نتایج اثر پخش سیلاب بر حساسیت EC به خشکسالی (شاخص SPI ۴۲ ماهه) چاه B1 (شکل ۶) نشان می‌دهد که شیب تغییرات EC بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۸۶ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۱۱۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۵۸/۷ است. به عبارت دیگر به علت بزرگ‌تر بودن شیب تغییرات قبل از سال ۱۳۸۶ از نظر اندازه، تغییرات شاخص SPI قبل از شروع اثر پخش سیلاب، باعث تغییر بزرگ‌تر EC نسبت به بعد از شروع اثر پخش سیلاب می‌شود. بنابراین پخش سیلاب باعث کاهش حساسیت EC به خشکسالی در چاه B1 نیز شده است. هم‌چنین با توجه به نتایج این بخش چاه B2، شیب تغییرات EC بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۲۸/۱ بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۴۰/۳ است. با توجه به کوچک‌تر بودن شیب تغییرات قبل از سال ۱۳۸۸ از نظر اندازه، می‌توان گفت پخش سیلاب نتوانسته باعث کاهش حساسیت EC به خشکسالی در چاه B2 شود. نتایج ارزیابی اثر پخش سیلاب بر حساسیت EC به خشکسالی (SPI-42) چاه B3 (شکل ۶) نشان می‌دهد که شیب تغییرات EC بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۹۲ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۳/۶ بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۱۲/۶- است. با توجه به کوچک‌تر بودن شیب تغییرات قبل از سال ۱۳۹۲ از نظر اندازه (نه علامت)، می‌توان گفت پخش سیلاب نتوانسته باعث کاهش حساسیت EC به خشکسالی در چاه B3 شود. شیب تغییرات EC چاه (B5) بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۱۲/۳- بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۲۷/۵ است. با توجه به کوچک‌تر بودن شیب تغییرات قبل از سال ۱۳۸۸ از نظر اندازه (نه علامت)، می‌توان گفت پخش سیلاب نتوانسته باعث کاهش حساسیت EC به خشکسالی در چاه B5 شود.

نتایج ارزیابی اثر پخش سیلاب بر حساسیت SAR به خشکسالی (شاخص SPI ۱۸ ماهه) چاه B1 (شکل ۶) نشان می‌دهد که شیب تغییرات SAR بر حسب تغییرات شاخص SPI قبل از سال ۱۳۸۸ (سال تاثیر پخش سیلاب) ۰/۴- بوده در صورتی‌که این شیب بعد از شروع تاثیر پخش سیلاب ۱/۵ است. با توجه به کوچک‌تر بودن شیب تغییرات قبل از سال ۱۳۸۸ از نظر اندازه (نه علامت)، می‌توان گفت پخش سیلاب نتوانسته باعث کاهش حساسیت SAR به خشکسالی در چاه B1 شود. بسیاری از محققان (طالبی و همکاران، ۱۴۰۱؛ قلعه نو و همکاران، ۱۳۹۸؛ Zheng و همکاران، ۲۰۱۱ و Masoud و همکاران، ۲۰۱۹) اثر طرح پخش سیلاب بر کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی را تائید می‌کنند.

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]



شکل ۷- نمودار اثر پخش سیلاب بر حساسیت شاخص‌های کمی و کیفی چاه‌های انتخابی به خشکسالی

Figure 7- The diagram of the effect of flooding on the sensitivity of quantitative and qualitative indicators of selected wells to drought

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

نتیجه‌گیری

اهمیت پخش سیلاب در کشور ایران بیش‌تر به این خاطر است که بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع آب و خشکسالی‌های اخیر سطح آب سفره‌های زیرزمینی را به سرعت پایین برده است. بنابراین در کشوری مانند ایران که جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و اجرای طرح‌های آبخیزداری در جهت حفاظت آب و خاک بسیار ضروری به نظر می‌رسد، بررسی عملکرد این طرح‌ها حائز اهمیت است که باعث می شود تا طرح‌های مشابه بعـدی دقیق‌تر و صحیح‌تر انجام شوند. دشت توکهور–هشت‌بندی از جمله دشت‌هایی در استان هرمزگان است که با افت بیش از ۴۰ متری طی ۳ دهه اخیر روبرو شده است و توسعه سه برابری اراضی کشاورزی به‌خصوص کشت صیفی‌جات خارج از فصل سبب بروز مشکلات جدی در کمیت و کیفیت آب‌زیرزمینی به‌عنوان تنها منبع تامین کننده آب شیرین شده است. طی سال ۱۳۸۴، طرح پخش سیلاب با هدف جلوگیری از ورود سیلاب‌های فصلی از منوجان کرمان به بخشی از اراضی کشاورزی منطقه تاسیس شد که تاکنون تحقیق جامعی در خصوص ارزیابی اثرات این طرح بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در این دشت گزارشی دیده نشده است.

نتایج حاصل نشان داد که پخش سیلاب باعث بهبود کمیت و کیفیت منابع آب در دشت توکهور– هشت‌بندی شده است. اگر چه اثر آن از نظر آماری معنی‌دار نبود اما تاثیر آن بر تغییرات شیب خط در قبل و بعد از پروژه پخش سیلاب به وضوح قابل مشاهده بود. شاید یکی از دلایل اصلی عدم معنی‌داری نتایج، کوتاه بودن طول دوره آماری مورد بررسی است که از مهم‌ترین چالش‌های تحقیقات در زمینه کمیت و کیفیت آب زیرزمینی بالاخص در استان هرمزگان به‌شمار می‌آید. از طرفی از دیگر دلایل آن می‌توان به افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری و توسعه اراضی کشاورزی پس از طرح پخش سیلاب اشاره کرد که سبب عدم ارتباط معنی‌دار بین بارش و آب زیرزمینی شده است. ارزیابی نتایج اثر پخش سیلاب بر تغییرات تراز آب زیرزمینی بااستفاده از آزمون پتیت نشان داد، عموم تغییرات در سه چاه مشاهداتی طی سال ۱۳۸۸ به بعد رخ داده است که معادل ۴ سال یا ۴۸ ماه است. در واقع تاخیر زمانی بین بارش و تغذیه آب زیرزمینی در همه آبخوان‌ها بستگی به عوامل متعددی هم‌چون ضخامت آبخوان، وضعیت پوشش گیاهی، هدایت هیدرولیکی، ضریب ترانسمیسیویته و استخراج آب زیرزمینی دارد. در نهایت پیشنهاد می‌شود، با توجه به کمبود داده نمونه‌برداری شده، جهت بررسی دقیق‌تر تعیین اثر پخش سیلاب بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی، از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شود، تابتوان به پایش دقیق اثرات پروژه‌های این‌چنینی پرداخت. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود، ایستگاه های ارزیابی کمیت و کیفیت در کنار چاه‌های نمونه‌برداری در نزدیکی طرح پخش‌سیلاب تاسیس شود تا بتوان بانک داده قابل اعتمادی در این خصوص جمع‌آوری نمود.

ملاحظات اخلاقی

دسترسی به داده‌ها: داده‌ها و نتایج استفاده شده در این پژوهش از طریق مکاتبه با نویسنده مسئول در اختیار قرار خواهد گرفت.

حمایت مالی: این پژوهش در قالب پژوهش آزاد و بخشی از پایان‌نامه انجام شده و از هیچ جایی حمایت مالی دریافت ننموده است.

مشارکت نویسندگان: فریال آبشیری: جمع‌آوری داده، روش‌شناسی و تحلیل داده؛ ام‌البنین بذرافشان: تحلیل داده و مهدی بی‌نیاز: تحلیل داده

تضاد منافع نویسندگان: نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

منابع

۱. پاک‌پرور، مجتبی، نکوییان، غلامعلی، قهاری، غلامرضا، چراغی، سیدعلی‌محمد، مجیدی، علیرضا. (۱۴۰۱). اندازه‌گیری مستقیم و شبیه‌سازی اثر میزان سیلاب بر نرخ تغذیه به آبخوان در سامانهٔ پخش سیلاب گربایگان. *مدل‌سازی و مدیریت آب و خاک*، ۳(۳)، ۲۵۶–۲۷۶. **doi: 10.22098/mmws.2022.11883.1183**

۲. پورامینی، طاهره، فتوحی، فرزانه، برخورداری، جلال. ۱۴۰۲. بررسی عملکرد سامانه پخش سیلاب بر کیفیت آب زیرزمینی. *محیط زیست و مهندسی آب*، ۱۰(۲)، ۲۱۲–۲۲۶. **doi: 10.22034/EWE.2023.409401.1883**

۳. جعفری علی، بیات، پرویز. (۱۴۰۱). تأثیر طرح پخش سیلاب بر روستاییان حاشیه طرح آبخوان (مطالعه موردی: ایستگاه پخش سیلاب اهرم بوشهر). *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۰ (۴)، ۱–۱۲.

۴. جهان‌تیغ، معین، جهان‌تیغ، منصور. (۱۳۹۹). اثر سیلاب‌های ورودی از کشور افغانستان بر تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی دشت سیستان. *اکوهیدرولوژی*، ۷(۲)، ۴۶۳–۴۷۹. **doi: 10.22059/ije.2020.290738.1222**

۵. حبیبیان، سیدمحمدرضا، قهاری، غلامرضا، حاتمی، احمد. (۱۴۰۲). ارزیابی اثر پخش سیلاب بر نوسان‌های شاخص‌های گیاهان مرتعی در ایستگاه آبخوانداری کوثر. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۶(۴)، ۳۲–۴۸. **doi: 10.22092/wmrj.2023.360770.1508**

۶. دهمرده قلعه‌نو، محمدرضا، نهتانی، محمد، عسکری دهنو، صادق. (۱۳۹۸). تأثیر پخش سیلاب بر تغییرات پوشش گیاهی و خاک سطحی شبکه پخش سیلاب کوه خواجه سیستان. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۱(۱)، ۲۱۱–۲۱۹. **doi: 10.22092/ijwmse.2019.118437**

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

۷. سررشته‌داری، امیر، صالح‌پور جم، امین، سلطانی، محمدجعفر، نوروزی، علی‌اکبر، شادمانی، علیرضا، خیرخواه زرکش، میرمسعود. (۱۴۰۱). ارزیابی اثرات طرح‌های پخش سیلاب از دیدگاه خبرگان با کاربرد آزمون‌های ناپارامتریک آماری، مطالعه موردی: آبخوان آب‌باریک بم. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۴(۱)، ۵۵-۶۴. **doi: 10.22092/ijwmse.2020.127852.1722**

۸. طالبی، علی، فروهر، خدامراد، دستورانی، محمدتقی، پرویزی، سارا. (۱۴۰۱). اثر احداث پخش سیلاب در آبدهی قنوات پایین‌دست (مطالعهٔ موردی: سامانهٔ پخش سیلاب مهریز یزد). مهندسی اکوسیستم بیابان، ۱۰(۳۱)، ۳۱-۴۲. **doi: 10.22052/deej.2021.10.31.21**

۹. عزیزی، حمیدرضا، ابراهیمی، حسین، محمدولی سامانی، حسین، خاکی، ویدا. (۱۳۹۹). اثر خشکسالی هواشناسی بر منابع آب زیرزمینی دشت ورامین با استفاده از شاخص‌های بارش استاندارد، نیستور و منبع آب زیرزمینی. آبیاری و زهکشی ایران, ۱۴(۶)، ۲۱۲۵-۲۱۳۵.

۱۰. کریمی، حاجی و حیات نیا، فرزاد.(۱۳۹۷). تاثیر پخش سیلاب موسیان بر آبخوان منطقه بر اساس اطلاعات پیزومترها. سیزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری و سومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست با محوریت آبخیزداری و صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، اردبیل، **https://civilica.com/doc/827259**

۱۱. گرگانلی دوجی، آرتق، جندقی، نادر، قره محمودلو، مجتبی، نیک قوجق، یعقوب. (۱۴۰۰). اثر پخش طبیعی سیلاب اسفند ۱۳۹۷ بر خصوصیات کمی و کیفی آب زیرزمینی در پهنهٔ سیلاب دشت بخش انتهایی حوضهٔ آبریز گرگان‌رود. اکوهیدرولوژی، ۸(۲)، ۵۳۵-۵۵۰. **doi: 10.22059/ije.2021.320806.1483**

۱۲. متقیان، مسعود، علوی نیا، سید حسن، قضاوی، رضا. (۱۴۰۲). ارزیابی عملکرد اقدامات مکانیکی و بیومکانیکی آبخیزداری بر تغییرات سیلاب، فرسایش و رسوب و پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بادکش شهرستان میناب). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۴(۵۳)، ۸۴-۶۷. **doi: 10.22034/jargs.2023.397286.1029**

۱۳. مسلمی حمید، آبکار علیجان، چوپانی سعید. (۱۳۹۴). بررسی اثرات پخش سیلاب بر تغییرات سفره آب زیرزمینی (مطالعه موردی پخش سیلاب تیغ سیاه، هشتبندی). سامانه‌های سطوح آبگیر باران. ۱۳۹۴; ۳ (۲)، ۳۳-۴۴

۱۴. مسلمی حمید، چوپانی سعید، آبکار علیجان. (۱۳۹۷). تأثیر پخش سیلاب بر شوری آب زیرزمینی (مورد مطالعه: پخش سیلاب دهندر، هشتبندی- استان هرمزگان). مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۲(۴۱)، ۱۳-۲۲

۱۵. مسلمی، حمید. (۱۳۹۸). ارزیابی بحران آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی: دشت جغین و توکهور). علوم مهندسی و آبیاری، ۴۲(۳)، ۳۱-۴۶. **SID. https://sid.ir/paper/217038/fa**

۱۶. مصطفائی، اباذر، مرادنیا، وحیده، و گودرزی، مسعود. (۱۳۹۶). ارزیابی نقش طرح پخش سیلاب سرچاهان هرمزگان در تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی. اکوهیدرولوژی، ۴(۳)، ۷۴۹-۷۶۱. **https://sid.ir/paper/254178/fa**

References

1. Abraham, M., & Mohan, S. (2015). Effectiveness of artificial recharge structures in enhancing groundwater storage: a case study. *Indian journal of Science and technology*.
2. Azizi, H. R., ebrahimi, H., mohamad vali samani, H., & khaki, V. (2021). Effect of Meteorological Drought on Groundwater Resources of Varamin Plain Using SPI, NISTOR and GRI index. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, *14*(6), 2125-2135. [In Persian]
3. Dahmardeh Ghaleno, M. R., Nohtani, M., & Askari Dehno, S. (2019). Studying impact of flood water spreading on changes of vegetation and topsoil in koh khajeh flood spreading station, Sistan. *Watershed Engineering and Management*, *11*(1), 211-219. doi: 10.22092/ijwmse.2019.118437 [In Persian]
4. Edwards, D. C., & McKee, T. B. (1997). Characteristics of 20 th century drought in the United States at multiple time scales (Vol. 97, p. 155). *Fort Collins: Colorado State University*.
5. Gorganli Davaji, A., Jandaghi, N., G. Mahmoodlu, M., & Nick Ghojogh, Y. (2021). Effect of natural flood spreading of March 2019 on the quantitative and qualitative characteristics of groundwater in floodplain at the end of Gorganroud basin. *Iranian journal of Ecohydrology*, *8*(2), 535-550. doi: 10.22059/ije.2021.320806.1483 [In Persian]
6. Habibian, S. M. R., Ghahari, G. R., & Hatami, A. (2023). Evaluation of the Effect of Flood Spreading on the Fluctuations of Rangeland Plant Indices in the Aquifer Management Kowsar Station. *Watershed Management Research Journal*, *36*(4), 32-48. doi: 10.22092/wmrj.2023.360770.1508 [In Persian]
7. Hassan, W. H., & Ghazi, Z. N. (2023). Assessing artificial recharge on groundwater quantity using wells recharge. *Civil Engineering Journal*, *9*(9), 2233-2248. Doi: 10.28991/CEJ-2023-09-09-010
8. Jafari, A., & Bayat, P. (2023). The impact of the flood spreading project on the villagers on the edge of the aquifer (A case study: Ahram Bushehr flood spreading station). *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 10(4), 1[In Persian]

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]

9. Jahantigh, M., & Jahantigh, M. (2020). Investigating the Effects of Incoming Floods from Afghanistan on the Quantitative and Qualitative Changes of Groundwater Resources in the Sistan Plain. *Iranian Journal of Ecohydrology*, *7*(2), 463-479. doi: 10.22059/ije.2020.290738.1222 [In Persian]
10. Karimi, H., & Hayat Nia, F. (2017). The impact of Musyan flood spreading on the aquifer of the region based on the information of piezometers. *The 13th National Watershed Science and Engineering Conference and the 3rd National Conference on Protection of Natural Resources and Environment with the focus on watershed management and protection of natural resources and environment, Ardabil, University of Mohaghegh Ardabili*. [In Persian]
11. Masoud, M. H., Basahi, J. M., & Zaidi, F. K. (2019). Assessment of artificial groundwater recharge potential through estimation of permeability values from infiltration and aquifer tests in unconsolidated alluvial formations in coastal areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(1), 31.
12. McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183).
13. Mendicino, G., Senatore, A., & Versace, P. (2008). A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate. *Journal of Hydrology*, 357(3-4), 282-302.
14. Moslemi H, Abkar A J, Choopani S. 2015. Investigating the Effects of Floodwater Spreading on Groundwater (A case study: TighSiah Floodwater Spreading). *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 3 (2), 33-44 [In Persian]
15. Moslemi H, Choopani S, Abkar A. 2018. Impact of Floodwater Spreading on Salinity Groundwater (Case Study: Dhenedar Floodwater Spreading - Hormozgan Province). *Journal of Watershed Sciecnce and Engineering*, 12 (41), 13-22 [In Persian]
16. Moslemi, H. (2019). Assessment of Groundwater Crisis in Arid and Semiarid Areas (Case Study: Jaghin and Tokahor Plain). *Irrigation Sciences and Engineering*, *42*(3), 31-46. doi: 10.22055/jise.2017.19218.1384 [In Persian]
17. Mostafaei, A., Moradniya, V., & Godarzi, M. (2017). Evaluation of the role of Sarcahan-Floodwater spreading in the artificial groundwater recharge. *Iranian Journal of Ecohydrology*, *4*(3), 749-761. doi: 10.22059/ije.2017.62507 [In Persian]
18. Motaghian, M., Alavinia, S. H., & Ghazavi, R. (2023). Evaluation of the performance of mechanical and biomechanical measures of watershed management on changes in floods, erosion, sedimentation and vegetation in arid and semi-arid areas. (Case study: Badkash Watershed in Minab City). *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, *14*(53), 84-67. doi: 10.22034/jargs.2023.397286.1029 [In Persian]
19. Pakparvar, M., Nekooeian, G., Ghahari, G., Cheraghi, S. A. M., & Majidi, A. (2022). Direct measurement and simulation of flooding amount effect on recharge rate in Gareh Bygone floodwater spreading system. *Water and Soil Management and Modelling*, *3*(3), 256-276. doi: 10.22098/mmws.2022.11883.1183 [In Persian]
20. Pooramini, T., Fotouhi Firoozabad, F., & Barkhordari, J. (2024). Performance Investigating of Flood Spreading System on the Groundwater Quality. *Environment and Water Engineering*, *10*(2), 212-226. doi: 10.22034/ewe.2023.409401.1883 [In Persian]
21. Rajaeian, S., Ketabchi, H., & Ebadi, T. (2024). Investigation on quantitative and qualitative changes of groundwater resources using MODFLOW and MT3DMS: a case study of Hashtgerd aquifer, Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 26(2), 4679-4704. doi: 10.1007/s10668-022-02904-4
22. Sarreshtehdari, A., Salehpour Jam, A., Soltani, M. J., Noroozi, A., Shademani, A., & Kherkhah zarkesh, M. (2022). Evaluating the impacts of flood spreading plans from the view point of experts using nonparametric statistical tests, case study: Ab-Barik Aquifer of Bam. *Watershed Engineering and Management*, *14*(1), 55-64. doi: 10.22092/ijwmse.2020.127852.1722 [In Persian]
23. Talebi, A., Foroohar, K., Dasturani, M. T., & Parvizi, S. (2022). Investigating the Effect of Flood Displacement on Downstream Qanat Drainage (Case study: Mehriz flood spreading). *Desert Ecosystem Engineering*, *10*(31), 31-42. doi: 10.22052/deej.2021.10.31.21 [In Persian]
24. Tang, Z., Ma, J., Peng, H., Wang, S., & Wei, J. (2017). Spatiotemporal changes of vegetation and their responses to temperature and precipitation in upper Shiyang river basin. *Advances in Space Research*, 60(5), 969-979.
25. Zheng, Y., Li, H., Li, W., Dong, X., & Kinzelbach, W. (2011). Water resources management using artificial groundwater recharge to replace shallow surface water reservoirs: an example from Xinjiang China. *Geophysical Research Abstracts, Vol. 13, EGU2011-5596, EGUGeneral Assembly 2011*

[Downloaded from jircsa.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0]