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

Evaluating the Tasuj flood spreading in East Azerbaijan on groundwater quantity

Alireza Majidi [*1], **Abazar Mostafaei** [2], **Ahad Habibzadeh** [3]

1. Assistant Professor, Department of Hydrology and Water Resources Development, Soil Conservation and Watershed Management Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran, Email: majidi.geo@gmail.com
2. Research Specialist, Soil and Water Conservation Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of West Azerbaijan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Urmia, Iran, Email: Abazar.mostafaei@gmail.com
3. Assistant Professor, Soil and Water Conservation Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of East Azerbaijan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tabriz, Iran, Email: Ahad_habibzadeh@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Article history
Received: 06 April 2025
Revised: 28 April 2025
Accepted: 28 April 2025
Published online: 05 August 2025

Keywords:
Artificial recharge, control volume, flood control, flood spreading, groundwater aquifer, Precipitation.

ABSTRACT

Iran is situated in an arid and semi-arid region characterized by negligible atmospheric precipitation and its uneven spatial and temporal distribution. Given escalating human water demands, securing sustainable water resources is paramount. Therefore, despite the country's recurring droughts, floods, and runoff, employing flood spreading technology, a conventional, widely used, and natural solution for flood control, groundwater recharge, and vegetation enhancement, is more crucial than ever. This study evaluates the East Azerbaijan Tasuj flood spreading system's impact on recharging the plain's groundwater aquifer and the water table. Results show that groundwater levels in all observation wells within the East Azerbaijan Tasuj plain declined between water years 2004 and 2009, indicating a negative aquifer balance. This is attributed to increased aquifer withdrawals, reduced precipitation and rainfall, and drought conditions during this period. However, wells closest to the flood spreading networks (Pt1, Pt2, and Pt3) exhibited minimal water level changes (less than 5 meters). Considering the frequency and volume of flooding events, the flood spreading area's size relative to the aquifer, and groundwater flow direction, this suggests the effectiveness of the networks in recharging the aquifer and partially offsetting over extraction. Analysis of precipitation amounts and flood volumes entering the spreading area revealed that rainfall exceeding 20 mm triggered flooding. Furthermore, rainfall exceeding 50 mm, or single, short-duration, high-intensity rainfall events, resulted in significant recharge, particularly during the flood spreading plan's initial years.

Citation: Majidi, A., Mostafaei, A. M., & Habibzadeh, A. (2025). Evaluating the Tasuj flood spreading in East Azerbaijan on groundwater quantity. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems*, 13(2), 21-38.
DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4

Publisher: Iranian Rainwater Catchment Systems Association

© Author(s)

* **Corresponding author:** Alireza Majidi
Address: Department of Hydrology and Water Resources Development, Soil conservation and watershed management Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran,
Tel: +989125833532
Email: majidi.geo@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

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

Evaluating the Tasuj flood spreading in East Azerbaijan on groundwater quantity

Alireza Majidi *[1], Abazar Mostafaei [2], Ahad Habibzadeh [3]

1. Assistant Professor, Department of Hydrology and Water Resources Development, Soil conservation and watershedmanagement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran, Email: majidi.geo@gmail.com
2. Research Specialist, Soil and Water Conservation Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of West Azerbaijan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Urmia, Iran, Email: Abazar.mostafaei@gmail.com
3. Assistant Professor, Soil and Water Conservation Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of East Azerbaijan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tabriz, Iran, Email: Ahad_habibzadeh@yahoo.com

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Iran is located in a region with a dry and semi-dry climate. In such areas, not only are the rainfall amounts minimal, but their spatial and temporal distribution is also inadequate. Today, given the human need for water, striving to reach sustainable water resources is essential. Therefore, despite the occurrence of droughts, floods, and runoff in the country, the necessity of watershed management and groundwater conservation as the best and most scientific method for sustainable water resource management is more important than ever. Flood spreading is a common and widely used solution for controlling floods, storing and harvesting surface water, recharging groundwater aquifers, and increasing vegetation cover. The objective of this research is to assess the impact of the flood spreading system in Tasuji, East Azerbaijan, on the artificial recharge of the groundwater aquifer in the plain and the quantity of the aquifer water.

Methodology: The flood spreading project of Tasuji is located 110 kilometers west of the center of East Azerbaijan province, north of Lake Urmia, and the watersheds overlooking the city of Tasuji, within the geographical coordinates of 45°18' to 33°0'45" eastern longitude and 38°20'0" to 38°24'0" northern latitude. This area, with an area of approximately 9616.79 ha, includes ten sub-basins. The average elevation of the flood spreading area is 1700 m, with an average annual rainfall of 363.3 mm over 22 years and an average annual temperature of 10.65°C. The average rainfall volume in this plain is 80.46 million m^3 y^{-1}, of which about 68.76 million m^3 is evaporated, and approximately 2 million cubic meters flows as surface runoff. Based on the above data, on average, about 9.7 million cubic meters is infiltrated. Studies of the Tasuji plain water balance show that the balance of the plain is negative. In studies evaluating the quantitative impacts of artificial recharge projects, the focus has been primarily on examining the impacts of such projects on groundwater resources at the scale of the studied plain. However, artificial recharge projects in the country, such as flood spreading, are often implemented locally and over a limited area of the aquifer, rather than across the entire plain. Therefore, it is expected that the effects will be localized. Thus, it is better to consider this assessment within the area surrounding the point of effect (the recharge or injection site) and within a meaningful radius around it and in the direction of flow (corresponding to the hydraulic gradient). In groundwater studies, this method is referred to as the "controlled mass and volume balance method" for solving localized issues within the aquifer. In general, in order to assess the impact of flood spreading operations on the groundwater resources of the Tasuji aquifer, available and accessible data, such as groundwater levels in wells, characteristics of observation wells, exploitation wells, volume of floodwater entering the spreading area, etc., were collected and analyzed over a seven-year statistical period from 2004 to 2010. The fluctuations in groundwater levels were examined in four observation wells within the flood spreading area after each flood event. Additionally, groundwater level fluctuations were compared with variations in the recharge/discharge ratio and the rainfall/infiltration ratio using fluctuation diagrams within the controlled volume unit (spreading area). By examining groundwater level fluctuations and the discharge of each monitored resource over time and considering flood event timings within the flood spreading area and the flood volume, a quantitative assessment of the flood spreading project's impact on artificial recharge can be provided.

* **Corresponding author:** Alireza Majidi
Address: Department of Hydrology and Water Resources Development, Soil conservation and watershed management Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran,
Tel: +989125833532
Email: majidi.geo@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

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

Results and Discussion: According to the studies conducted in this research in the Tasuji plain, as evidenced by the presented graphs, the groundwater level in all observation wells during the water years 2004 to 2009 experienced a decline, indicating a negative water balance in the aquifer. This is due to increased extraction from the aquifer, reduced precipitation, and drought occurrences over these years. However, despite these conditions, the wells that were closest to the flood spreading networks (observation wells Pt1, Pt2, and Pt3) showed the least amount of change in the measured groundwater levels (a decrease in groundwater levels of less than 5 meters). Considering the number and volume of flood discharges carried out by flood distribution areas during this period, as well as the location, extent of the flood distribution area relative to the extent of the plain aquifer area, and the direction of groundwater flow, this is evidence of the effectiveness of flood distribution networks in recharge the groundwater aquifer and the exposure of this plan to partially compensate for the over-withdrawal from the plain groundwater aquifer. On the other hand, wells located farther from the recharging sites (flood spreading networks) and closer to areas where agricultural wells extract water (observation well Pt4) showed greater changes (a decrease in groundwater levels of more than 25 meters). The results indicate that even within the control volume range where exploitation wells are fewer, due to the occurrence of drought, reduced rainfall in the region, flood volume, and waterlogging on the one hand, and the high hydraulic gradient and speed of groundwater flow in the flood spreading area on the other, the flood spreading project was not able to significantly contribute to groundwater recharge. Analysis of rainfall during each event and the volume of floodwater entering the spreading area showed that rainfall over 20 mm in the region led to flooding in the area. On the other hand, rainfall exceeding 50 mm, as well as short-term but heavy rainfall events, resulted in significant recharge, especially during the initial years of implementing the flood spreading project.

Conclusion: The results show that even in the control volume range where the exploitation wells are less, due to the occurrence of drought and reduced rainfall in the region, the volume of floods and water intake on the one hand, and the high hydraulic gradient and the speed of groundwater flow in the flood distribution area on the other hand, the flood distribution plan has failed to significantly affect the recharge. This important issue can also be due to the low number of times and volume of water intake, and possibly the reduction in the infiltration rate in the flood distribution area due to the design of the Ghulam Bardezdi channels. Therefore, the evaluation conducted in this study showed that the Tasuj flood distribution plan did not have a significant effect on the recharge of groundwater resources to the predicted extent and size. An examination of the amount of rainfall in each event and the volume of flood entering the distribution area showed that rainfalls of more than 20 mm in the region have led to flooding in the area. On the other hand, rainfalls of more than 50 mm, as well as single short-term but large-scale rainfalls, have resulted in significant recharge, especially in the early years of the flood spreading plan.

Ethical Considerations

Data availability statement: The data and results used in this study will be made available through correspondence with the corresponding author.

Funding: This research was conducted as an independent research project and has received financial support from the Soil Conservation and Watershed Management Institute.

Authors' contribution: Alireza Majidi, Abazar Mostafaei, and Ahad Habibzadeh, as the authors of the paper, conducted all parts of the research and wrote the whole manuscript.

Conflicts of interest: The authors of this paper declared no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

Acknowledgment: This paper is a part of the results of independent research and a part of the data of a research project that was done in Spatial Sciences Innovators of Soil Conservation and Watershed Management Institute. Therefore, it is necessary to express our gratitude for the very effective support of the Soil Conservation and Watershed Management Research Institute and the Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of East Azerbaijan Province in carrying out this research.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

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

ارزیابی تاثیر پخش سیلاب تسوج آذربایجان شرقی بر کمیت آب زیرزمینی

علیرضا مجیدی [۱*]، اباذر مصطفایی [۲]، احد حبیب‌زاده [۳]

۱. استادیار بخش تحقیقات هیدرولوژی و توسعه منابع آب، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، majidi.geo@gmail.com
۲. کارشناس پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران، Abazar.mostafaei@gmail.com
۳. استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران، Ahad_habibzadeh@yahoo.com

مشخصات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۷ فروردین ۱۴۰۴
بازنگری: ۰۸ اردیبهشت ۱۴۰۴
پذیرش: ۰۸ اردیبهشت ۱۴۰۴
انتشار برخط: ۱۴ مرداد ۱۴۰۴

واژه‌های کلیدی:
بارش، تغذیه مصنوعی، حجم کنترل، سفره آب زیرزمینی، مهار سیل.

چکیده

ایران در منطقه‌ای با اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع است. در چنین مناطقی، علاوه‌بر ناچیز بودن ریزش‌های جوی، دارای توزیع نامناسب مکانی و زمانی بارش نیز هستند. امروزه با توجه به نیاز انسان به آب، تلاش برای رسیدن به منابع آبی پایدار امری ضروری است. لذا، با وجود خشکسالی و بروز سیلاب‌ها و رواناب‌ها در کشور، استفاده از فن‌آوری پخش سیلاب به‌عنوان راهکاری مرسوم، پرکاربرد و منطبق با طبیعت، برای کنترل سیل، تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و افزایش پوشش گیاهی، بیش از پیش ضرورت می‌یابد. هدف این تحقیق ارزیابی تأثیر سیستم پخش سیلاب تسوج آذربایجان شرقی در تغذیه سفره آب زیرزمینی دشت و کمیت آب سفره، است. با توجه به بررسی‌های انجام شده و نتایج حاصل در این پژوهش، در دشت تسوج آذربایجان شرقی تراز سطح آب زیرزمینی در تمامی چاه‌های مشاهده‌ای در طی سال‌های آبی ۸۳ تا ۸۸، دچار افت شده که نشان دهنده بیلان منفی سفره است. این امر به‌دلیل افزایش برداشت از سفره و کاهش نزولات آسمانی و بارش در طی این چند سال و وقوع خشکسالی است. اما، با وجود این، چاه‌هایی که کم‌ترین فاصله را نسبت به شبکه‌های پخش سیلاب داشته‌اند (چاه‌های مشاهده‌ای Pt1، Pt2 و Pt3) کم‌ترین مقدار تغییرات را در تراز سطح آب اندازه‌گیری شده از خود نشان می‌دهند (افت تراز سطح آب، کم‌تر از ۵ متر). با مد نظر قرار دادن تعداد و احجام سیل‌گیری‌های انجام شده توسط عرصه‌های پخش سیلاب در طی این دوره زمانی و هم‌چنین، موقعیت مکانی، وسعت عرصه پخش سیلاب نسبت به وسعت سفره دشت و جهت جریان آب زیرزمینی، این خود دلیلی بر اثرگذاری شبکه‌های پخش سیلاب در تغذیه سفره آب زیرزمینی و مواجهه این طرح در جبران بخشی از اضافه برداشت از سفره آب زیرزمینی دشت است. بررسی میزان بارش در هر رخداد و حجم سیلاب ورودی به عرصه پخش نشان داد، بارندگی‌های بیش از ۲۰ میلی‌متر در منطقه به سیل‌گیری در عرصه منجر شده است. از طرف دیگر بارش‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر و هم‌چنین تک بارش‌های کوتاه مدت اما با مقادیر زیاد، تغذیه چشم‌گیری را به‌خصوص در سال‌های اولیه اجرای طرح پخش سیلاب به دنبال داشته است.

استناد: مجیدی، علیرضا، مصطفایی، اباذر و حبیب‌زاده، احد. (۱۴۰۴). ارزیابی تاثیر پخش سیلاب تسوج آذربایجان شرقی بر کمیت آب زیرزمینی. *سامانه‌های سطوح آبگیر باران*، ۱۳(۲)، ۲۱-۳۸.

DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4

ناشر: انجمن علمی سیستم‌های سطوح آبگیر باران ایران

© نویسندگان

*** نویسنده مسئول:** علیرضا مجیدی
نشانی: پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۵۸۳۳۵۳۲۹
پست الکترونیکی: majidi.geo@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

مقدمه

ایران در منطقه‌ای با اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع است. در چنین مناطقی، علاوه‌بر این‌که ریزش‌های جوی ناچیز هستند، دارای توزیع نامناسب مکانی و زمانی نیز هستند. این توزیع نامناسب در مناطق خشک کشور، علاوه‌بر ایجاد سیل‌های مخرب، سبب می‌شود تا حجم قابل توجهی از روان‌آب تولیدی به‌صورت تندآب‌ها و جریان‌های سیلابی، از دسترس خارج شوند. در چنین شرایطی بهره‌برداری از سیلاب‌ها و استفاده از سیستم‌های استحصال و ذخیره آب باران و جریان‌های زیرسطحی، کلید حل مسائل کم آبی قلمداد می‌شود. فن‌آوری پخش سیلاب یکی از شیوه‌های نوین با دیدگاه توسعه پایدار در زمینه مبارزه با کم آبی و حفاظت از آب و خاک و با اهداف چند منظوره‌ای از جمله، کنترل و مدیریت سیلاب، تغذیه سفره و منابع آب زیرزمینی، احیا مراتع و افزایش پوشش گیاهی، یکی از گزینه‌های مناسب در نواحی با اقلیم خشک و نیمه‌خشک به‌منظور بهره‌برداری بیش‌تر از منابع آب و خاک است (Baza, 2001، جعفری و همکاران، ۱۳۹۶، مجیدی و همکاران، ۱۳۹۶).

در یک کار پژوهشی، دستاوردهای اقتصادی و اجتماعی پخش سیلاب موسیان مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته و به اثرات مثبت پخش سیلاب بر سطح ایستابی چاه‌ها، افزایش تعداد چاه‌ها، افزایش سطح زیرکشت، افزایش پوشش گیاهی و تنوع حیات وحش منطقه اشاره شده است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی در زمینه ارزیابی نقش طرح پخش سیلاب سرچاهان هرمزگان در تغذیهٔ مصنوعی آب زیرزمینی، با مقایسهٔ تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای واقع در حجم کنترلی (محدوده عرصه پخش)، نشان داده شد که در سال‌های اولیهٔ بهره‌برداری از سامانهٔ پخش سیلاب سرچاهان، سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای واقع در محدوده عرصه به تبع کنترل و پخش و نفوذ سیلاب، روند صعودی داشته‌اند (مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقاتی در زمینه بررسی تأثیر پخش سیلاب بر وضعیت کشاورزی و سطح سفره‌های آب زیرزمینی در آبخوان تسوج نشان داده شد که کم‌ترین سطح آب زیرزمینی در سال ۱۳۷۳ دارای تراز ۱۳۱۹ متر بوده که بعد از هفت سال یعنی سال ۱۳۸۰ کم‌ترین سطح تراز به ۱۳۰۹ متر از سطح دریاهای آزاد رسیده است. این مسئله، نشان‌دهنده ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی در این دشت است. ولی بعد از سال ۱۳۸۰، یعنی بعد از اجرا و آبگیری سامانه پخش سیلاب تسوج، سطح آب زیرزمینی افت نکرده و در حال تعادل بوده است. که مشخص‌کننده جبران آب برداشتی از سفره به وسیله تغذیه طرح پخش سیلاب است. در عین حال بر اثر عملیات پخش سیلاب در دشت نسوج اراضی کشاورزی پایین‌دست نیز گسترده‌تر شده‌اند (سعادتی و خیام، ۱۳۸۸).

در تحقیقی دیگر، با ارزش‌گذاری آب حاصل از طرح پخش سیلاب گریایگان، نشان داده شد که ظرفیت تأمین آب منطقه از ۴/۰۸ به بیش از ۱۴/۰۳ میلیون مترمکعب افزایش یافته است و ارزش آب حاصل از اجرای پخش سیلاب در سطح ظرفیت طرح، معادل ۲۷/۵۷ میلیارد ریال محاسبه شده است (Boustani and Mohammadi, 2011). در پژوهشی در زمینه بررسی تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت کوهدشت، نشان داده شد که طرح یاد شده در نفوذ آب به داخل زمین کارایی خوبی داشته است و از هدر رفتن آب در منطقه جلوگیری کرده است (ویسکرمی و همکاران، ۱۳۹۲). در یک کار تحقیقاتی، میزان تغذیه ناشی از اجرای طرح پخش سیلاب در عرصه پخش سیلاب گریایگان با استفاده از بیلان و مدل‌سازی عددی برآورد شد. در این تحقیق نشان داده شد، در ماه‌های خشک کم‌تر از ۰/۱۰ و در ماه‌های پربارش، حجمی حدود ۴/۵ میلیون مترمکعب آب به سفره آب زیرزمینی تزریق و تغذیه شده است (Hashemi et al., 2014). در تحقیقی دیگر با استفاده از داده‌های ثبت شده، ارزیابی میزان تغذیه مصنوعی ناشی از پخش سیلاب گریایگان انجام شد و نشان داده شد که چاه مشاهده‌ای واقع در مرکز پخش سیلاب نسبت به سایر چاه‌های مشاهده‌ای، کم‌تر تحت تأثیر خشکسالی و افت سطح آب قرار گرفته است (Pakparvar et al., 2017).

در تحقیق بر روی پخش سیلاب در دشت توکهور– هشتبندی هرمزگان، با اندازه‌گیری میدانی نشان داده شد که طرح فوق باعث بهبود کمیت و کیفیت منابع آب در این دشت شده است (Abshiri et al., 2024). پاکپرور و همکاران، ۱۴۰۲، با استفاده از داده‌های بارش و ارتفاع آبگیری در نوار تغذیه در کنار چاه مشاهده‌ای در مرکز عرصه پخش گریایگان، میزان تغذیه در محیط غیراشباع را با پایش حرکت جبهه رطوبتی خاک در عمق به‌وسیله دستگاه (TDR) و محاسبه نفوذ رطوبت با روش بیلان آب خاک، با کمک داده‌های اندازه‌گیری شده آب و خاک در لایه‌های زمین در جدار و کنار چاه مشاهده‌ای، ارزیابی شد. این محققین مقدار تغذیه را با روش حل معکوس به وسیله مدل Hydrus یک بُعدی نیز شبیه‌سازی نمودند. نتایج نشان داد که جبههٔ رطوبتی پس از وقوع سیل در عمق چهار متر جایی‌که یک لایهٔ خاک ریزبافت روی لایهٔ درشت بافت سنگریزه‌دار قرار دارد، مختل شده است. تفاوت زیاد در میزان هدایت هیدرولیکی دو لایهٔ متوالی، سبب تبدیل حرکت جبهه‌ای به حرکت انگشتی در این عمق شده است. اعتبارسنجی نتایج شبیه‌سازی جریان با مدل واسنجی شدهٔ Hydrus در برابر مقادیر مشاهده‌ای نشان داد، مدل با موفقیت قادر به تخمین جریان آب نفوذ یافته پس از وقوع سیل بوده و آماره‌های صحت‌سنجی، نتایج نزدیکی به واقعیت ارائه کرده است. نتایج این تحقیق مشخص ساخت، نسبت تغذیه بین ۲۶ – ۸۴ درصد با میانگین ۵۵ درصد برای کل وقایع و بین ۸۴ – ۶۳ درصد با میانگین ۷۵ درصد، برای سیل‌های بزرگ (با ارتفاع ماندآبی بیش از ۵۰ سانتی‌متر و در طول زمان بیش از ۲۴ ساعت) بر اثر سیل و بارش را می‌توان یکی از دستاوردهای پژوهش این محققین برای عرصه پخش سیلاب گریایگان دانست (پاکپرور و همکاران، ۱۴۰۲).

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

در تحقیقاتی میزان اثربخشی سازه‌های تغذیه مصنوعی در افزایش ذخیره آب زیرزمینی با اندازه‌گیری افزایش سطح آب زیرزمینی و رویکرد تعادل جرم (نوسانات سطح آب زیرزمینی) و بهبود کیفیت آب زیرزمینی (تغییر غلظت پارامترهای شیمی آب)، مورد ارزیابی قرار داده شد. در این تحقیقات تغذیه طبیعی به روش بیلان آب برآورد شد. یافته‌های آن‌ها نشان داد که میانگین افزایش سطح آب زیرزمینی بین ۲ تا ۳ متر در نواحی اطراف سازه‌های تغذیه‌ای منفرد مشاهده شد، درحالی‌که در ناحیه اطراف سازه‌های تغذیه ترکیبی، پس از ۲ سال تغذیه مصنوعی، حدود ۵ متر افزایش سطح آب زیرزمینی مشاهده شد. بر اساس مطالعه بیلان جرم، درصد حجم آب مصرفی برای تغذیه سفره زیرزمینی به‌ترتیب ۷۹ درصد برای سد تغذیه‌ای یا کنترلی (check dam) و برای حوضچه‌های نفوذی با چاه نفوذی، ۹۲ درصد محاسبه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که حوضچه نفوذ با چاه نفوذی، راندمان بیش‌تری در زمینه نفوذ و تغذیه آبخوان دارند (Abraham and Mohan, 2015). در پژوهشی در منطقه ژین–ژیانگ چین، نتایج بررسی‌ها نشان داد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اثر پخش سیلاب همراه با تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها، با در نظر گرفتن سودهای جانبی آن، بهترین گزینه برای ذخیره آب در سرزمین‌های خشک است (Yuejun et al., 2011).

برخی از محققین در زمینه بررسی اثربخشی طرح‌های تغذیه مصنوعی بر سفره آب زیرزمینی، منطقه مورد مطالعه را به محدوده طرح و اطراف آن (با یک شعاع تاثیر)، محدود نموده‌اند. این محققین، تغییرات سفره را در این محدوده با دقت بیش‌تری مورد ارزیابی قرار می‌دهند. این دیدگاه بدان علت است که آب نفوذی به زیرسطح تا رسیدن به سطح سفره، در طی زمان انجام شده و در زمان الحاق به سفره، در جهت جریان و متناسب با شیب و سرعت جریان هیدرولیکی، در سفره به سمت نواحی تخلیه، منتقل می‌شود. بنابراین، تغییرات سطح آب زیرزمینی در محدوده عرصه‌های تغذیه مصنوعی و تا شعاعی اطراف آن، می‌تواند اثر مستقیم و احجام تغییر یافته در اثر تغذیه طرح را بارز و مشخص نماید. حجم کنترلی[1]، حجم محدوده‌ای از سفره آب زیرزمینی درست در محدوده تغذیه مصنوعی (عرصه پخش) است که انتخاب مناسب آن حل معادلات حاکم بر جریان آب زیرزمینی را آسان می‌کند. حجم کنترلی مناسب برای طرح‌های پخش سیلاب، محدوده‌ای از سفره آب زیر زمینی است که مستقیم تحت تأثیر طرح قرار دارد. بررسی میزان و دامنه شعاع تأثیر طرح‌های تغذیه مصنوعی توسط محققان مختلف مطالعه شده است و در این خصوص روابط ریاضی متعددی برپایه حل معادله لاپلاس ارائه شده است (Hantush, 1967، Singh, 2012, Karamouz et al., 2012، Glover, 1964, Bouwer, 2002، مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۶، مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۵).

در حال حاضر با هدف اصلی کنترل سیلاب، تغذیه مصنوعی آب زیرزمینی و پوشش گیاهی، بیش از ۳۷ طرح پخش سیلاب در سطحی حدود ۵۲ هزار هکتار در عرصه‌های مستعد کشور ایران، اجرا شده است. اجرای سیستم پخش سیلاب تسوج با استفاده از کانال‌های غلام گردشی (به‌علت شیب زیاد در سطح عرصه) با هدف کنترل سیل و تغذیه مصنوعی در آبخوان دشت شهرستان تسوج در استان آذربایجان شرقی و شمال شرق دریاچه ارومیه، صورت گرفته است. با گذشت بیش از یک دهه از اجرای سیستم تغذیه یاد شده در سطحی به اندازه ۷۶۰ هکتار، لازم است. میزان اثرگذاری آن در تغذیه سفره آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گیرد. لذا، این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر سیستم پخش سیلاب تسوج در تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی و کمیت آب سفره، صورت گرفت.

در تحقیقات گذشته بیش‌تر سعی شده است که تأثیرات طرح‌های پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی در مقیاس دشت مطالعه شود. درحالی‌که طرح‌های تغذیه مصنوعی در کشور، بیش‌تر به روش پخش آب و به‌صورت موضعی و در یک سطح محدود به اجرا در می‌آیند، بنابراین انتظار می‌رود که اثرگذاری موضعی بر آب زیرزمینی داشته باشند. طرح‌های تغذیه مصنوعی به‌علت موضعی و نقطه‌ای بودن (نسبت به گستره وسیع سفره آب زیرزمینی دشت) در شعاع تأثیر مشخص و محدودی بر منابع آب زیرزمینی اثرگذار هستند (Bouwer, 2002؛ Singh, 2012). بنابراین، بررسی میزان تأثیرات این قبیل طرح‌ها بر آب زیرزمینی در خارج از شعاع تأثیر به‌دلیل دخالت عوامل متعدد از جمله جابه‌جایی جرم (آب تزریق شده به سفره) در جهت جریان و انتقال آن و هم‌چنین، کاهش شیب هیدرولیکی با ازدیاد مسافت (محیط متخلخل)، امری پیچیده و مشکل خواهد بود. به‌همین دلیل، هدف از اجرای تحقیق حاضر، ارزیابی تأثیرات طرح پخش سیلاب تسوج بر آب زیرزمینی در محدوده عرصه پخش و در مقیاس حجم کنترلی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه طرح پخش سیلاب تسوج در ۱۱۰ کیلومتری مرکز استان آذربایجان شرقی و در شمال دریاچه ارومیه و حوزه‌های آبریز مشرف به شهر تسوج در محدوده ′ ۱۸ و° ۴۵ تا ′ ۳۳ و° ۴۵ طول شرقی و ′ ۲۰ و° ۳۸ تا ′ ۲۴ و° ۳۸ عرض شمالی واقع است. این منطقه با مساحت حدود ۹۶۱۶/۷۹ هکتار، شامل ده زیر حوزه بوده که مشرف به شهر تسوج و روستاهای انگشتجان و امستجان و دریاچه ارومیه است. شکل ۱ نیز تصویر موقعیت منطقه مطالعاتی در استان و نقشه منابع آبی آن را نشان می‌دهد. اغلب رشته کوه‌های منطقه در جهت شرقی ـ غربی کشیده

[1] Mass balance and the control volume.

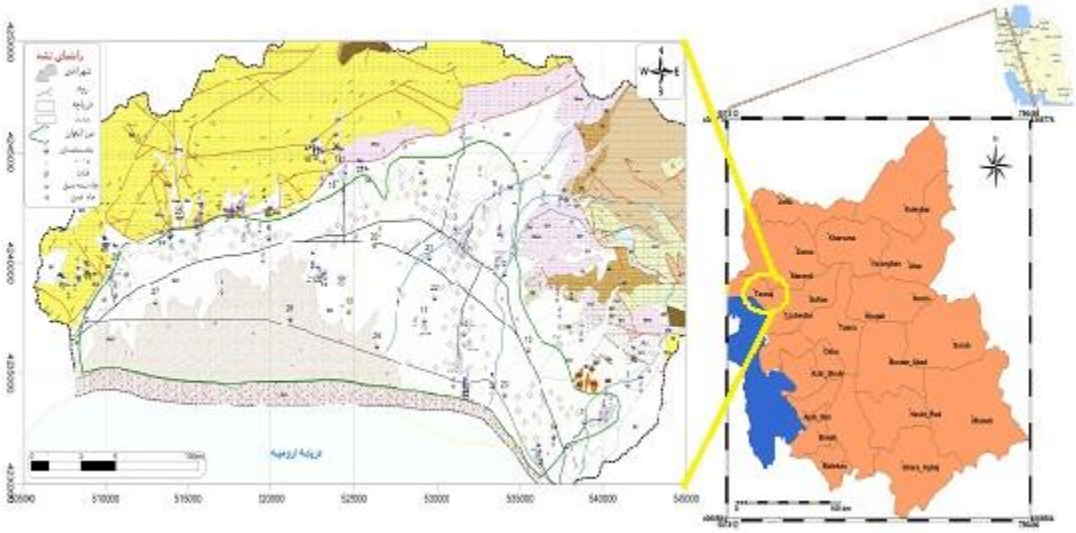
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

شده‌اند. حداکثر ارتفاع منطقه ۳۱۳۵ متر در قله کوه علمدار و حداقل آن ۱۳۸۰ متر از سطح دریا در ناحیه دشت و متوسط ارتفاع حداکثر حوزه‌ها ۲۲۹۷ متر با میانگین بارش ۲۲ ساله منطقه در حدود ۳۶۳/۳ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۶۵ درجه سانتی‌گراد است. از نظر آب و هوایی، منطقه تحت تاثیر توده‌های هوای قطبی بری از شمال، توده هوای قطبی بحری از شمال غرب، و توده هوای حاره بحری از جنوب است. ارتفاع متوسط عرصه پخش سیلاب، ۱۷۰۰ متر با میانگین بارش ۲۲ ساله منطقه در حدود ۳۶۳/۳ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۰/۶۵ درجه سانتی‌گراد است (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

وسعت دشت تسوج ۲۹۹/۲۸ کیلومتر مربع است. حجم متوسط بارندگی در این دشت ۸۰/۴۶ میلیون متر مکعب در سال بوده که از این مقدار، حدود ۶۸/۷۶ میلیون متر مکعب صرف تبخیر و تعرق شده و مقدار ۲ میلیون مترمکعب آن به‌صورت جریان سطحی در می‌آید. با توجه به ارقام فوق، به‌طور متوسط و طبیعی رقمی در حدود ۹/۷ میلیون مترمکعب، صرف نفوذ می‌شود. بررسی مطالعات بیلان دشت تسوج نشان می‌دهد که مخزن آب زیرزمینی در این منطقه ۱۰/۹۱ میلیون مترمکعب کمبود داشته و لذا، بیلان دشت منفی است. در منطقه تسوج بویژه در ناحیه عرصه طرح پخش سیلاب برآبخوان، چندین عامل در جهت کاهش کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی عمل می‌نماید. از جمله این عوامل می‌توان به برداشت بیش از حد از سفره‌های زیرزمینی، عدم تغذیه کافی سفره و تأثیرات منفی دریاچه در کیفیت آن، اشاره نمود (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

طبق آمار و اطلاعات ۱۱۶ رشته قنات وجود داشته که فقط ۷۲ رشته قنات فعال و دایر است. اکثراً قنوات به‌منظور کشاورزی مورد بهره‌برداری بوده و در فصل بارش متوسط دبی آن‌ها ۵/۳ لیتر در ثانیه و حداکثر دبی آن‌ها ۹۱ لیتر درثانیه است. می‌توان برآورد کرد که تخلیه سالیانه قنوات ۱۰۳۷۰ هزار مترمکعب است. در دشت مورد مطالعه ۷۰ دهنه چشمه وجود دارد که ۶۰ دهنهٔ آن مصرف کشاورزی، ۵ دهنه آن مصرف شرب دارد. متوسط دبی چشمه‌ها ۳/۴ لیتر درثانیه و مجموع تخلیه سالیانه آن‌ها در حدود ۴۵۹۱ هزار مترمکعب تخمین زده شده است. مجموع چاه‌های بهره‌برداری موجود در دشت به تعداد ۱۸۳ حلقه می‌رسد که ۱۷۳ حلقه از آن‌ها در مصارف کشاورزی و ۱۰ حلقه در مصرف شرب مورد استفاده قرار می‌گیرد. متوسط آبدهی چاه‌ها ۲۱/۱ و مجموع تخلیه سالیانه آن‌ها ۵۱/۸۳ میلیون مترمکعب برآورد شده است. در کل، مجموع تخلیه سالیانه از طریق منابع آب در حدود ۶۷/۷۹ میلیون مترمکعب برآورد شده است (مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۵).



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی در استان و نقشه منابع آبی (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

Figure 1- Location of the study area in the province and water resources map (Habibzadeh et al. 2017)

زمین‌شناسی محدوده آبخوان تسوج

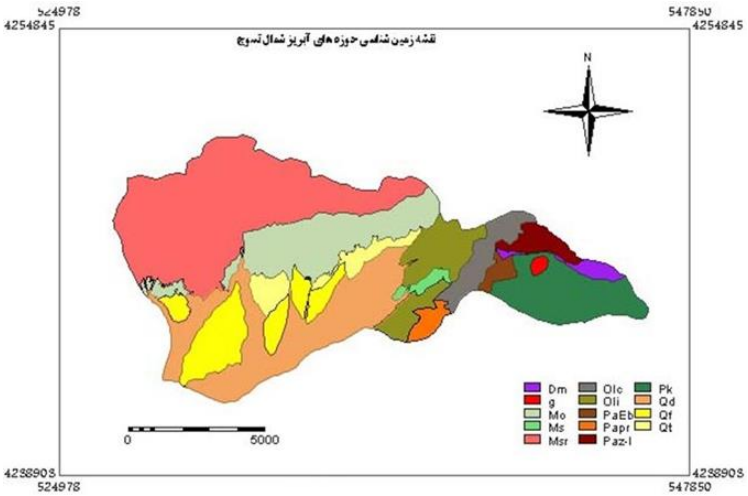
از نظر زمین‌شناسی نهشته‌های مختلفی از دوران پرکامبرین تا عهد حاضر در منطقه برونزد دارند. اما، سازندهای مربوط به دوره میوسن شامل، سازندهای مارنی، گچی، و آهکی معادل سازند قم و ماسه‌سنگ‌های قرمز رنگ معادل سازند قرمزبالایی بیش‌ترین سطح برونزد را در کل زیرحوضه‌های شمال و آبراهه‌های اصلی انگشتجان و امستجان دارا هستند. شکل ۲، نقشه زمین‌شناسی منطقه را نشان می دهد (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). سازندکهر از پرکامبرین با سنگ‌شناسی شیل، شیل ماسه‌ای و ماسه‌سنگ، که فاز دگرگونی را متحمل شده قدیمی‌ترین سازند است که در سطح حوزه برونزد دارد. پس از آن، سازند باروت با لیتولوژی ماسه‌ای دانه‌ریز میکادار به همراه دولومیت و آهک و در زیر

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

سازندهای ماسه‌ای زاگون و لالون، برونزد دارد. پس از آن، لایه کلیدی تاپ‌کوارتزیت به ضخامت ۵ متر قرار گرفته است. سازند میلا که پس از لایه کلیدی قرار دارد در منطقه مطالعاتی برونزد کامل نداشته و فقط ممبر یک آن یعنی دولومیت قهوه‌ای برونزد دارد. آهک روته پرمین در زیر کنگلومرا در قاعده الیگوسن قرار گرفته و نبود چینه‌ای وسیعی را برای دوران دوم در منطقه سبب شده است. از دوران سوم نیز بیش‌تر، تشکیلات مربوط به دوره‌های الیگوسن، میوسن و کواترنر است که گسترش آن‌ها در نقشه شکل ۲ مشاهده می‌شود. لازم به ذکر است، عملیات پخش سیلاب در روی نهشته‌های کواترنر شامل تراس‌های آبرفتی قدیمی ابتدای دشت‌های آبرفتی، بر روی مخروط افکنه‌ها و آبرفت‌های عهد حاضر به اجرا در آمده است (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶).

با توجه به وجود گسله‌های موجود در عرصه و برونزد سازندهای دوران پرکامبرین تا عهد حاضر، این منطقه به حوزه‌های فرعی و بدلندی در وسعت‌های کوچک تبدیل شده است که در نهایت دره‌های تند و تیز و عاری از پوشش گیاهی، توام با سنگ‌شناسی ماسه‌سنگی، مارن، آهک، کنگلومرا و شیل شکل یافته است. وضعیت فرسایش منطقه هم با توجه به حساسیت فرسایش‌پذیری منطقه و گسترش مارن‌ها و ماسه‌سنگ‌های مارنی و املاح‌دار، بیش‌تر خندقی با شیب‌های تند و خطالراس‌های تیز بوده و فرسایش‌های شیاری و سطحی نیز در آن به وفور یافت می‌شود. در حال حاضر، رسوبات دوران سوم زمین‌شناسی و عهد حاضر در مخروط افکنه پایین‌دست عرصه، آبخوانی را در وسعت ۴۷۰ هکتار با ضخامتی بیش از ۶۰ متر تشکیل داده که با توجه به میزان نفوذپذیری زیاد خاک، مکانی مناسب برای تغذیه مصنوعی است (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۲- نقشه زمین شناسی منطقه تسوج (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

Figure 2- Geological map of the Tasuj region (Habibzadeh et al. 2017)

روش تحقیق

عرصه‌های پخش سیلاب اکثرا، در راس و بالادست منطقه تغذیه آبخوان قرار داشته و وسعت عرصه‌های پخش نسبت به وسعت دشت و آبخوان‌ها بسیار کوچک است. لذا، تغذیه صورت گرفته در محدوده عرصه که حجم محدودی از بارش‌های صورت گرفته در سطح حوزه و دشت را دربر می‌گیرد، با رسیدن به سطح سفره، بلافاصله در جهت شیب هیدرولیکی و توسط جریان آب زیرزمینی به سمت پایین‌دست (محل تخلیه و مصرف) جریان یافته و سبب انتشار و پخش آن در سطح وسیع سفره می‌شود (مجیدی و همکاران، ۱۳۹۶). البته، باید متذکر شد که تغذیه و جریان آب در سفره، در یک محیط متخلخل همراه با اصطکاک و افت بار هیدرولیکی در جهت جریان مواجه است. لذا، در اثر تغذیه آب به سفره به‌صورت نقطه‌ای یا محلی، باید ابتدا با یک بالا آمدگی در سطح سفره (به واسطه ازدیاد حجم و وجود اصطکاک در مسیر جریان و تخلیه آب) در محل تغذیه و تا شعاعی اطراف آن (به‌خصوص در جهت جریان) به شکل یک گنبد، مواجه باشیم. بنابراین، با محاسبه این بالا آمدگی در سطح سفره و تا شعاع مورد نظر، بهتر می‌توان به میزان تغذیه و تاثیرگذاری و راندمان تغذیه پی برد. لذا، برای بررسی میزان تاثیر طرح پخش سیلاب بر کمیت آب سفره و راندمان تغذیه‌ای آن، اگر کل سطح سفره و آبخوان را مد نظر بگیریم، شاید نتوان این اثر را به درستی مشهود ساخت. در این موارد که به نوعی با حرکت جرم و اضافه شدن حجمی از ماده به‌صورت نقطه‌ای یا محلی در یک فضای بزرگ‌تر که جریان هم به انتقال حجم در جهت شیب کمک می‌کند مواجه هستیم، بهتر است این بررسی به فضایی در اطراف نقطه اثر (محل تغذیه یا تزریق) و تا شعاعی معنی‌دار در اطراف آن و در جهت جریان (متناسب با مقدار شیب هیدرولیکی) مد نظر قرار گیرد تا بتوان بر اثر افزایش ابعادی تا قبل از شعاع مورد نظر که جریان و شیب هیدرولیکی، تغییر ابعادی و حجم اضافه شده را با انتقال به سمت محل تخلیه به

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

صفر برساند، مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گیرد. در مطالعات آب زیرزمینی به این روش که یکی از روش‌های حل مسائل موضعی در سطح سفره است، استفاده از روش موازنه جرم و حجم کنترل شده گفته می‌شود (Hemond and Fechner, 1994). موازنه جرم و حجم کنترل شده در واقع محدوده‌ای مشخص از سطح سفره آب زیرزمینی در زیر نقطه یا محل تغذیه است که به‌علت میزان شیب هیدرولیکی و جهت جریان، تحت تأثیر مستقیم یک طرح از جمله طرح تغذیه مصنوعی قرار می‌گیرد و نشان دهنده شعاع تأثیر تغذیه مورد نظر است. درست محدوده‌ای از سفره که در اثر تغذیه آب، سطح سفره دچار افزایش تراز می‌شود. این افزایش تراز نسبت به تراز اولیه و در سطح شعاع تاثیر، مشخص‌کننده میزان حجم آب تغذیه شده (حجم آب رسیده به سفره) است. تعیین محدوده و شعاع تأثیر طرح تغذیه مصنوعی با استفاده از رابطه تحلیلی برای حوضچه‌های تغذیه مستطیلی به‌صورت رابطه ۱ ارائه شده است. محققین در این روش با استفاده از تبدیل لاپلاس، معادلهٔ تفاضل متناهی جزئی حاکم بر حرکت آب زیرزمینی را برای یک حوضچه تغذیهٔ مستطیلی حل نموده است. در این رابطه، تراز سطح آب در سفره (تراز سطح آب سفره خارج شعاع تاثیر یا قبل از تغذیه) را به‌عنوان شرایط اولیه و شیب سطح سفره در مرکز حوضچه (سطح سفره در زیر محل تغذیه و بعد از تغذیه حالت و شکل گنبدی پیدا می‌کند) و نیز در فاصله بی‌نهایت از محل تغذیه (حوضچه) برابر صفر را به‌عنوان شرایط مرزی در نظر گرفته است (Warner et al., 1989, Hantush, 1967, Singh, 2012).

$$Z = \frac{R\bar{b}}{2S}\int_0^t \left[\text{erf}\left[\frac{\frac{L}{2}+x}{d}\right] + erf\left[\frac{\frac{L}{2}-x}{d}\right]\right] * \left[\text{erf}\left[\frac{\frac{w}{2}+y}{d}\right] + \text{erf}\left[\frac{\frac{w}{2}-y}{d}\right]\right] d\tau \qquad (۱)$$

$$d = \sqrt{4\alpha\tau} \quad , \quad \alpha = {}^{T}/_{S} \quad , \quad Z = 2bH \quad , \quad T = Kb$$

τ: متغیر انتگرال‌گیری، b: میانگین ضخامت اشباع سفره آب در نقطه‌ای که قرار است ارتفاع گنبد محاسبه شود و از رابطه b=(h(t)+b)/2، به دست می‌آید.

H: ارتفاع گنبد نسبت به سطح اولیه آب، L و W: ابعاد حوضچه تغذیه که برای طرح پخش سیلاب تسوج به‌طور متوسط به‌ترتیب ۲۴۰۰ و ۲۸۰۰ ، متر هستند. K: ضریب آب گذری آبخوان (LT^{-1})، S: ضریب ذخیره و T: ترانسمیسویته یا قابلیت آبگذری آبخوان که در محدوده طرح پخش سیلاب تسوج حدودا ۹۲ مترمربع در روز است (مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۵). ابعاد حجم کنترل برای طرح پخش سیلاب تسوج با در نظر گرفتن بیش‌ترین شعاع تأثیر احتمالی، بر اساس رابطه تحلیلی هنتوش برآورد شد که مساحتی حدود ۶۴/۳۴ کیلومتر مربع از آبخوان تسوج را در بر می‌گیرد.

عمل پخش سیلاب در عرصه پخش سیلاب تسوج، به‌دلیل شیب زیاد عرصه امکان پخش سیلاب از طریق کانال‌های گسترشی و پخش صفحه‌ای وجود ندارد و پخش با سیستم کانال‌های غلام گردشی که تا انتهای عرصه ادامه یافته، انجام می‌شود (مجیدی و همکاران، ۱۳۹۶). در بررسی تاثیر عملیات پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی تسوج، آمار و اطلاعات موجود و قابل دسترسی از قبیل (سطح آب زیرزمینی چاه‌ها، مشخصات چاه‌های مشاهده‌ای، چاه‌های بهره‌برداری، قنوات و چشمه، حجم سیلاب ورودی به عرصه پخش سیلاب و ...) در یک دوره‌ی آماری ۵ ساله جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این تحقیق جهت بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی از آمار مربوط به ۳۱ حلقه چاه مشاهده‌ای طی سال‌های آبی ۸۴-۸۳ تا ۸۸-۸۷ استفاده و بر اساس آن اقدام به رسم هیدروگراف چاه شد اطلاعات مربوط به چاه‌های مشاهده‌ای در جدول ۱ مشاهده می‌شود. در این تحقیق، به‌منظور بررسی دقیق اثر طرح پخش سیلاب بر سطح آب زیرزمینی، محدوده واقع در شعاع تأثیر طرح به‌عنوان حجم کنترلی در نظر گرفته شد. در این محدوده حجم کنترلی، چاه‌های مشاهده‌ای P_{t1}، P_{t2}، P_{t3} و P_{t4} واقع می‌شود. شکل ۳ نقشه پراکنش چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری و محدوده عرصه پخش سیلاب را در دشت تسوج نشان می‌دهد (مصطفایی و همکاران، ۱۳۹۵).

میزان نوسانات تراز سطح آب زیرزمینی در چهارحلقه چاه مشاهده‌ای آب‌نمود چاه در پی هر رخداد سیل‌گیری، بررسی شده است. هم‌چنین، نوسانات سطح آب زیرزمینی با نوسانات نسبت تغذیه تخلیه و با نسبت بارش نفوذ، با استفاده از نمودار تغییرات در واحد حجم کنترل، مقایسه شد. به‌طورکلی، به‌منظور بررسی تأثیر عملیات پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی آبخوان تسوج، آمار و اطلاعات موجود و قابل دسترسی از قبیل سطح آب زیرزمینی چاه‌ها، مشخصات چاه‌های مشاهده‌ای چاه‌های بهره‌برداری، حجم سیلاب ورودی به عرصه پخش سیلاب و غیره در یک دوره آماری هفت ساله از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شدند. آمار سیل‌گیری و هواشناسی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی و آمار چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری از تماب به‌دست آمده‌اند (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). آب نفوذی از کانال‌های غلام گردشی و کانال‌های ذخیره به داخل زمین قابل ملاحظه بوده که می‌تواند نقش موثری را در تغذیه آب‌های زیرزمینی منطقه داشته باشد. در این چند سال اخیر به‌علت خشک‌سالی‌های متوالی، سطح آب زیرزمینی تقریبا ثابت مانده و آب نفوذ یافته به داخل زمین افت سطح آب زیرزمینی را جبران نموده است (مجیدی و همکاران، ۱۳۹۶).

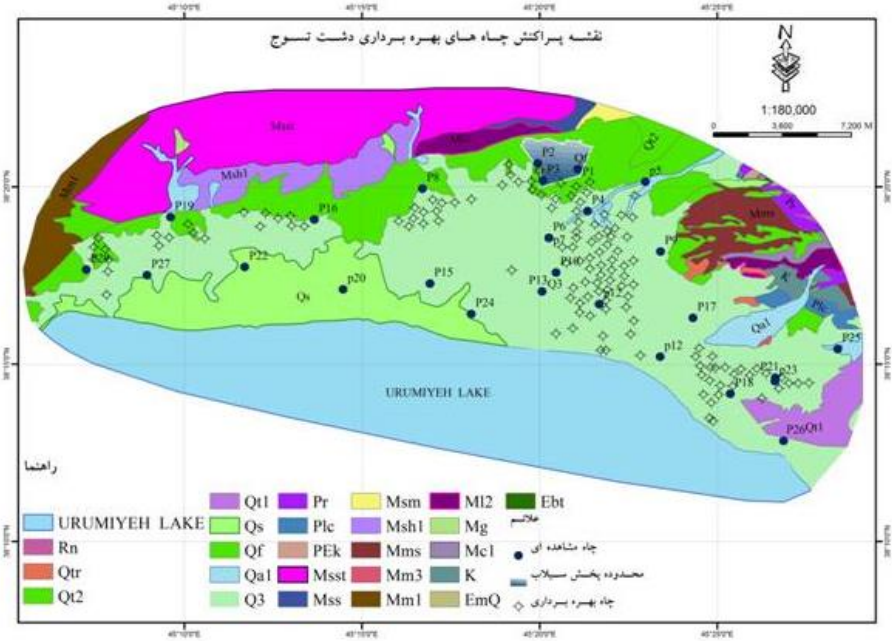
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

جدول ۱- موقعیت، عمق و تراز چاه‌های مشاهده‌ای محدوده عرصه پخش سیلاب تسوج (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

Table 1- Location, depth and level of observation wells in the Tasuj floodplain area (Habibzadeh et al. 2017)

شماره چاه مشاهده‌ای	موقعیت	مختصات		تراز چاه مشاهده‌ای	عمق
		Y	X		
P_{t1}	انگشتجان داخل آبخوان	4243790	530695	1444.1	110
P_{t2}	محل تلاقی جاده قدیم و امستجان	4244079	529052	1429.25	115
P_{t3}	چاه اکتشافی امستجان	4243188	529260	1398.39	11
P_{t4}	تسوج- بغل رودخانه	4241600	531100	1379.89	150



شکل ۳- نقشه پراکنش چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری در دشت تسوج و در محدوده عرصه پخش سیلاب (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

Figure 3- Distribution map of observation and exploitation wells in the Tasuj Plain and within the floodplain area (Habibzadeh et al., 2017)

نتایج و بحث

رابطهٔ بارش با سیل‌گیری

در ایستگاه پخش سیلاب تسوج از زمان اجرا تا ۱۳۸۹ در سال‌های مختلف آماربرداری، ۴۱۲ مورد سیل‌گیری ثبت شده است. بیش‌ترین رخداد سیل در سال آبی ۱۳۸۱ به تعداد ۹۰ مورد و کم‌ترین آن در سال آبی ۱۳۸۸ به تعداد ۴ مورد رخ داده است. جدول (۲) تعداد رخداد سیل، حجم سیل‌گیری و برآورد حجم تغذیه را طی سال‌های آبی ۱۳۷۹-۱۳۸۹ نشان می‌دهد. بر اساس جدول (۲)، مجموع حجم سیل‌گیری و حجم تغذیه در ایستگاه پخش سیلاب تسوج به‌ترتیب ۲/۱ و ۱/۶۸ میلیون مترمکعب است. بیش‌ترین حجم سیل‌گیری به میزان ۰/۵۲ میلیون مترمکعب در سال آبی ۱۳۸۱ ثبت شده است که منجر به تغذیه سفره آب زیرزمینی به میزان ۰/۴۲ میلیون مترمکعب در همان سال شده است. به‌دلیل خرابی سیستم‌های آبگیری در زمان جاری شدن سیل طی سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۷ با وجود رخداد سیل، حجم سیل‌گیری صفر است. کمینه حجم سیلاب به میزان ۰/۰۷ میلیون مترمکعب در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۶ ثبت شده است. شکل ۴ نمودار تغییرات حجم سیل‌گیری را در دشت تسوج نشان می‌دهد.

بررسی ماهانه میزان بارش نشان می‌دهد که در سال‌های آبی ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ بیشینه بارش در فصل بهار و در ماه اردیبهشت به‌ترتیب به میزان ۷۲/۲ و ۸۰ میلی‌متر، در سال ۱۳۸۵، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در فصل پائیز و در ماه‌های آبان و آذر به‌ترتیب به میزان ۸۴/۴، ۶۵/۸ و ۵۴/۵ میلی‌متر و در سال ۱۳۸۸ در فصل زمستان و در ماه اسفند به میزان ۵۱/۴ میلی‌متر، رخ داده است. کمینه بارش در سال‌های آبی۱۳۸۳، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۷ در فصل بهار به‌ترتیب به میزان ۰/۴، ۲/۳ و ۰/۲ میلی‌متر، در سال‌های آبی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸ در فصل پائیز به‌ترتیب به میزان ۱/۱ و ۲/۷ میلی‌متر و در سال آبی ۱۳۸۶ در تابستان به میزان ۵/۵ میلی‌متر ثبت شده است. با توجه به نمودار مزبور این نتیجه حاصل می‌شود که بارندگی‌های بیش از ۲۰ میلی‌متر منجر به سیل‌گیری و بارندگی‌های کم‌تر از این مقدار منجر به سیل‌گیری در عرصه پخش نمی‌شود. شکل

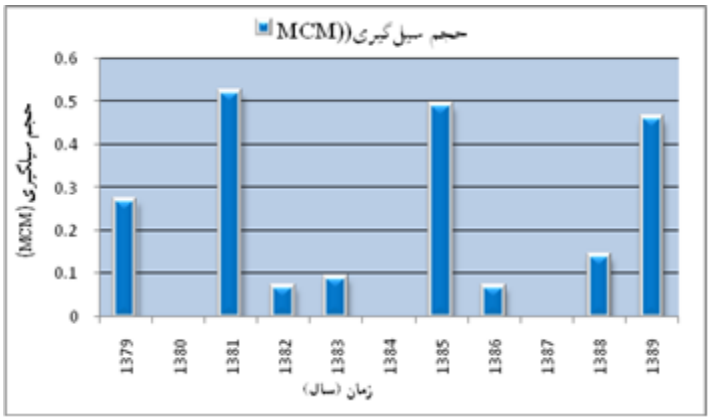
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

۵ تغییرات ماهانه بارش و حجم سیلاب ورودی را طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۵ میزان بارش از سال آبی ۱۳۸۵ تا سال آبی ۱۳۸۷ کاهش ۹ درصدی داشته است که باعث کاهش ۵۰ درصدی حجم سیلاب ورودی به عرصه شده است. از سال آبی ۱۳۸۵ کاهش بارندگی و خشکسالی در منطقه شروع شده، به‌طوری‌که میزان بارش از ۳۰۴/۴ میلی‌متر در سال ۱۳۸۵ به پایین‌تر از ۱۷۴/۱ میلی‌متر در سال آبی ۱۳۸۷رسیده است.

جدول ۲- وضعیت سیل‌گیری ایستگاه پخش سیلاب تسوج از زمان احداث تا سال ۱۳۸۸ (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

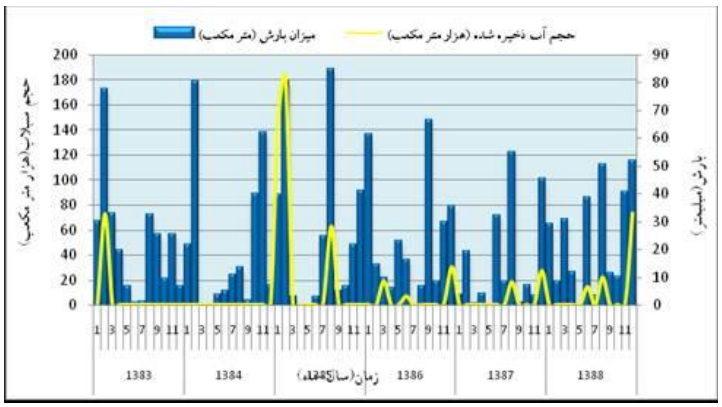
Table 2- Flooding status of Tasuj Flood Control Station from the time of construction until 200 (Habibzadeh et al., 2017)

سال	تعداد رخداد سیل	حجم سیل‌گیری(MCM)	برآورد حجم تغذیه (MCM)
1379	12	0.27	0.21
1380	12	0	0
1381	90	0.52	0.37
1382	36	0.07	0.05
1383	67	0.09	0.07
1384	72	0	0
1385	9	0.49	0.39
1386	69	0.07	0.06
1387	35	0	0
1388	4	0.14	0.11
1389	6	0.46	0.37
SUM	412	2.1	1.68



شکل ۴- نمودار تغییرات میزان حجم سیل‌گیری در تسوج

Figure 4- Diagram of changes in flood volume in Tasuj



شکل ۵- نمودار تغییرات هم‌زمان بارش و حجم سیلاب ورودی (سال‌های آبی ۸۳-۸۸)

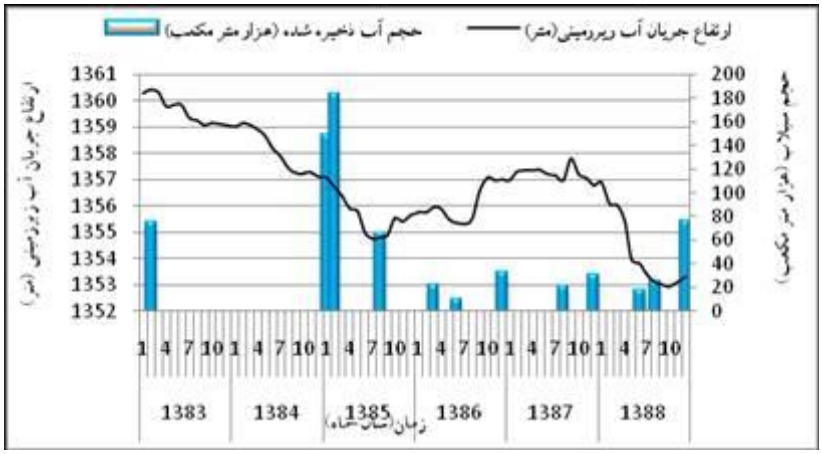
Figure 5- Graph of simultaneous changes in precipitation and flood inflow volume (water years 2009-2010)

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

تغییرات هم زمان تراز آب زیرزمینی و حجم سیلاب

تغییرات ماهانه سطح آب زیرزمینی دشت تسوج در طول سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ مورد مطالعه و روند تغییرات آن در شکل‌های (۶ تا ۹) قابل مشاهده است. در این تحقیق، به‌منظور بررسی دقیق اثر طرح پخش سیلاب بر سطح آب زیرزمینی، محدوده واقع در شعاع تأثیر طرح به‌عنوان حجم کنترلی در نظر گرفته شد. چاه‌های مشاهده‌ای Pt1، Pt2، Pt3 و Pt4 در محدوده حجم کنترلی قرار می‌گیرند. ضخامت آبرفت آبخوان در محدوده حجم کنترلی بر اساس عمق چاه‌های مشاهده‌ای برآورد شد. عمق متوسط چاه‌های مشاهده‌ای واقع در عرصه پخش سیلاب ۱۲۱/۵ متر که عمیق‌ترین آن‌ها مربوط به چاه مشاهده‌ای Pt4 با ۱۵۰ متر و کم‌ترین عمق مربوط به چاه مشاهده‌ای Pt1 با ۱۱۰ متر است. شکل ۳ نقشه پراکنش چاه‌های مشاهده‌ای و بهره‌برداری را سطح آبخوان تسوج و در محدوده حجم کنترلی (عرصه پخش سیلاب)، نشان می‌دهد. چاه‌های مشاهده‌ای Pt1، Pt2 و Pt3 در داخل محدوده پخش سیلاب و چاه مشاهده‌ای Pt4 در فاصله بیش‌تری نسبت به محدوده پخش سیلاب قرار دارد. میزان تغییرات سطح آب زیرزمینی در چاه‌های مشاهده‌ای واقع در محدوده حجم کنترلی برای سال‌های آبی ۸۳–۸۴ تا ۸۷–۸۸ (دوره زمانی بعد از احداث سیستم پخش سیلاب) با میانگین بارندگی سالانه ۲۴/۲ مترمکعب و با توجه به کاهش چاه‌های بهره‌برداری مورد بررسی قرار گرفت. در نمودارهای مزبور افزایش نسبی سطح آب در چاه‌های مشاهده‌ای Pt1، Pt2 و Pt4 و کاهش سطح آب در چاه مشاهده‌ای Pt3 در اوایل سال ۱۳۸۳، کاملاً مشهود است. در دشت تسوج در تمامی چاه‌ها، بیش‌ترین حجم سیل‌گیری به میزان ۱۸۰/۹ هزار مترمکعب در اردیبهشت سال ۱۳۸۵ و کم‌ترین میزان سیل‌گیری به میزان ۷ هزار مترمکعب در شهریور سال ۱۳۸۶، ثبت شده است. در چاه‌های مشاهده‌ای Pt1، Pt2، Pt3 و Pt4 واقع در محدوده حجم کنترلی، از اواخر سال ۱۳۸۳ تا اواخر سال ۱۳۸۴، سطح آب به‌دلیل عدم سیل‌گیری، روندی نزولی داشته که این روند، با سیل‌گیری‌ها در سال ۱۳۸۵ به‌طور نسبی جبران شده است. در چاه مشاهده‌ای Pt1 سیل‌گیری اردیبهشت سال ۱۳۸۳ باعث ثابت ماندن سطح آب در ارتفاع ۱۳۵۹ تا اوایل سال ۱۳۸۴ شد که عدم سیل‌گیری در این سال باعث افت سطح آب به میزان ۲/۰۳ متر شد. در این چاه، افزایش سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۸۵–۸۶ بعد از سیل اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ است؛ به‌طوری‌که با یک تاخیر یک الی دو ماهه باعث افزایش سطح آب زیرزمینی شده است که این خود حکایت از تاثیر تغذیه مصنوعی به‌وسیله سیستم پخش سیلاب را دارد (شکل۶). روند افزایش سطح آب تا اوایل سال ۱۳۸۸ ادامه داشته است اما به‌دلیل برداشت زیاد و کاهش بارندگی، هیدروگراف چاه روند نزولی در پیش گرفته تا این‌که به کم‌ترین میزان خود یعنی ۱۳۵۲/۹۵ متر در دی ماه سال ۱۳۸۸ رسید.

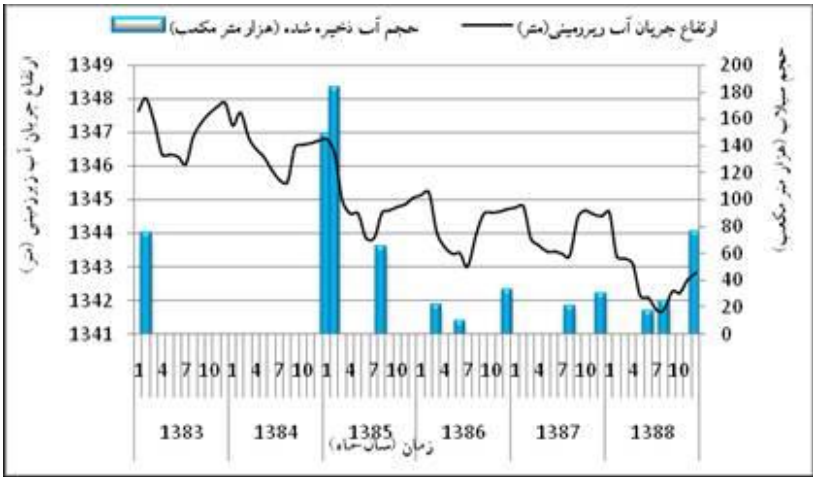


شکل ۶- نمودار تغییرات هم‌زمان ارتفاع جریان آب زیرزمینی و حجم سیلاب ورودی در چاه مشاهده‌ای Pt1

Figure 6- Graph of simultaneous changes in groundwater flow height and inflow flood volume in observation well Pt1

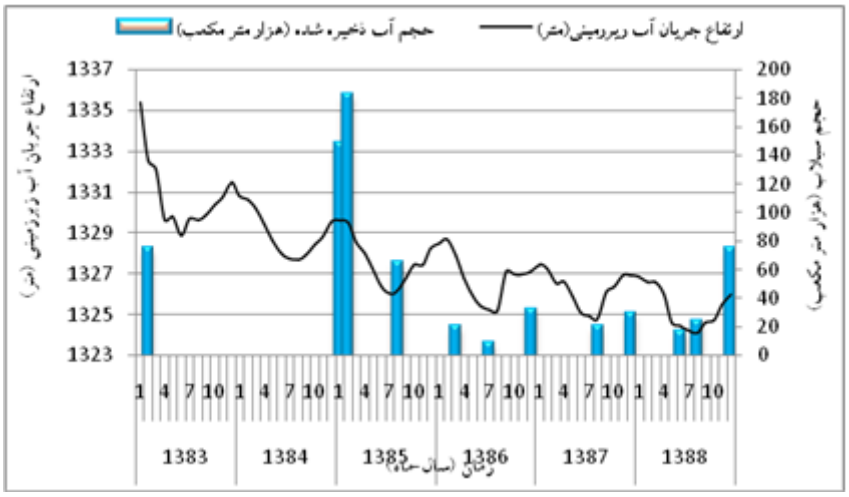
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]



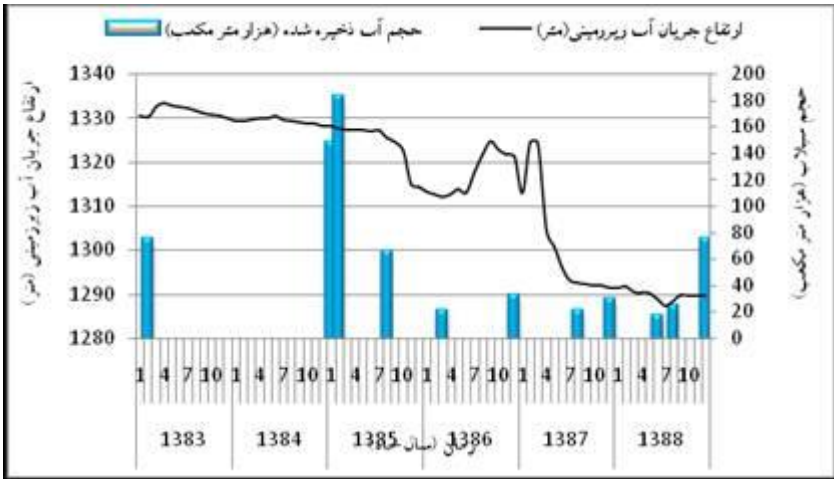
شکل ۷- نمودار تغییرات هم‌زمان ارتفاع جریان آب زیرزمینی و حجم سیلاب ورودی در چاه مشاهده‌ای Pt2

Figure 7- Graph of simultaneous changes in groundwater flow height and inflow flood volume in observation well Pt2



شکل ۸- نمودار تغییرات هم‌زمان ارتفاع جریان آب زیرزمینی و حجم سیلاب ورودی در چاه مشاهده‌ای Pt3

Figure 8- Graph of simultaneous changes in groundwater flow height and inflow flood volume in observation well Pt3



شکل ۹- نمودار تغییرات هم‌زمان ارتفاع جریان آب زیرزمینی و حجم سیلاب ورودی در چاه مشاهده‌ای Pt4

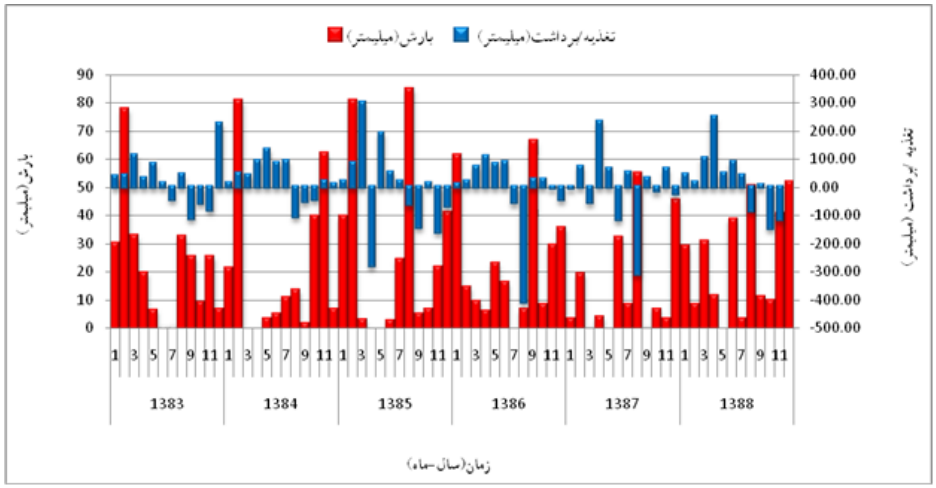
Figure 9- Graph of simultaneous changes in groundwater flow height and inflow flood volume in observation well Pt4

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

تغییرات هم زمان تغذیه/ برداشت و بارش

در شکل ۱۰، نمودار تغییرات هم‌زمان تغذیه/ برداشت و بارش در عرصه پخش سیلاب تسوج نشان می‌دهد که بارندگی‌های پائین‌تر از ۴۰ میلی‌متر منجر به تغذیه نشده اما بارش‌های بیش از ۴۰ میلی‌متر و هم‌چنین تک بارش‌های کوتاه مدت اما با مقادیر زیاد تغذیه چشم‌گیری را در عرصه پخش سیلاب نشان می‌دهد. در حالت کلی می‌توان گفت در دشت تسوج روند بارش با تغذیه/ برداشت مطابقت می‌نماید، جز در مواردی استثنائی که ما انتظار تغذیه آبخوان را داشته‌ایم اما نمودار برداشت را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال در سال آبی ۱۳۸۵ با وجود بارش ۸۴/۴ میلی‌متری، نمودار مربوط بهه برداشت آب به میزان ۲۰۳/۶ میلی‌متر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰- نمودار تغییرات هم‌زمان تغذیه/ برداشت و بارش در عرصه پخش سیلاب تسوج

Figure 10- Diagram of simultaneous changes in recharge/harvest and precipitation in the Tasuj floodplain

تغییرات هم زمان تغذیه/ برداشت با نوسانات عمق آب زیرزمینی

همان‌طور که در شکل ۱۱ دیده می‌شود، هیدروگراف سطح آب زیرزمینی با روند تغذیه/برداشت کاملاً هم‌خوانی دارد. در اوایل سال ۱۳۸۳ بالاآمدگی سطح آب زیرزمینی بیانگر تغذیه در ۶ ماه اول سال به میزان ۳۱۵/۲۳ میلی‌متر است. این واقعه تغذیه منجر به افزایش سطح آب به میزان ۲/۰۱ متر شده است. از نیمه دوم سال ۱۳۸۳ به‌دلیل برداشت به میزان ۲۹۰/۵۷ میلی‌متر سطح آب زیرزمینی کاهش یافته است. سال ۱۳۸۴ نیز روندی مشابه سال ۱۳۸۳ از خود نشان می‌دهد. از اواخر سال ۱۳۸۴ تا اواسط سال ۱۳۸۵ سطح آب زیرزمینی افزایش چشم‌گیری داشته به‌طوری‌که از ۷۶/۰۱ به ۷۸/۰۲ متر رسیده است. این افزایش به‌دلیل تغذیه خرداد سال ۱۳۸۵ به میزان ۲۹۷/۲۲ میلی‌متر به‌وسیله عرصه پخش است. در سال ۱۳۸۶ به‌دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به میزان ۴۰۵/۶۱ میلی‌متر، افت قابل ملاحظه‌ای را در سطح آب سفره نشان می‌دهد. در این نمودار برداشت و تغذیه به‌ترتیب منجر به کاهش و افزایش سطح آب شده است. در سال ۱۳۸۸ نیز تغذیه به میزان ۵۸۵/۶۱ میلی‌متر باعث افزایش سطح آب از ۷۶/۹۰ متر در اسفند سال ۱۳۸۷ به ۷۹/۱۹ متر در اسفند سال ۱۳۸۸ شده است.

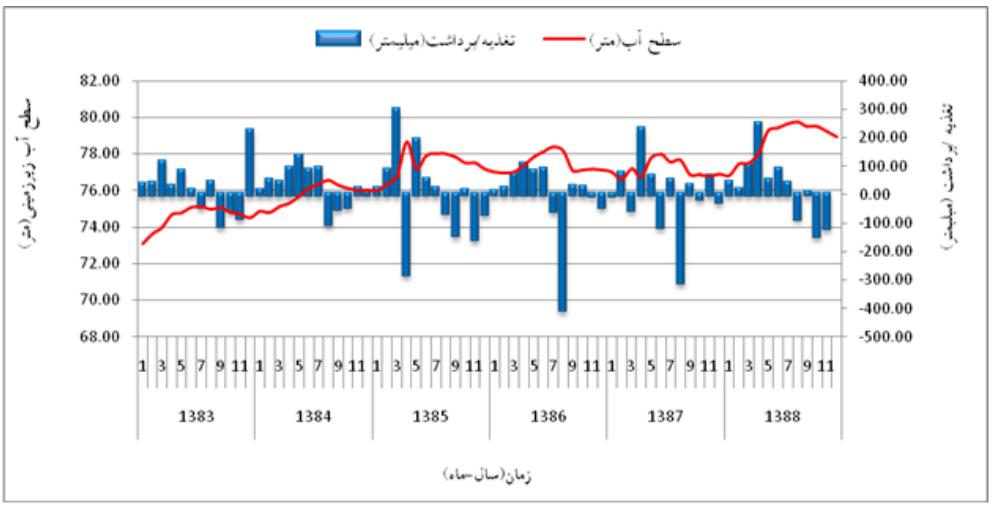
تغییرات هم‌زمان تغذیه/ برداشت و حجم سیلاب ورودی در دشت تسوج

مجموع تغذیه و برداشت در عرصه پخش سیلاب تسوج در طی سال‌های آبی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ۳، بیش‌ترین میزان تغذیه مربوط به خردادماه ۱۳۸۵ به میزان ۲۹۷/۲۲ و کم‌ترین میزان تغذیه به میزان ۶/۸۵ میلی‌متر مربوط به آذر ماه ۱۳۸۸ است. هم‌چنین بیش‌ترین میزان برداشت مربوط به آبان سال ۱۳۸۶ به میزان ۴۰۵/۶۱ میلی‌متر و کم‌ترین میزان برداشت یعنی ۴/۵۹ میلی‌متر در فروردین ۱۳۸۷ رخ داده است. بیش‌ترین میزان تغذیه و برداشت به میزان ۶۷۷/۰۴ و ۷۰۹/۳۸ میلی‌متر مربوط به سال ۱۳۸۵ است. با توجه به جدول ۳، مجموع تغذیه و برداشت در عرصه پخش سیلاب تسوج به‌ترتیب به میزان ۳۳۲۵/۷۳ و ۲۵۷۴/۹۲ میلی‌متر است.

بررسی تغییرات هم‌زمان تغذیه/ برداشت و حجم سیلاب ورودی به عرصه در شکل ۱۲ نشان می‌دهد که در مواقعی که سیل‌گیری رخ داده است، نمودار، تغذیه آب زیرزمینی و در مواردی که سیلی رخ نداده یا ثبت نشده است، نمودار، برداشت را نشان می‌دهد. همان‌طورکه در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود، در حالت کلی، روند تغذیه/ برداشت و حجم سیلاب، هم‌خوانی دارند. در سال ۱۳۸۳ سیل‌گیری به میزان ۷۲/۷۹ هزار مترمکعب باعث تغذیه آب زیرزمینی به میزان ۳۱۵/۲۳ میلی‌متر شده است. در سال ۱۳۸۵ در مجموع دو سیل‌گیری عظیم به میزان

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

۳۲۷/۰۷ هزار مترمکعب صورت گرفته که منجر به تغذیه آب زیرزمینی به میزان ۴۰۱/۴۱ میلی‌متر شده است. هفت مورد سیل‌گیری طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ در منطقه مورد مطالعه ثبت شده که هر کدام باعث افزایش میزان تغذیه آب زیرزمینی شده است.



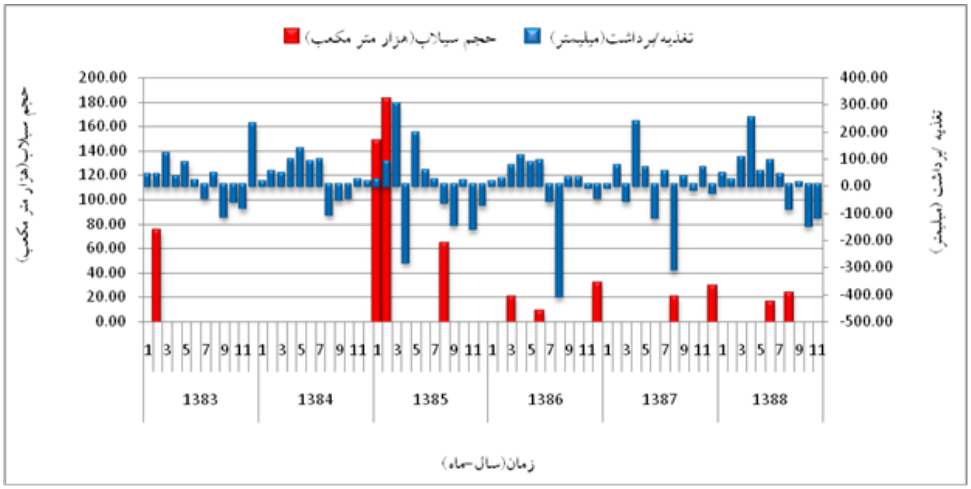
شکل ۱۱- نمودار تغییرات هم‌زمان تغذیه/ برداشت و سطح آب زیرزمینی در عرصه پخش سیلاب تسوج

Figure 11- Diagram of simultaneous changes in recharge/withdrawal and groundwater level in the Tasuj floodplain

جدول ۳- مجموع تغذیه و برداشت در عرصه پخش سیلاب تسوج طی سال‌های آبی ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۸ (حبیب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶)

Table 3- Total recharge and withdrawal in the Tasuj floodplain during the water years 2004 to 2009 (Habibzadeh et al., 2017)

سال	مجموع تغذیه (میلی‌متر)	مجموع برداشت (میلی‌متر)
1383	580.60	-290.57
1384	532.78	-197.53
1385	677.04	-709.38
1386	432.26	-510.40
1387	510.59	-521.92
1388	592.46	-345.12
مجموع	3325.73	-2574.92



شکل ۱۲- نمودار تغییرات هم‌زمان تغذیه/ برداشت و حجم سیلاب ورودی به عرصه پخش سیلاب تسوج

Figure 12- Diagram of simultaneous changes in recharge/withdrawal and flood volume entering the Tasuj floodplain

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

نتیجه‌گیری

با بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی و میزان آبدهی هر یک از منابع مورد پایش در طول زمان و با در نظر گرفتن زمان‌های سیل‌گیری در محدوده پخش سیلاب و حجم سیل‌گیری، می‌توان یک ارزیابی کمی از اثرات طرح پخش سیلاب در تغذیه مصنوعی سفره ارائه نمود. بدیهی است تغییرات آبدهی و تراز سطح آب زیرزمینی در هر یک از منابع انتخاب شده به‌خصوص در محدوده طرح پخش سیلاب (محدوده حجم کنترلی)، در ارتباط مستقیم با میزان تغذیه (آبگیری طرح پخش سیلاب) و میزان تخلیه و برداشت از سفره خواهد بود. بر اساس ویژگی‌های هیدرودینامیکی و هیدروژئولوژیکی آبخوان، ممکن است یک فاصله زمانی بین آبگیری و عکس‌العمل سفره وجود داشته باشد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این پژوهش در دشت تسوج که در نمودارهای ارائه شده مشهود است، تراز سطح آب زیرزمینی در تمامی چاه‌های مشاهده‌ای در طی سال‌های ۸۳ تا ۸۸ دچار افت شده که نشان دهنده بیلان منفی سفره است. این امر به‌دلیل افزایش برداشت از سفره و کاهش نزولات آسمانی و بارش در طی این چند سال و وقوع خشکسالی است. اما با تمام این تفاسیر، چاه‌هایی که کم‌ترین فاصله را نسبت به شبکه‌های پخش سیلاب داشته‌اند (چاه‌های مشاهده‌ای Pt1، Pt2 و Pt3) کم‌ترین مقدار تغییرات را در تراز سطح آب اندازه‌گیری شده از خود نشان می‌دهند (افت تراز سطح آب کم‌تر از ۵ متر). با مد نظر قرار دادن تعداد و احجام سیل‌گیری‌های انجام شده توسط عرصه‌های پخش سیلاب در طی این دوره زمانی و هم‌چنین، موقعیت مکانی، وسعت عرصه پخش سیلاب نسبت به وسعت سفره دشت و جهت جریان آب زیرزمینی، این خود دلیلی بر اثرگذاری شبکه‌های پخش سیلاب در تغذیه سفره آب زیرزمینی و مواجهه این طرح در جبران بخشی از اضافه برداشت از سفره آب زیرزمینی دشت است. اما، این تغییرات در چاه‌هایی که فاصله بیش‌تری از محل تغذیه (شبکه‌های پخش سیلاب) در همین بازه زمانی دارند و به محل‌های برداشت آب به‌وسیله چاه‌های کشاورزی نزدیک هستند (چاه مشاهده‌ای Pt4)، بیش‌تر است (افت تراز سطح آب بیش از ۲۵ متر).

نتایج نشان می‌دهد که حتی در محدوده حجم کنترلی که چاه‌های بهره‌برداری نیز کم‌تر هستند، به واسطه وقوع خشکسالی و کاهش بارش در سطح منطقه و حجم سیلاب و آبگیری از یکسو و شیب بالای هیدرولیکی و سرعت جریان آب زیرزمینی در محدوده پخش سیلاب از سوی دیگر در حدی بوده است که طرح پخش سیلاب نتوانسته است سهم تغذیه را به شکل معناداری مشهود سازد. این موضوع مهم ناشی از تعداد کم دفعات و حجم آبگیری و احتمالا کاهش نرخ نفوذ در عرصه پخش سیلاب به‌دلیل نقص در طراحی کانال‌های غلام گردشی نیز می‌تواند باشد. بنابراین، ارزیابی صورت گرفته در این تحقیق نشان داد طرح پخش سیلاب تسوج در حد و اندازه پیش‌بینی شده، تأثیر معناداری در تغذیه منابع آب زیرزمینی نداشته است. بررسی میزان بارش در هر رخداد و حجم سیلاب ورودی به عرصه پخش نشان داد، بارندگی‌های بیش از ۲۰ میلی متر در منطقه به سیل‌گیری در عرصه منجر شده است. از طرف دیگر بارش‌های بیش از ۵۰ میلی‌متر و هم‌چنین تک بارش‌های کوتاه مدت اما با مقادیر زیاد، تغذیه چشم‌گیری را به خصوص در سال‌های اولیه اجرای طرح پخش سیلاب به دنبال داشته است.

بر اساس مطالعات خاکشناسی عرصه پخش سیلاب تسوج، نفوذپذیری کلی منطقه نسبتاً زیاد ارزیابی می‌شود. بیش‌ترین مقدار نفوذ مربوط به قسمت غربی منطقه مابین جاده امستجان–انگشتجان و حاشیه رودخانه تسوج است. بررسی‌ها نشان می‌دهد جهت جریان در محدوده آبخوان به سمت جنوب و جنوب غرب بوده و در جنوب غرب منطقه در صورت عدم امکان تغذیه، مشکلات جریان معکوس از سمت دریاچه ارومیه به سمت شمال و دشت و شور شدن آب سفره در اثر هجوم جبهه آب شور دریاچه امکان پذیر است. در دشت تسوج چندین عامل در راستای کاهش کمیت آب‌های زیرزمینی عمل می‌نمایند، از جمله این عوامل، برداشت بیش از اندازه و ظرفیت از سفره زیرزمینی و عدم تغذیه کافی سفره است. لذا، این روند فزاینده برداشت آب زیرزمینی به‌وسیله چاه‌ها و کاهش میزان نفوذ آب به سفره آب زیرزمینی می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری برای آبخوان به همراه داشته باشد. چنان‌چه روند کم بارش‌ها با چنین وضعیتی ادامه یابد، با وجود کنترل سیلاب‌ها و تغذیه مصنوعی، توقف افت و بهبود شرایط سفره دور از انتظار خواهد بود.

ملاحظات اخلاقی

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

حمایت مالی: نویسندگان لازم است تا از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور و هم‌چنین از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی که حمایت مالی لازم در زمینه انجام این تحقیقات را داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

مشارکت نویسندگان: علیرضا مجیدی: تلفیق، تحلیل و بررسی آماری، مفهوم‌سازی، روش‌شناسی؛ اباذر مصطفایی: منابع، نرم‌افزار، ویرایش گزارش، مصورسازی، نظارت؛ احد حبیب‌زاده: جمع‌آوری اطلاعات، برداشت‌ها و بررسی‌های میدانی، تحلیل‌های اولیه، تهیه پیش‌نویس اولیه

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

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

سپاس‌گزاری: در این‌جا لازم است از حمایت و پشتیبانی‌های بسیار مؤثر پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، در اجرای این تحقیق، تشکر و قدردانی به‌عمل آید.

منابع

۱. پاک‌پرور، مجتبی، نکوئیان، غلامعلی، قهاری، غلامرضا، چراغی، سید محمد علی و مجیدی، علیرضا. (۱۴۰۲). اندازه‌گیری و شبیه‌سازی مستقیم اثر مقدار سیلاب بر نرخ تغذیه در سیستم پخش سیلاب گربایگان. *مدیریت و مدل‌سازی آب و خاک*، ۳ (۳)، ۲۵۶-۲۷۶. **DOI: 10.22098/mmws.2022.11883.1183.**

۲. حبیب زاده، احد، مصطفایی، اباذر، مجیدی، علیرضا، علینژاد، عزیز و حاجی حسینی، نسرین. (۱۳۹۶). گزارش نهایی طرح تحقیقاتی: بررسی تغییرات کمی آب‌های زیرزمینی متاثر از طرح پخش سیلاب تسوج در استان آذربایجان شرقی. *پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری*، ۱۱۰ ص.

۳. جعفری، محمد رضا، رستمی‌زاد، قباد و خان‌بابایی، زهرا. (۱۳۹۶). ارزیابی اقتصادی اثرات پخش سیلاب بر منابع آب و کشاورزی (مطالعه موردی: دشت موسیان. شهرستان دهلران). *مهندسی محیط‌زیست و آب*، ۳(۱)، ۸۱-۹۳. **https://www.jewe.ir/article_44040.html**

۴. سعادتی، حسین و خیام، مقصود. (۱۳۸۷). بررسی تاثیر پخش سیلاب در آبخوان بر وضعیت کشاورزی و سطح سفره‌های آب زیرزمینی مناطق پایین دست حوضه آبخیز تسوج با استفاده از GIS و تصاویر ماهواره‌ای. *جغرافیایی سرزمین*، ۵ (۱۹)، ۱-۱۰.

۵. مجیدی، علیرضا، مصطفایی، اباذر و خیرخواه زرکش، میر مسعود. (۱۳۹۶). گزارش نهایی طرح پژوهشی: بررسی تغییرات کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی متاثر از طرح‌های پخش سیلاب. *پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری*، ص۱۵۰.

۶. مصطفایی، اباذر، مجیدی، علیرضا، خیرخواه زرکش، میر مسعود و پرهمت، جهانگیر. (۱۳۹۵). گزارش نهایی طرح پژوهشی: بررسی تغییرات کمی آب‌های زیرزمینی متاثر از پروژه‌های پخش سیلاب. *پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری*، ص ۱۴۰.

۷. مصطفایی، اباذر، مرادنیا، وحیده و گودرزی، مسعود. (۱۳۹۶). ارزیابی نقش طرح پخش سیلاب سرچشمه هرمزگان در تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی. *اکوهیدرولوژی*، ۴(۳)، ص. ۷۴۹-۷۶۱. **https://ije.ut.ac.ir/article_62507.html**

۸. ویسکرمی، ایرج، پیامانی، کیانفر، شاه‌کرمی، عزیزاله و سپهوند، علیرضا. (۱۳۹۲). تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیرزمینی دشت کوهدشت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، *علوم آب و خاک*، ۱۷(۶۵)، ۱۵۳-۱۶۱. **https://iutjournals.iut.ac.ir/jstnar/article-1-1721-fa.html&sw**

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*, 8(20). DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i20/8159.
2. 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, *Journal of Rainwater Catchment Systems*, 12(3), 1. URL: http://jircsa.ir/article-1-545-en.html.
3. Baza, M. (2001). Inference of a drought mitigation action plan. Expert Consultation and o̊rkshop on Drought Prepared and Mitigation in the Near East and Mediterranean Organized by FAO/RNG. ICARDA and EV, *Syria*, P. 27-31.
4. Boustani, F., & Mohammadi, H. (2011). Determining the optimal exploitation pattern with emphasis on environmental goals in Fasa County using multi-objective and fuzzy programming.
5. Bouwer, H. (2002). Artificial recharge groundwater: *hydrogeology and engineering Hydrogeology Journal*, 10(1), 121-142. https://link.springer.com/article/10.1007/s10040-001-0182-4.
6. Glover, R. E. (1964). Ground water movement. US Bureau of Reclamation. *Engineering Monograph*., 31. P. 67.
7. Habibzadeh, A., Mostafaei, A., Majidi, A., Alinejad, A., & Hajihosseini, N. (2017). Final report of the research project: Study of quantitative changes in groundwater affected by the Tasuj flood diversion project in East Azerbaijan Province. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 110. [In Persian].
8. Hantush, M. S. (1967). Growth and decay of ground water mounds in response to uniform percolation. *Water Resource Research*, 3(1), 227-234.
9. Hashemi, H., Berndtsson, R., & Persson, M. (2014). Artificial recharge by floodwater spreading estimated by water balances and groundwater modelling in arid Iran. *Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques*, 60, P.336-350. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2014.881485.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]

10. Hemond, H. F., & Fechner, E. J. (1994). Chemical fate and transport in the environment. Academic Press INC.USA, ISBN 0-12-340270-0. pp. 331.
11. Jafari, M. R., Rostamizad, Q., & Khanbabaei, Z. (2017). Economic evaluation of flood spreading effects on water resources and agriculture (Case study: Musian Plain. Dehloran County). Journal of Environment and Water Engineering, 3(1), 81-93. [In Persian]. https://www.jewe.ir/article_44040.html
12. Karamouz, M., Ahmadi, A., & Akhbari, M. (2012). Groundwater Hydrology: Engineering Planning and Management, CREC Press, *Taylor & Francis Group*, 13, ISBN:978-1-4398-9121-6. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780429265693/groundwater-hydrology-mohammad-karamouz-azadeh-ahmadi-masih-akhbari.
13. Majidi A., Mostafaei A., & Khairkhah Zarkesh M.M. (2017). Final report of the research project: Study of quantitative and qualitative changes in groundwater affected by flood spreading projects. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, pp.150. [In Persian].
14. Mostafaei A., Kalantari N., & Kheirkhah M. M. (2016). Assessing the success of floodwater spreading projects using a fuzzy approach. *Water Science and Technology*, 74(8), p. 1980-1991.
15. Mostafaei A., Majidi A., Khairkhah Zarkesh M.M., & Pourhemat J. (2016). Final report of the research project: Study of quantitative changes in groundwater affected by flood spreading projects. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, pp.140. [In Persian]).
16. Mostafaei A., Moradnia V., & Goodarzi M. (2017). Evaluation of the role of flood spreading plan of Hormozgan headwaters in artificial groundwater recharge. *Journal of Ecohydrology*, 4(3), 749-761. [In Persian]. https://ije.ut.ac.ir/article_62507.html.
17. Pakparvar, M., Nekooeian, Gh., Ghahari, Gh., Cheraghi, S.A.M., & Majidi, A. (2023). Direct measurement and simulation of flooding amount effect on recharge rate in Gareh Bygone floodwater spreading system. *Water and Soil Management and Modeling*, 3(3), 256-276. DOI: 10.22098/mmws.2022.11883.1183. [In Persian].
18. Pakparvar, M., Walraevens, K., Cheraghi, S. A. M., Ghahari, G., Cornelis, W., Gabriels, D., & Kowsar, S. A. (2017). Assessment of groundwater recharge influenced by floodwater spreading: an integrated approach with limited accessible data. *Hydrological Sciences Journal*, 62(1): P. 1-18. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2016.1183164.
19. Saadati, H., & Khayyam, M. (2009). Investigating the effect of flood spreading in the aquifer on the agricultural situation and groundwater table levels in the downstream areas of the Tasuj watershed using GIS and satellite images. *Quarterly Journal of Land Geography*, 5 (19), 1-10. [In Persian]. https://sanad.iau.ir/Journal/sarzamin/Article/823648
20. Singh, S. K. (2012). Groundwater Mound due to Artificial Recharge from Rectangular Areas. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*,138(5), 476-481. https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(asce)ir.1943-4774.0000427.
21. Viskarami, I., Payamani K., Shahkarami A., & Sepahvand A. (2013). The Effects of Water spreading on Groundwater Resources in Kohdasht Plain. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 17(65), 153-161. [In Persian]. https://iutjournals.iut.ac.ir/jstnar/article-1-1721-fa.html&sw=.
22. Warner, J. W., Molden, D., Chehata, M., & Sunada, D. K. (1989). Mathematical analysis of artificial recharge from basins. *Water Resources Bulletin*, 25, p. 401- 411. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1752-1688.1989.tb03077.x.
23. Yuejun, Z. L., Haitao, L., Wenpeng, D., Xinguang, D., & Wolfgang, K. (2011). Water resources management using artificial groundwater recharge to replace shallow surface water reservoirs: an example from Xinjiang China. *Water Research*, 55, p. 31-45.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4]