زودآیند ویرایش‌نشده

Effectiveness of the Haftoman Flood Spreading Project in Aquifer Recharge: A Multidimensional Assessment Using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) Approach in Arid Regions

M. Hashemi[1] *A. Dastranj*[2], *B. Choubin*[3]

Introduction

Water scarcity has emerged as one of the defining environmental and socio-economic challenges of the twenty- first century, particularly in arid and semi-arid regions such as Iran. The overexploitation of groundwater resources, combined with declining precipitation and the intensification of droughts, has severely affected aquifers across the country. In this context, flood spreading projects (FSPs) have been introduced as one of the managed aquifer recharge (MAR) strategies aiming to divert destructive flood flows into aquifers, mitigate the impacts of uncontrolled runoff, and enhance ecological stability. The Haftooman flood spreading project, located in the arid landscapes of Khour and Biabanak County in Isfahan Province, was initiated with these ambitious goals. However, despite considerable financial investments, the real performance of such projects in achieving their intended ecological, social, and economic objectives remains poorly documented. Most previous studies in Iran and abroad have examined isolated dimensions, such as hydrological or economic outcomes, without providing a comprehensive assessment that simultaneously integrates physical, ecological, social, and technical- operational impacts. The absence of long- term monitoring infrastructures, such as piezometers, has further obscured the evaluation of actual recharge benefits. Against this backdrop, the present study applies the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) in combination with expert knowledge to evaluate the multi-dimensional impacts of the Haftooman project. By systematically integrating

1. Correspong Author and Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Esfahan. Iran. (M_Hashemi@areeo.ac.ir)

2. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Mashhad. Iran.

3. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Esfahan. Iran.

environmental, hydrological, social, and economic indicators, this research aims to provide a holistic and critical analysis of the project's effectiveness, identify the underlying causes of limited success, and generate practical recommendations for the planning and management of future flood spreading projects in arid environments. This approach also seeks to bridge the gap between scientific evaluation and policy- making by providing evidence- based insights into the challenges of implementing MAR strategies under harsh climatic and geomorphological conditions.

Materials and methods

In order to assess the effectiveness of watershed management measures from the perspective of users, this study utilizes both descriptive and analytical methods, along with data collection via a questionnaire that utilizes a Likert scale to assess opinions on the direct and indirect impacts of implemented projects. The sample population consists of heads of households residing in the catchment area of the Firuzeh Neishabour mine, situated in Razavi Khorasan Province. The research methodology is based on two main approaches: documentary analysis and survey methods. Initially, projects carried out in the research areas were identified and specified by consulting the Razavi Khorasan Natural Resources Department. Subsequently, statistics and information about households in villages within the two study areas were gathered through local field observations, village councils, and the statistics center. Face- to- face interviews and questionnaires were used to gather villagers' perspectives and measure relevant variables. Descriptive statistics were then calculated based on the data to determine the users' attitudes towards watershed measures. The descriptive results of the independent variables, along with respondent characteristics, were displayed in descriptive statistical tables. Lastly, inferential statistical methods were employed to compare the average distribution of variables, calculate average differences between different groups using statistical tests, and conduct necessary analyses based on these differences.

Results and Discussion

The findings reveal that the Haftooman flood spreading project generated only limited and short- lived positive effects across most evaluated dimensions. In the hydrological domain, although some initial infiltration occurred during the early years, long- term monitoring shows no significant improvement in groundwater

levels. Structural failures in the diversion canals, coupled with rapid sedimentation of infiltration basins, severely reduced the efficiency of recharge. In fact, over time, most floodwaters were retained only in the sedimentation basin, with infiltration volumes declining due to clogging by fine particles. This result aligns with other Iranian studies that have reported declining efficiency of flood spreading projects in the absence of sustained maintenance and sediment management. From a socio- economic perspective, the project failed to generate tangible benefits such as stable agricultural development, job creation, or income growth. The remoteness of the site, combined with the absence of arable land downstream, meant that local communities derived little benefit beyond occasional seasonal water use by herders and miners. Ecologically, the project initially caused disturbance due to soil excavation and vegetation removal. While some natural recovery occurred over time, there was no significant improvement in vegetation cover or biodiversity across the wider landscape. In the technical- operational dimension, lack of continuous maintenance, poor design adaptability were critical shortcomings. These factors collectively explain why the overall RIAM score placed the project in the “slightly positive” category (+B), far below expectations. Comparisons with international experiences, such as in Ethiopia and India, where flood spreading enhanced crop yields and pasture recovery, underscore the importance of aligning project design with local geomorphological and climatic conditions. The dominance of political considerations over technical planning in the Haftooman project further illustrates how governance failures can undermine otherwise promising water management strategies.

Conclusions

The comprehensive assessment of the Haftooman flood spreading project demonstrates that its intended goals of aquifer recharge, agricultural expansion, and ecological rehabilitation were largely unmet. The hydrological impacts were marginal, as infiltration decreased rapidly with sedimentation and infrastructure decay. Socio- economic benefits were negligible, given the lack of nearby agricultural fields, employment opportunities, or sustainable livelihood improvements. Ecological impacts were mixed: while natural recovery mitigated some initial damage, no significant long- term improvements in biodiversity or ecosystem services were observed. The technical- operational evaluation highlighted chronic weaknesses, including poor structural resilience, lack of sediment management, and absence of long- term maintenance strategies. Taken

together, these results indicate that the project's overall contribution to regional water security and development was minimal. Lessons from this case emphasize that the success of flood spreading projects in arid environments requires integrated planning that incorporates climatic realities, robust engineering design, continuous monitoring, and community participation. Future projects should prioritize sediment management, establish monitoring infrastructures such as piezometers, and align objectives with local socio- economic needs rather than political agendas. Moreover, adopting adaptive management frameworks that allow for periodic review and correction could prevent rapid performance decline. Beyond technical improvements, fostering the involvement of local stakeholders is essential to ensure sustainability and equitable benefit-sharing. This study contributes to the growing body of literature highlighting that flood spreading, while theoretically promising, cannot succeed without long- term institutional commitment and context- specific adaptation. The Haftooman project thus serves as a cautionary case, underscoring that without comprehensive integration of technical, ecological, and social dimensions, flood spreading projects risk becoming symbolic rather than transformative interventions in water resource management.

Keywords: Managed Aquifer Recharge; RIAM (Rapid Impact Assessment Matrix); Flood spreading; Arid regions.

اثربخشی پروژه پخش سیلاب هفتومان در تغذیه آبخوان: ارزیابی چندبعدی با رویکرد ماتریس ارزیابی سریع اثرات (RIAM) در مناطق خشک

مهدی هاشمی[۱]، علی دسترنج[۲]، بهرام چوبین[۳]

چکیده

این پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد ماتریس ارزیابی سریع اثرات (RIAM) به‌منظور ارزیابی چندبعدی اثربخشی پروژه پخش سیلاب هفتومان (استان اصفهان) در تغذیه آبخوان(تحلیل فنی – عملیاتی، فیزیکی – هیدروژئولوژیکی، اکولوژیکی– محیطی و اقتصادی – اجتماعی) انجام شد. در این مطالعه تحلیل ها بر پایه بازدیدهای میدانی و ارزیابی‌های کارشناسی بود؛ معیارها و زیرمعیارها در چهار گروه اصلی تعریف و برای هر زیرمعیار امتیازهای RIAM (A1, A2, B1, B2, B3) محاسبه شد. داده‌ها و محاسبات در محیط Excel پردازش گردید. نتایج نشان داد؛ بر اساس ماتریس RIAM، مؤلفه‌های انتخاب‌شده امتیازهای متغیری نشان دادند؛ به‌عنوان نمونه افزایش حجم آب زیرزمینی دارای امتیاز ES = 36 (رده+D) بود، کارایی رسوب‌گیرها ES = 32 (رده+C)، ظرفیت انتقال کانال‌ها ES = 21 (رده+C) و افزایش راندمان تغذیه مصنوعی ES = 12 (رده+B) گزارش شدند. امتیازدهی نهایی کلی پروژه مطابق جدول‌های مطالعه در طبقه "اثرات مثبت کم" (+B)قرار گرفت (مقدار عددی امتیاز نهایی در گزارش: ۱۰/۵۴). تحلیل زمینه‌ای نشان داد که ناکامی در دستیابی به نتایج پایدار عمدتاً ناشی از ترکیب عوامل اقلیمی خشک و نیمه‌خشک منطقه، رسوب‌گذاری شدید در حوضچه‌ها، تخریب یا خروج از مدار اجزای کانال انتقال، ضعف در نگهداری بلندمدت و متناظر نبودن طراحی با نیازهای پایین‌دست است. نتیجه کلی نشان داد که پروژه منافع محدود و کوتاه‌مدتی ایجاد کرده و بدون اصلاحات طراحی، مدیریت رسوب و استقرار نظام پایش هیدرولوژیک و نگهداری مستمر، دستاوردهای پایداری نخواهد داشت. این یافته‌ها ضرورت انجام

۱- نویسنده مسئول و استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. (M_Hashemi@areeo.ac.ir)

۲- استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی خراسان‌رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۳- استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

مطالعات مقدماتی جامع، تعبیه زیرساخت‌های پایش، طرح برنامه‌های نگهداری و مشارکت جوامع محلی را برای پروژه‌های پخش سیلاب در مناطق خشک تأکید می‌کنند.

کلید واژه‌ها: *تغذیه مصنوعی آبخوان؛ ماتریس ارزیابی سریع اثرات (RIAM) ؛ پخش سیلاب؛ مناطق خشک*

مقدمه

بحران آب به‌عنوان یکی از چالش‌های عمده قرن بیست و یکم، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران، تلقی می‌شود. یران با قرارگیری در کمربند خشک جغرافیایی، با محدودیت شدید منابع آب روبرو است و برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، بسیاری از دشت‌های کشور را با بیلان منفی و پدیده‌های مخربی همچون فرونشست زمین مواجه ساخته است (Motagh et al., 2020). استان اصفهان به‌عنوان یکی از مناطق مهم و حیاتی کشور از این قاعده مستثنی نبوده و فشار شدید بر منابع آبی آن، آبخوان‌هایش را در معرض تهدید جدی قرار داده است (Beni et al., 2024). در پاسخ به این چالش، پخش سیلاب[1] به‌عنوان یکی از راهبردهای مؤثر در مدیریت تغذیه مصنوعی[2] شناخته می‌شود که هدف آن کنترل سیلاب‌های مخرب، هدایت آب به سمت آبخوان و تغذیه مصنوعی آبخوان‌های تحت فشار است (Kayhomayoon et al., 2021 ; Stefan & Ansems, 2018Dillon et al., 2019 ;). پروژه پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان در استان اصفهان نیز با همین اهداف طراحی و اجرا گردید. این عرصه در سال ۱۳۷۷ توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان اجرا شد. با این حال، علی‌رغم صرف هزینه‌های قابل‌توجه، ارزیابی نظام‌مند و علمی اثرات چندبعدی (اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی) آن‌ها اغلب مغفول مانده است. این امر منجر به عدم آگاهی از میزان موفقیت یا شکست پروژه‌ها و توجیه اقتصادی هزینه‌های انجام‌شده می‌گردد.

ارزیابی اثرات پروژه‌های عمرانی و منابع طبیعی ابزاری ضروری برای سنجش میزان دستیابی به اهداف از پیش‌تعیین‌شده و بهبود فرآیند برنامه‌ریزی است. در مورد پروژه‌های پخش سیلاب، این

[1] Flood Spreading
[2] Managed Aquifer Recharge - MAR

ارزیابی باید به‌صورت چندبعدی و منظم انجام شود؛ الف: از منظر فیزیکی–هیدروژئولوژیک (Physical)که تعیین‌کننده کارایی واقعی طرح در کنترل سیلاب، افزایش نفوذ و تغذیه آبخوان است؛ در این بُعد، مشکلات طراحی، اجرای نامناسب یا فقدان تعمیرات و نگهداری می‌تواند به‌سرعت راندمان عملکرد را کاهش دهد. ب: بُعد اکولوژیکی که ارزشیابی تأثیر پروژه بر بازسازی پوشش گیاهی، تنوع زیستی و سلامت کلی اکوسیستم را در بر می‌گیرد و نشان‌دهنده توانایی فضای طبیعی در واکنش به افزایش رطوبت است .(Keesstra et al., 2018) ج: بُعد اجتماعی که بررسی می‌کند پروژه تا چه اندازه بر زندگی و معیشت جوامع محلی، الگوهای اشتغال و میزان مشارکت ذی‌نفعان تأثیرگذار بوده است .(Gohari et al., 2022) د: بُعد اقتصادی که توجیه سرمایه‌گذاری‌های کلان را از طریق سنجش منافع ملموس مانند افزایش تولیدات کشاورزی و کاهش خسارات ناشی از سیلاب ارزیابی می‌کند .(Vishwakarma et al., 2021) نهایتاً بُعد فنی–عملیاتی به‌عنوان عنصر پیونددهنده، کارایی سازه‌ها، ظرفیت نگهداری و مدیریت رسوب و انعطاف‌پذیری طراحی را مورد آزمون قرار می‌دهد. با توجه به شرایط بحرانی آب در استان اصفهان، انجام ارزیابی علمی و یکپارچه پروژه هفتومان بر مبنای این ترتیب منطقی می‌تواند به‌عنوان نقشه‌راهی برای مدیران و برنامه‌ریزان جهت بهینه‌سازی طراحی، نگهداری و سیاست‌گذاری در پروژه‌های آتی عمل کند.

روش‌های ارزیابی اثرات را می‌توان به دو دسته کمی و کیفی تقسیم‌بندی کرد. روش‌های کمی سنتی (مانند تحلیل هزینه– فایده) اغلب به دلیل کمبود داده‌های بلندمدت با چالش مواجه می‌شوند(Ness et al., 2020). از سوی دیگر، روش‌های کیفی محض ممکن است به دلیل ذهنیت، قابلیت تعمیم پایینی داشته باشند.

در ایران، پژوهش‌های زیادی به ارزیابی هیدروژئولوژیکی پروژه‌های پخش سیلاب پرداخته‌اند. برای مثال مجیدی و همکاران (Majidi et al., 2025) تاثیر پخش سیلاب تسوج آذربایجان شرقی بر کمیت آب زیرزمینی را بررسی کردند. 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

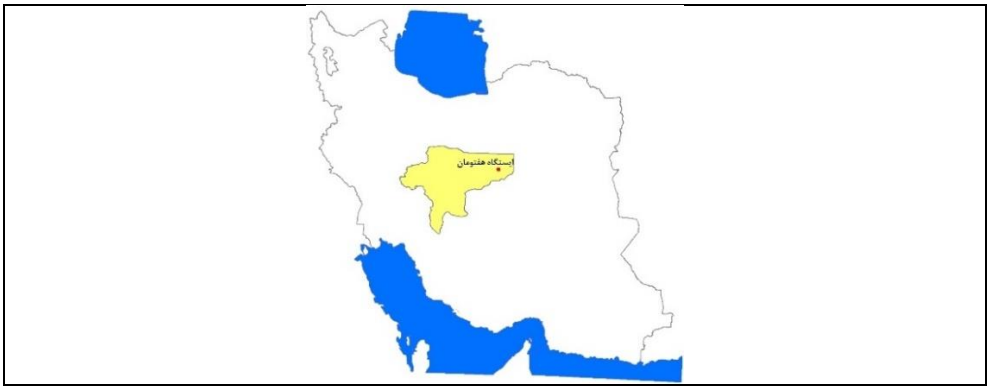
داشته‌اند،کم‌ترین مقدار تغییرات را در تراز سطح آب اندازه‌گیری شده از خود نشان دادند. نور و همکاران (Noor et al., 2022) نیز به ارزیابی اقتصادی پروژه‌های پخش سیلاب در استان خراسان رضوی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که ارزش خالص فعلی طرح پخش سیلاب مورد بررسی با لحاظ نرخ بهره اعلامی از سوی بانک مرکزی برابر با ۲۶۲۲۵۸ میلیون ریال به‌دست آمد. این امر نشان می‌دهد که پروژه پخش سیلاب جاجرم بر اساس ارزیابی دارای توجیه اقتصادی بوده و سرمایه‌گذاری در آن توجیه‌پذیر است. اباشیری و همکاران (Abashiri et al., 2024) به بررسی اثر پخش سیلاب بر تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در دشت توکهور – هشتبندی– جنوب ایران پرداختند. نتایج این تحقیق اثبات نمود، عملیات استحصال آب بروی کیفیت و کمیت آب زیرزمینی تاثیر مثبتی دارد. عزیزپور و همکاران (Azizpoor et al., 2021) به ارزیابی اثرات اجرای طرح های آبخیز داری بر نظام اجتماعی – اقتصادی و محیطی روستاهای واقع حوضه آبخیز بخش کردیان در شهرستان جهرم پرداختند. یافته های این تحقیق نشان داد متغیرهای ارتباط با کارشناسان و مروجان، سهم نمایندگان مردم در مدیریت حوضه، میزان مشارکت مردمی، افزایش سطح باغات، کاهش خسارت سیل به راههای ارتباطی روستا، کاهش فرسایش و رسوب، حل مشکلات مربوط به کمبود آب در منطقه و قیمت اراضی باغی و زراعی به عنوان مهمترین متغیرهای اثر بخش بر اجرای این طرح بوده اند. با این حال، اکثر این مطالعات، تنها به یک یا دو بعد پرداخته‌اند و ارزیابی جامع و یکپارچه‌ای که تمامی ابعاد را همزمان پوشش دهد، کمتر مشاهده می‌شود. این خلأ به‌ویژه برای پروژه‌های قدیمی‌تر محسوس‌تر است. در این زمینه، روش RIAM به دلیل توانایی در کار با داده‌های کیفی و نیمه‌کمی می‌تواند راهگشا باشد. از جمله دسترنج و همکاران (Dastranj et al., 2025) در مطالعه ای به بررسی اقدامات آبخیزداری با استفاده از ماتریس ارزیابی اثرات سریع (RIAM) در آبخیز خانیک گناباد، پرداختند. نتایج بررسی اقدامات آبخیزداری در آبخیز خانیک با استفاده از روش (RIAM)نشان داد که از دیدگاه دو شاخص اجتماعی و بوم‌شناختی اثرات و تغییرات اقدامات اجراشده، مثبت ناچیز (A+) بود. از دیدگاه شاخص اقتصادی و فیزیکی نیز اثرات و تغییرات عملیات آبخیزداری به‌ترتیب مثبت کم (B+) و مثبت متوسط (C+) بود. به‌طور کلی بررسی اثرات ساخت سه بند خاکی در آبخیز خانیک نشان داد که اثرات اقدامات آبخیزداری مثبت اما کم (B+) بود. خطیبی (Khatibi., 2016) برای ارزیابی اقدامات آبخیزداری اجراشده از روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع

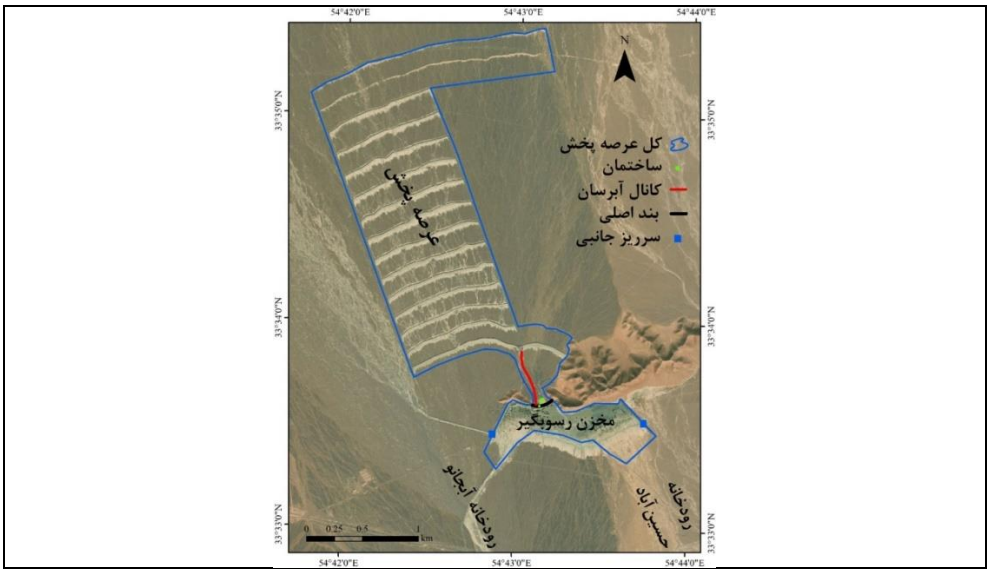
RIAMاستفاده کردند. نتایج آنها نشان داد اثرات و تغییرات اقدامات انجامشده در دوره قبل از خشکسالی و بدون تأثیر در زمان پس از خشکسالی، مثبت متوسط بود.

این پژوهش با هدف ارزیابی جامع اثرات پروژه پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان در استان اصفهان، از روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع (RIAM) بهره می‌برد. از جمله دلایل پخش سیلاب هفتومان به عنوان مطالعه موردی در این مطالعه می توان گفت: نحست این عرصه پخش سیلاب دارای سابقه طولانی(از سال ۱۳۷۷) اجرای عملیات پخش سیلاب و سرمایه‌گذاری قابل‌توجه در مقیاس منطقه‌ای بوده است؛ از این‌رو فرصت منحصربه‌فردی برای بررسی پیامدهای بلندمدت عملیاتی فراهم می‌آورد. دوم: اینکه هفتومان در کمربند خشک – نیمه‌خشک کشور واقع شده و ویژگی‌های اقلیمی، ژئومورفولوژیک و هیدرولوژیک آن نمایانگرِ بسیاری از حوزه‌های مشابه در ایران است؛ بنابراین نتایج پژوهش قابلیت تعمیم برای سایر پروژه‌های پخش سیلاب در مناطق خشک را دارد. در این روش، پس از شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در چهار گروه فیزیکی – هیدرولوژیکی، اکولوژیکی – محیطی، اقتصادی – اجتماعی و فنی – عملیاتی دسته‌بندی شد، در مرحله بعد، با تکمیل ماتریس RIAMبرای هر زیرمعیار، امتیاز اثرات (ES) محاسبه شد. نوآوری و کاربردهای این پژوهش از این محور قابل تعریف است که این تحقیق برای اولین‌بار اثرات پروژه پخش سیلاب هفتومان را به‌صورت هم‌زمان در ابعاد چهارگانه موردبررسی قرار می‌دهد و استفاده از روش RIAMبرای ارزیابی چنین پروژه‌هایی در ایران، رویکردی نوین محسوب می‌شود. در این مطالعه برای نخستین‌بار در زمینه ارزیابی عملکرد و طراحی اصلاحی پروژه‌های پخش سیلاب، روش نیمه‌کمی RIAMبه‌صورت هدفمند بومی‌سازی و توسعه یافته است تا به‌صورت صریح به ارزیابی اثربخشی پخش سیلاب در مناطق خشک، که داده‌های کمی و تاریخی در دسترس نیست، پرداخته بشود. این مطالعه، روش RIAM را از یک ابزار عمومی ارزیابی زیست‌محیطی به‌سوی یک ابزار کاربردی و سیاست‌محور برای مدیریت بهینه پروژه‌های پخش سیلاب در شرایط محدودیت داده و منابع هدایت می‌کند.

عرصه پخش سیلاب هفتومان

ایستگاه آموزشی – ترویجی پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان در ۴ کیلومتری شمال غرب روستای هفتومان، در شهرستان خور و بیابانک واقع در شرق استان اصفهان احداث شده است. این ایستگاه نمونه‌ای بارز از مناطق خشک و بیابانی استان محسوب می‌شود و با هدف کنترل و بهره‌برداری از آب مازاد و سیلابی دو حوضه رودخانه‌های حسین‌آباد و آبجانو که پیش‌ازاین بدون استفاده از منطقه خارج و به کویر سیاه‌کوه می‌ریخت، در سال ۱۳۷۷ تأسیس گردید. محدوده عرصه پخش سیلاب بین طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۱ دقیقه و ۴۵ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۴۳ دقیقه و ۵۰ ثانیه شرقی و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۳ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۵ دقیقه و ۲۵ ثانیه شمالی قرار دارد (شکل ۱). حوضه آبخیز بالادست این ایستگاه با مساحت کل ۱۷۷ کیلومترمربع (شامل حوضه آبجانو با ۱۰۳٫۲ کیلومترمربع و حوضه حسین‌آباد با ۷۳٫۸ کیلومترمربع) دارای دامنه ارتفاعی ۱۰۶۵ تا ۲۳۷۷ متر از سطح دریا و شیب عمومی جنوبی به شمالی است که در محل پخش سیلاب بین ۱ تا ۳ درصد می‌باشد. پوشش غالب اراضی این حوضه را مراتع کم‌تراکم تشکیل می‌دهد.





شکل ۱- موقعیت ایستگاه آموزشی – ترویجی پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش با هدف ارزیابی جامع اثرات اجرای پروژه پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان در استان اصفهان مبتنی‌بر روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع (RIAM) طراحی و اجرا شد. انتخاب این رویکرد به‌دلیل توانایی آن در جبران کمبود داده‌های کمّی بلندمدت و تبدیل قضاوت‌های کیفی به خروجی‌های کمّی و ساختاریافته انجام (Gilbuena et al., 2013؛ Pastakia, 1998). برای امتیازدهی در چارچوب RIAM ۱۰ کارشناس از اداره‌کل منابع طبیعی استان اصفهان و اعضای هیئت‌علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی انتخاب شدند. اعضا بر اساس سابقه حرفه‌ای و شناخت و تجربه مستقیم در پروژه هفتومان به‌صورت هدفمند گزینش گردیدند. سپس هر کارشناس به‌طور مستقل دور اول امتیازدهی را برای تمامی معیارها و زیرمعیارها انجام داد. پس دریافت امتیازهدی توسط کارشناسان با استفاده از میانگین هندسی، امتیاز نهایی هر معیار و زیرمعیار محاسبه شد.

فرآیند اجرایی مطالعه چندمرحله‌ای بود. در گام نخست، معیارها و زیرمعیارها تعیین شدند؛ زیرا انتخاب معیارها و زیرمعیارها هسته مرکزی هر مطالعه ارزیابی اثرات است و چارچوب سنجش و تفسیر نتایج را

مشخص می‌سازد. برای ارزیابی پروژه پخش سیلاب هفتومان، چارچوبی چندبعدی تدوین گردید که متناسب با ویژگی‌های منحصربه‌فرد پروژه و منطقه باشد. بر این اساس مجموعه‌ای جامع از معیارها در چهار گروه اصلی تعیین شد: ۱) فیزیکی - هیدروژئولوژیک (شامل زیرمعیارهایی چون افزایش حجم آب زیرزمینی و بهبود کیفیت آب آبخوان)، ۲) اکولوژیکی–محیطی (مانند افزایش تولید پوشش گیاهی و کاهش فرونشست زمین که پاسخ اکوسیستم به افزایش رطوبت را می‌سنجد)، ۳) اقتصادی–اجتماعی (نظیر افزایش سطح زیرکشت، ایجاد اشتغال و کاهش مهاجرت که تأثیرات پروژه بر معیشت و پایداری اجتماعی را اندازه می‌گیرد) و ۴) فنی–عملیاتی (از جمله راندمان تغذیه مصنوعی و ماندگاری سازه‌ها که کارایی طراحی و اجرای پروژه را ارزیابی می‌کند).

برای ارزیابی جامع فنی–عملیاتی، مجموعه‌ای از شاخص های مستند، مبتنی بر مطالعات معتبر داخلی و بین‌المللی مدنظر قرار گرفت (Majidi et al., 2025؛ Noor et al., 2022 ؛ Abashiri et al., 2024؛ Azizpoor et al., 2021؛ Dastranj et al., 2025؛ Khatibi., 2016) در بخش کارایی هیدرولوژیکی، شاخص‌هایی شامل راندمان تغذیه مصنوعی (نسبت حجم آب نفوذی به حجم آب ورودی)، نرخ نفوذپذیری و ظرفیت انتقال کانال‌ها مورد سنجش قرار می‌گیرد. در حوزه یکپارچگی سازه‌ای، سلامت سازه‌های اصلی شامل آبگیر، کانال‌های انتقال و سازه‌های کنترل و همچنین پایداری شیب‌ها و دیواره‌ها در برابر فرسایش ارزیابی می‌شود. در بخش مدیریت عملیاتی، نرخ رسوب‌گذاری در کانال‌ها و حوضچه‌های پخش، کارایی سیستم زهکشی و هزینه نگهداری سالانه به ازای هر مترمکعب آب تغذیه شده اندازه‌گیری و در زمینه طراحی، انعطاف‌پذیری طراحی در تطبیق با شرایط هیدرولوژیکی متغیر و تناسب با هیدرولوژی محلی موردتوجه قرار گرفت. همچنین، زیرمعیارهای تخصصی شامل نرخ گرفتگی حوضچه‌های پخش ناشی از رسوب‌گذاری ریزدانه، کارایی سیستم پیش‌تصفیه (حوضچه‌های آرامش) در حذف رسوبات و یکپارچگی سازه‌های ورودی به طور ویژه برای پروژه‌های پخش سیلاب در نظر گرفته شده است.

در راستای ارزیابی جامع اثرات اکولوژیکی- محیطی پروژه پخش سیلاب هفتومان، زیرمعیارهای متعددی موردبررسی قرار گرفت. در بخش پوشش گیاهی و تنوع زیستی، تنوع گونه‌ای گیاهی و جانوری و تراکم پوشش گیاهی روش‌های میدانی مورد سنجش قرار گرفت. در حوزه کیفیت خاک و اکوسیستم، پارامترهای فرسایش خاک و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک ارزیابی شد. در بخش کیفیت

آب، شاخص‌های شوری آب زیرزمینی با استفاده از داده‌های چاه کنار عرصه پخش پایش گردید. همچنین اثرات کلان محیط زیستی شامل کاهش گردوغبار، تنظیم دمای محلی ارزیابی‌های میدانی شد.

در ارزیابی اثرات فیزیکی- هیدروژئولوژیکی پروژه پخش سیلاب هفتومان، زیرمعیارهای متعددی موردبررسی قرار گرفت. در بخش کمیّت منابع آب زیرزمینی، شاخص‌هایی شامل افزایش حجم آب زیرزمینی، در بخش پارامترهای هیدرولوژیکی سطحی، شاخص‌های کنترل سیلاب، نفوذپذیری خاک و رسوب‌گذاری بازدیدهای میدانی تحلیل شد. همچنین در بخش پایداری سیستم، شاخص‌های بازیابی آبخوان و اثرات فرونشست زمین از طریق ارزیابی شد.

در ارزیابی اثرات اقتصادی- اجتماعی پروژه پخش سیلاب هفتومان، زیرمعیارهای جامعی در نظر گرفته شد. در بخش اثرات اقتصادی مستقیم، شاخص‌هایی شامل افزایش درآمد خانوارهای کشاورز، ایجاد اشتغال پایدار و افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی، در حوزه اثرات اجتماعی، شاخص‌های کاهش مهاجرت روستایی، بهبود مشارکت اجتماعی و کاهش اختلافات محلی بر سر آب، در بخش معیشت پایدار، پارامترهای تنوع‌بخشی به فعالیت‌های اقتصادی، و بهبود امنیت غذایی و همچنین در زمینه سرمایه اجتماعی، شاخص‌های تقویت نهادهای محلی و بهبود رفاه ذهنی مورد ارزیابی قرار گرفت.

پس از تدوین مجموعه معیارها و زیرمعیارها، فرایند ارزیابی با روش RIAM انجام پذیرفت. ماتریس ارزیابی اثرات سریع که توسط پاستاکیا (۱۹۹۸) عرضه شده است، به‌عنوان روشی نیمه‌کمی و ساختاریافته انتخاب شد؛ این روش با ترکیب معیارهای کیفی و کمّی در چارچوبی استاندارد، امکان ارزیابی سیستماتیک و قابل‌پیگیری اثرات را فراهم می‌سازد (Pastakia, 1998). از مزایای برجستهٔRIAM می‌توان به سادگی ساختار، انعطاف‌پذیری و قابلیت تطبیق آن با محدودیت‌های داده‌ای اشاره کرد (Dastranj et al., 2025). همچنین شایان ذکر است که این روش در ایران در ارزیابی پروژه‌های زیست‌محیطی متعدد مورد استفاده قرار گرفته است(Madani Khatibi,. 2016 ; et al., 2016). امری که به اعتبار و کاربردپذیری آن در بستر مطالعات مشابه کمک می‌کند.

در این روش، برای هر یک از زیرمعیارها، امتیازی بر اساس دو گروه از شاخص‌ها تعیین شد: شاخص‌های گروه A که دارای اهمیت ذاتی بوده و اثرشان ضرب می‌شود (شامل:A1 : اهمیت اثر (با مقیاس ۰ تا ۴) وA2 دامنه اثر (با مقیاس ۳- تا ۳+)) و شاخص‌های گروه B که ارزش موقعیتی داشته و اثرشان جمع جبری می‌شود شامل :B1 مدت اثر، B2 برگشت‌پذیری و B3 تجمعی بودن، هرکدام با مقیاس ۱ تا ۳ امتیازدهی می‌شوند. امتیاز نهایی محیط زیستی[1] یا (ES) برای هر زیرمعیار از رابطه $ES = (A1 \times A2) \times (B1 + B2 + B3)$ محاسبه و بر اساس جدول استانداردRIAM در یکی از رده‌های کیفی از تغییرات مثبت زیاد (E+) تا تغییرات منفی زیاد (E -) قرار گرفت (Dastranj et al., 2025). در نهایت، برای هر یک از چهار معیار اصلی و همچنین برای کل پروژه، یک امتیاز کلی محاسبه و رده‌بندی نهایی اثرات تعیین شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و محاسبات ریاضی در محیط نرم‌افزار Excel انجام گرفت. این روش‌شناسی ترکیبی، امکان ارائهٔ تحلیلی عینی، سیستماتیک و مبتنی بر اجماع کارشناسی را فراهم می‌آورد که می‌تواند به‌عنوان الگویی برای ارزیابی پروژه‌های مشابه مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک مورداستفاده قرار گیرد.

جدول۱- معیارها و زیرمعیارهای انتخاب شده

معیار	زیرمعیارها
فنی- عملیاتی	راندمان تغذیه مصنوعی و کارایی زهکشی؛ ظرفیت انتقال کانال‌ها و سلامت سازه‌های اصلی (رسوب‌گیر، کانال، سرریز، پشته‌ها)؛ پایداری شیب‌ها و دیواره‌ها؛ کارایی سیستم رسوب‌گیر؛ هزینه نگهداری سالانه؛ انعطاف‌پذیری طراحی و تناسب با هیدرولوژی محلی
اکولوژیکی- محیطی	پوشش و تنوع زیستی (گیاهی و جانوری)؛ رطوبت و فرسایش خاک؛ کیفیت آب زیرزمینی (شوری)؛ اثرات محیطی کلان (کاهش گردوغبار و تنظیم دمای محلی)؛ اکوتوریسم و بوم‌گردی
فیزیکی - هیدروژئولوژیکی	افزایش حجم آب زیرزمینی؛ نفوذپذیری خاک؛ آبدهی چشمه‌ها، قنوات و چاه‌ها؛ کنترل سیلاب و گل‌آلودگی؛ تغییرات رسوب‌گذاری؛ کاهش فرونشست زمین

[1] Environmental Score

اقتصادی- اجتماعی	مشارکت و انسجام اجتماعی (کاهش تعارضات آبی، تقویت نهادهای محلی)؛ مهاجرت و رفاه اجتماعی (کاهش مهاجرت، بهبود رفاه ذهنی)؛ معیشت و اقتصاد محلی (بهره‌وری اراضی، درآمد کشاورزان، تنوع فعالیت‌ها، امنیت غذایی، دسترسی عادلانه به آب)

جدول ۲- معیارهای روش RIAM

معیار	نمره	توصیف
A1- اهمیت اثر	۴	دارای اهمیت ملی و یا بین‌المللی
	۳	دارای اهمیت منطقه‌ای یا ملی
	۲	دارای اهمیت برای مناطقی که در مجاورت خارج از شرایط محلی قرار دارند.
	۱	فقط بااهمیت برای شرایط محلی
	۰	بدون اهمیت
A2- دامنه اثر	+۳	با اثر و تغییرات مفید زیاد
	+۲	با ایجاد بهبود مشخص
	+۱	با ایجاد بهبود در محل
	۰	بدون تغییر
	-۱	با اثر منفی در محل
	-۲	با تغییرات منفی مشخص
	-۳	با تغییرات منفی زیاد
B1- مدت اثر	۱	بدون ایجاد تغییرات
	۲	اثر موقت
	۳	اثر دائمی
B2- برگشت‌پذیری	۱	بدون ایجاد تغییرات
	۲	برگشت‌پذیر
	۳	برگشت‌ناپذیر
B3- تجمعی بودن اثر	۱	بدون ایجاد تغییرات – امکان‌ناپذیر
	۲	بدون اثر تجمعی
	۳	با اثر تجمعی

مأخذ: Dastranj et al., 2025

جدول ۳- راهنمای طبقه‌بندی ارزیابی اثرات در روش RIAM

توضیح	دامنه حرفی (RV)	دامنه عددی (RV)	نمره زیست‌محیطی (ES)
اثرات و تغییرات مفید و مثبت زیاد	E+	۵	۷۲ تا ۱۰۸
اثرات و تغییرات مثبت مشخص	D+	۴	۳۶ تا ۷۱
اثرات و تغییرات مثبت متوسط	C+	۳	۱۸ تا ۳۵
اثرات و تغییرات مثبت کم	B+	۲	۱۰ تا ۱۸
اثرات و تغییرات مثبت ناچیز	A+	۱	۱ تا ۹
بدون اثر و تغییر در محل و یا امکان‌ناپذیر	N	۰	۱- تا ۱+
اثرات و تغییرات منفی ناچیز	A –	-۱	۱- تا۹-
اثرات و تغییرات منفی کم	B –	-۲	۱۰- تا ۱۸-
اثرات و تغییرات منفی متوسط	C –	-۳	۱۹- تا ۳۵-
اثرات و تغییرات منفی مشخص	D –	-۴	۳۶- تا ۷۱-
اثرات و تغییرات منفی زیاد	E –	-۵	۷۲- تا ۱۰۸-

مأخذ: Dastranj et al., 2025

نتایج و بحث

نتایج ماتریس ارزیابی اثرات پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان

همان‌طور که در روش کار نیز اشاره شد، اطلاعات و داده‌های خام اولیه از نظرات افراد مختلف استخراج شد، سپس از آنها برای نمره‌دهی و تعیین وضعیت معیارها و زیرمعیارها در قالب پنج عامل اصلی (A1، A2، B1، B2، B3) در روش RIAM استفاده شد. نتایج ماتریس ارزیابی اثرات پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان در جدول ۴، ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج ارزیابی ماتریس ارزیابی اثرات پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان با استفاده از روشRIAM

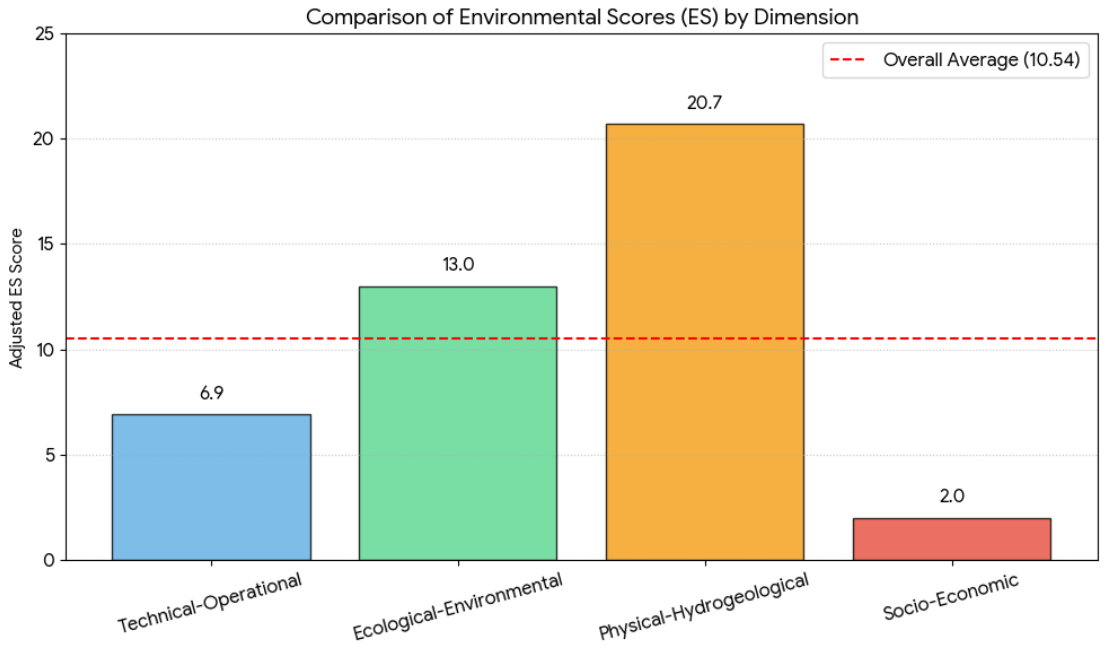
معیار	زیرمعیار	امتیاز ارزیابی محیط زیستی (ES)		امتیاز ارزیابی اصلاح شده برای هر معیار (ES)	
		امتیاز	دامنه حرفی	امتیاز	دامنه حرفی
فنی – عملیاتی	افزایش راندمان تغذیه مصنوعی	۱۲	+B	۹/۶	+B
	کارایی سیستم زهکشی	۱۲	+B		
	ظرفیت انتقال کانال‌ها	۲۱	+C		
	سلامت سازه‌های اصلی (رسوبگیر، کانال‌های انتقال، سرریزها و پشته‌های پخش)	۲۰	+C		
	پایداری شیب‌ها و دیواره‌ها	۱۴	+B		
	هزینه نگهداری سالانه	-۲۴	- C		
	انعطاف‌پذیری طراحی	۱۲	+B		
	تناسب با هیدرولوژی محلی	-۱۲	- B		
	کارایی سیستم رسوبگیرها	۳۲	+C		
اکولوژیکی – محیطی	افزایش تولید پوشش گیاهی	۸	+A	۱۳	+B
	افزایش تنوع گونه‌ای گیاهی	۷	+A		
	افزایش تنوع گونه‌ای جانوری	۷	+A		
	نگهداری رطوبت خاک	۲۱	+C		
	فرسایش خاک	۲۸	+C		
	شوری آب زیرزمینی	۰	N		
	کاهش گرد و غبار	۶	+A		
	تنظیم دمای محلی	۱۲	+B		

	افزایش اکوتوریسم و بوم گردی	۲۸	+C		
فیزیکی – هیدروژئولوژیکی	افزایش حجم آب زیرزمینی آبخوان	۳۶	+D	۲۰/۷	+C
	افزایش نفوذپذیری خاک	۱۲	+B		
	افزایش آبدهی چشمه‌ها، قنات و چاه‌ها	۲۴	+C		
	کنترل گل‌آلودگی	۱۲	+B		
	کنترل سیلاب	۲۸	+C		
	کاهش فرونشست زمین	۵	+A		
	افزایش رسوب‌گذاری	۲۸	+C		
اقتصادی – اجتماعی	کاهش اختلافات محلی بر سر آب	۰	N	۲	+A
	بهبود مشارکت اجتماعی	۵	+A		
	کاهش مهاجرت روستایی	۰	N		
	افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی	۰	N		
	افزایش درآمد خانوارهای کشاورز	۰	N		
	تنوع بخشی به فعالیت‌های اقتصادی	۰	N		
	بهبود رفاه ذهنی	۱۰	+A		
	تقویت نهادهای محلی	۰	N		
	بهبود امنیت غذایی	۵	+A		
	دسترسی عادلانه به آب	۰	N		
ارزیابی کلی پروژه		۱۰/۵۴	+B	–	

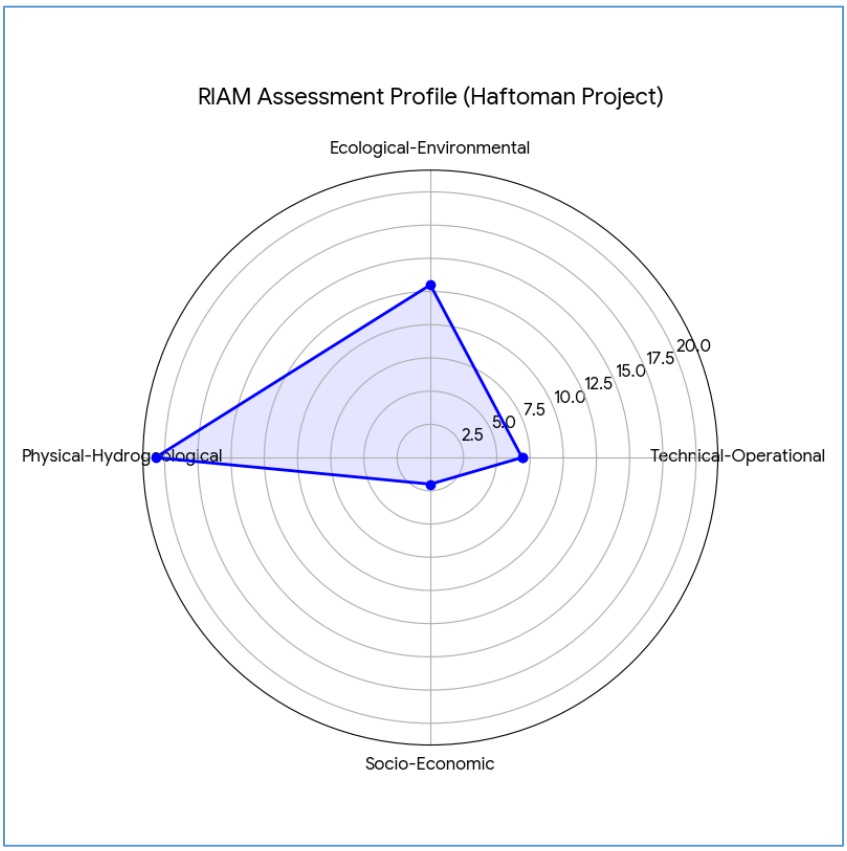
نتایج حاصل از ارزیابی جامع پروژه پخش سیلاب هفتومان با به‌کارگیری روش ماتریس ارزیابی اثرات سری (RIAM) در چهار چارچوب اصلی فنی- عملیاتی، اکولوژیکی- محیطی، فیزیکی- هیدروژئولوژیکی و اقتصادی- اجتماعی مورد تحلیل قرار گرفت. داده‌های خام استخراج‌شده از نظرات کارشناسی، پس از نمره‌دهی و پردازش در قالب پنج عامل اصلی (A1, A2, B1, B2, B3) این روش، به امتیازات نهایی محیط زیستی (ES) و دامنه حرفی مربوطه تبدیل شدند. یافته‌های

کلیدی حاکی از آن است که میانگین امتیاز نهایی کلی پروژه ۱۰/۵۴ و در دامنه حرفی B+ (مثبت اندک) قرار می‌گیرد. این نتیجه نشان‌دهنده دستیابی بسیار محدود به اهداف از پیش تعیین‌شده است. در بُعد فنی- عملیاتی، با میانگین اصلاح‌شده ۹/۶(B+) ، شاخص‌هایی مانند کارایی سیستم زهکشی و افزایش راندمان تغذیه مصنوعی در حد مثبت ضعیف ارزیابی شدند، در حالی که هزینه نگهداری سالانه با امتیاز ۲۴- در رده منفی متوسط (C-) و تناسب با هیدرولوژی محلی با امتیاز ۱۲- در رده منفی ضعیف (B-) قرار گرفتند که نشان از طراحی نامناسب و چالش‌های مالی پایدار دارد. در حیطه اکولوژیکی- محیطی (میانگین اصلاح‌شده: ۱۳، B+)، اگرچه تأثیرات مثبت ضعیفی در افزایش تولید پوشش گیاهی، تنوع گونه‌ای و کاهش گرد و غبار مشاهده شد، اما شاخص‌های کلان‌تری مانند فرسایش خاک و «افزایش اکوتوریسم نیز در حد مثبت متوسط (C+) باقی ماندند. در بُعد فیزیکی- هیدروژئولوژیکی (میانگین اصلاح‌شده: ۲۰/۷، C+)، علیرغم کسب بالاترین امتیاز خام در بین ابعاد برای شاخص افزایش حجم آب زیرزمینی آبخوان ۳۶ (D+)، امتیاز نهایی اصلاح‌شده این بُعد به‌طور چشمگیری کاهش یافته که حکایت از تأثیر محدود پروژه در تغذیه مؤثر سفره‌های زیرزمینی و همچنین مشکلات جدی در افزایش رسوب‌گذاری (۲۸، C+) دارد. ناکارآمدترین بخش مربوط به بُعد اقتصادی-اجتماعی (میانگین اصلاح‌شده: ۲، A+) است که در آن شش زیرمعیار از ده زیرمعیار، از جمله افزایش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی، افزایش درآمد خانوارهای کشاورز و کاهش مهاجرت روستایی، امتیاز خالص صفر (N) کسب کرده‌اند. این امر مؤید عدم ایجاد اشتغال پایدار، توسعه کشاورزی ملموس یا بهبود معیشت اجتماع محلی است. در مجموع، نتایج ماتریس RIAM به‌وضوح نشان می‌دهد که پروژه علیرغم برخورداری از پتانسیل اولیه و ایجاد برخی اثرات مثبت ضعیف و کوتاه‌مدت، به دلیل ترکیبی از عوامل از جمله طراحی نه‌چندان سازگار با هیدرولوژی منطقه، چالش‌های سنگین نگهداری و رسوب‌گذاری، و فقدان پیوند مؤثر با اقتصاد و اجتماع محلی، نتوانسته است در بلندمدت به اهداف کلان هیدرولوژیک، اقتصادی و اکولوژیک خود دست یابد و عملکرد آن در نهایت در طبقه «مثبت اندک» قرار گرفته است. نمودار میله ای و راداری به منظور مقایسه بهتر ابعاد RIAM در شکل ۲ و ۳ ارائه شده است. نمودار راداری (عنکبوتی) ترسیم شده، نمای کلی (Profile) و تعادل پایداری پروژه را از منظر روش RIAM تحلیل می‌کند. عدم تقارن در هندسه این نمودار و کشیدگی بارز آن به سمت قطب فیزیکی، نشان‌دهنده رویکرد سازه‌محور و تمرکز بر

اهداف هیدرولوژیکی در طرح پخش سیلاب هفتومان است. اگرچه امتیاز کلی پروژه (10.54+) آن را در زمره اثرات مثبت اندک (B+) قرار می‌دهد، اما نمودار راداری به‌وضوح نشان می‌دهد که پروژه در ابعاد فنی و اکولوژیکی در سطح میانی متوقف شده و نتوانسته است به یک هم‌افزایی همه‌جانبه دست یابد. فشردگی نمودار در محورهای اقتصادی بر لزوم تقویت مشارکت‌های اجتماعی و نهادسازی برای ارتقای رفاه ذهنی و مادی جامعه محلی تاکید دارد.



شکل۲–نمودار میله‌ای مقایسه‌ای ابعادRIAM



شکل۳–نمودار راداری(Spider Chart) مقایسه ابعاد RIAM

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی جامع اثرات اجرای پروژه پخش سیلاب بر آبخوان هفتومان در منطقه خشک خور و بیابانک استان اصفهان بود. این پروژه با اهدافی نظیر کنترل سیلاب‌های مخرب و هدایت آب‌های مازاد به آبخوان‌های زیرسطحی طراحی شده بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پروژه پخش سیلاب هفتومان، علی‌رغم اهداف اولیه در زمینه کنترل سیلاب‌های مخرب و تغذیه آبخوان، در بلندمدت کارایی محدودی داشته است. در بُعد هیدرولوژیکی، اگرچه سازوکار پخش سیلاب با هدف افزایش نفوذ و ارتقای سطح آب زیرزمینی طراحی شده بود، اما شواهد حاکی از عدم

مشاهده افزایش معنادار سطح آب زیرزمینی است. تخریب کانال انتقال جریان، پر شدن رسوب‌گیرها، انحراف مسیر سیلاب و کاهش نفوذپذیری خاک در اثر رسوب‌گذاری تدریجی، موجب شد بخش عمده آب ورودی نتواند به‌طور مؤثر به آبخوان نفوذ کند. حوضه‌های آرامش که در سال‌های ابتدایی عملکرد قابل قبولی داشتند، به‌مرور زمان با رسوب پر شده و کارایی خود را از دست دادند؛ در نتیجه، اثر ذخیره‌سازی آب زیرزمینی در مقیاس بلندمدت ناچیز ارزیابی می‌شود. نبود داده‌های مستمر هیدرولوژیکی نیز امکان کمی‌سازی دقیق این اثرات را محدود ساخته است.

از منظر هیدروکلیمایی و ژئومورفولوژیک، شرایط خشک و بیابانی منطقه خور و بیابانک، کاهش بارندگی‌های سال‌های اخیر و فقدان منابع پایدار برفی و جریان‌های دائمی، نقش مهمی در کاهش راندمان پروژه داشته‌اند. شیب عمومی کم منطقه نشان می‌دهد که حتی در شرایط طبیعی نیز امکان نفوذ آب وجود داشته و لذا کارایی پخش مصنوعی سیلاب در این حوضه به‌طور ذاتی محدود بوده است. ناپیوستگی زمانی سیلاب‌ها و ناچیز بودن حجم آب قابل استحصال در سال‌های کم‌بارش سبب شد روند تغذیه آبخوان پس از دوره‌های پربارش اولیه متوقف شود.

در بُعد فنی و اجرایی، ضعف در نظام نظارت، فقدان برنامه نگهداری مستمر و عدم پیش‌بینی اقدامات حفاظتی مناسب (مانند پوشش‌های مقاوم در برابر فرسایش) موجب تخریب تدریجی اجزای سازه‌ای شد. مشاهدات میدانی از تخریب دیواره کانال انتقال، خروج سرریزها و دیواره‌های خاکی از مدار بهره‌برداری و انسداد مسیر جریان در اثر تجمع رسوبات حکایت دارد؛ به‌گونه‌ای که سیلاب‌ها عمدتاً در حوضه آرامش اصلی تجمع یافته و وارد عرصه پخش نمی‌شوند. این نارسایی‌ها، که ریشه در طراحی نامناسب و فقدان تعمیرات دوره‌ای دارند، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش اثربخشی پروژه ایفا کرده‌اند.

در ابعاد اقتصادی و اجتماعی، پروژه نتوانست منجر به توسعه پایدار یا ایجاد اشتغال معنادار شود. فاصله زیاد از سکونتگاه‌ها، نبود زیرساخت‌های کشاورزی در پایین‌دست و عدم انطباق طرح با نیازهای واقعی منطقه، سبب شد انتظارات اولیه درباره افزایش تولیدات کشاورزی یا کاهش خسارات سیلاب تحقق نیابد. تنها اثر مثبت محدود، ذخیره‌سازی فصلی آب در حوضه آرامش است که به‌طور مقطعی توسط اهالی و معدن‌کاران محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اثری که ماهیتی محدود، متغیر و فصلی دارد. از

نظر اجتماعی نیز پروژه تأثیر محسوسی بر معیشت محلی، توسعه راه‌ها یا افزایش تولیدات دامی نداشته و مشارکت جوامع محلی در نگهداری و بهره‌برداری از سازه‌ها شکل نگرفته است.

از منظر اکولوژیکی، اجرای پروژه در ابتدا به‌دلیل دستکاری خاک موجب تخریب پوشش گیاهی شد و سپس بازسازی طبیعی رخ داد؛ با این حال در مناطق پایین‌دست هیچ بهبود معناداری در پوشش گیاهی یا احیای اکوسیستم مشاهده نشد. بنابراین هدف اکولوژیکی پروژه به‌طور کامل محقق نگردید. مقایسه نتایج این مطالعه با پژوهش‌های داخلی و بین‌المللی که اثرات مثبت پخش سیلاب را گزارش کرده‌اند (از جمله مطالعات : Habibian et al., 2022؛ Getnet et al., 2022) نشان می‌دهد که موفقیت این‌گونه پروژه‌ها وابسته به شرایط زمینه‌ای، طراحی مناسب، نگهداری بلندمدت و مشارکت ذی‌نفعان محلی است. در حالی که بسیاری از مطالعات پیشین تنها بر یک یا دو بُعد متمرکز بوده‌اند (Noor et al,. 2022؛Abshiri et al,. 2024)، نتایج این پژوهش بر ضرورت ارزیابی جامع و یکپارچه تمامی ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی تأکید می‌کند.

جمع‌بندی نتایج نشان می‌دهد که پروژه پخش سیلاب هفتومان، علی‌رغم تحقق برخی اثرات مثبت محدود در سال‌های اولیه، در بلندمدت نتوانسته است به اهداف پیش‌بینی‌شده در زمینه تغذیه آبخوان، توسعه اقتصادی–اجتماعی و بهبود شرایط اکولوژیکی دست یابد. ارزیابی RIAM بیانگر آن است که اثرات نهایی پروژه در تمامی ابعاد مورد بررسی مثبت اما کم (+B) بوده و از نظر میزان و پایداری، با انتظارات اولیه فاصله دارد. شرایط اقلیمی خشک منطقه، محدودیت‌های ژئومورفولوژیک، ضعف در طراحی و مکانیابی، نبود نظام پایش و نگهداری مستمر و عدم مشارکت مؤثر جوامع محلی، از عوامل کلیدی کاهش کارایی پروژه محسوب می‌شوند.

با این حال، ذخیره‌سازی فصلی آب در حوضه آرامش و استفاده محدود محلی از آن می‌تواند به‌عنوان یک دستاورد حداقلی و مبنایی برای بازنگری سیاست‌های مدیریت منابع آب منطقه در نظر گرفته شود. نتایج این پژوهش بر لزوم انجام مطالعات مقدماتی جامع، طراحی فنی متناسب با شرایط اقلیمی–محیطی، تأمین مالی و نهادی برای نگهداری بلندمدت، و استقرار نظام پایش هیدرولوژیکی تأکید دارد. همچنین توجه به محدودیت‌های روش‌شناختی، به‌ویژه فقدان داده‌های کمّی مستمر از نفوذ و نوسانات سطح آب زیرزمینی، ضروری است و تکمیل این داده‌ها می‌تواند در آینده امکان

ارزیابی دقیق‌تر و تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر درباره پروژه‌های پخش سیلاب در مناطق خشک و بیابانی کشور را فراهم سازد.

منابع

1. 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. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.24235970.1403.12.3.3.0. [In Persian]
2. Azizpoor, F., Haghi, Y., Bayat,. M., & Karaminasab, S. (2021). Evaluation of the effects of watershed projects on the socioeconomic and system of rural areas (Case study: Kordian section - Jahrom city). *Journal of Geographical Research on Desert Areas*, *9*(1), 19-44. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.2345332.1400.9.1.2.4 . [In Persian]
3. Beni, F.A., Entezari, M., Sadeghi, A., & Salehi, A. (2024). Quantifying land subsidence and its nexus with groundwater depletion in isfahan- borkhar plain: An integrated approach using radar interferometry and spatial bivariate relationships. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *35*, 101248. https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101248.
4. Dastranj, A., Noor, H., & Salehpourjam, A. (2025). Evaluation of watershed management measures using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) in the Khanik watershed of Gonabad. *Watershed Management Research*, *38*(3), 1–15. https://doi.org/10.22092/wmrj.2025.367745.1603. [In Persian]
5. Dillon, P., Stuyfzand, P., Grischek, T., Lluria, M., Pyne, R.D.G., Jain, R.C., & Sprenger, C. (2019). Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, *27*(1), 1–30. https://doi.org/10.1007/s10040- 018- 1841- z.
6. Forouzani, M., & Karami, E. (2011). Agricultural water poverty index and sustainability. Agronomy for Sustainable Development, 31(2), 415- 431. https://doi.org/10.1051/agro/2010026.
7. Getnet, M., Amede, T., Tilahun, G., Legesse, G., Gumma, M.K., Abebe, H. & Akker, E. V. (2022). Water spreading weirs altering flood, nutrient distribution and crop productivity in upstream–downstream settings in dry lowlands of Afar. *Ethiopia. Renewable Agriculture and Food Systems*, *37*(S1), S17- S27. https://doi.org/10.1017/S1742170519000474.
8. Gilbuena Jr, R., Kawamura, A., Medina, R., Amaguchi, H., Nakagawa, N., & Du Bui, D. (2013). Environmental impact assessment of structural flood mitigation measures by a rapid impact assessment matrix (RIAM) technique:

A case study in Metro Manila, Philippines. *Science of the Total Environment, 456*, 137- 147. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.063.

9. Gohari, A., Mirchi, A., & Madani, K. (2017). System dynamics evaluation of climate change adaptation strategies for water resources management in central Iran. *Water Resources Management, 31*(5), 1413- 1434. https://doi.org/10.1007/s11269- 017- 1575- z.
10. Habibian,. S.M., Ghahari,. G.R., Hatami, A. (2024). Evaluation of the Effect of Flood Spreading on the Fluctuations of Rangeland Plant Indices in the Aquifer Management Kowsar Station. *Whatershed Management Research, 36*(141), 32- 48. https://doi.org/10.22092/wmrj.2023.360770.1508. [In Persian]
11. Kayhomayoon, Z., Azar, N.A., Milan, S.G., Moghaddam, H.K., & Berndtsson, R. (2021). Novel approach for predicting groundwater storage loss using machine learning. *Journal of Environmental Management, 296*, 113237. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113237.
12. Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., & Cerdà, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of the Total Environment, 610–611*, 997–1009. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.077.
13. Khatibi, A. (2016). Evaluation of watershed management measures and rural resilience against drought [Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad]. Ferdowsi University of Mashhad Information Database. [In Persian].
14. Madani, S., Moghadami, SH., Abedinzadeh, N., Malmasi, S. (2016). Application of Analytical Hierarchy Process to Compare Simple and Modified RIAM methods, (Case study: Environmental Impact Assessment of Tiam Steel Plants), *Journal of Environmental Sciences and Technology, 18*(1), 45- 59. https://sid.ir/paper/359152/fa. [In Persian]
15. Majidi, A., Mostafaei,A., Habibzadeh, A. (2025). Evaluating the Tasuj flood spreading in East Azerbaijan on groundwater quantity. *Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems, 13*(2), 21- 38. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.24235970.1404.13.2.2.4. [In Persian]
16. Motagh, M., Shamshiri, R., Haghighi, M.H., Wetzel, H.U., Akbari, B., Nahavandchi, H., & Arabi, S. (2017). Quantifying groundwater exploitation induced subsidence in the Rafsanjan plain, southeastern Iran, using InSAR time- series and in situ measurements. *Engineering geology, 218*, 134-151. https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2017.01.011.

17. Ness, B., Urbel- Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, *60*(3), 498- 508. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023.
18. Noor, H., Dastranj, A., Sadeghi, S. (2022). Evaluating the effectiveness of flood spreading projects using economic criteria and residents' view points, *Journal of Watershed Engineering and Management*, *14*(4), 438- 449. https://doi.org/10.22092/ijwmse.2021.128502.1741. [In Persian]
19. Pastakia, C. M., & Jensen, A. (1998). The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, *18*(5), 461- 482. https://doi.org/10.1016/S0195- 9255(98)00018- 3.
20. Stefan, C., & Ansems, N. (2018). Web- based global inventory of managed aquifer recharge applications. Sustainable Water *Resources Management*, *4*(2), 153- 162. https://doi.org/10.1007/s40899- 017- 0212- 6.
21. Vishwakarma, A., Goswami, A., & Pradhan, B. (2021). Prioritization of sites for Managed Aquifer Recharge in a semi- arid environment in western India using GIS- Based multicriteria evaluation strategy. *Groundwater for Sustainable Development*, *12*, 100501. https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100501.