

Developing management plans for the Goorsefid Watershed using a nested DPSIR framework

Gholamreza Khosravi^{1*}, Vahedberdi Sheikh¹, Amir Sadoddin¹, Ali Shahbazi², Omid Asadi Nalivan³, Ehsan Alvandi⁴, Arash Zare Garizi¹

1. Department of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources, Gorgan, Iran.

2. Department of Arid and Mountain Regions Reclamation, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Department of Water resources engineering, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

4. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

* Corresponding author Email: gh.khosravi63@gmail.com

(Received: 26 July 2025)

Revised: 16 August 2025

Accepted: 12 December 2025)

Extended Abstract

Introduction: Integrated watershed management is a cornerstone of sustainable development, encompassing policies and actions aimed at conserving water and soil resources, preventing environmental degradation, and enhancing the quality of life for local communities. As natural units, watersheds play a critical role in maintaining ecological balance, preserving biodiversity, and supplying freshwater. Effective management requires a holistic approach—considering water, soil, vegetation, wildlife, and human activities—while integrating economic, social, and environmental dimensions to create synergies. One widely used tool in this context is the DPSIR framework, which analyzes cause-and-effect relationships among system components. However, in its conventional form, DPSIR often merges driving forces and pressures, making it difficult to isolate the specific impact of each pressure on particular states. This limitation typically leads to generalized strategies. To address this issue, this study applies the nested DPSIR framework (Atkins *et al.*, 2011) to develop targeted management strategies for the Goorsefid Watershed in Tehran Province, with active participation from local stakeholders.

Materials and Methods: The nested DPSIR process involved eight key steps: (1) constructing individual DPSIR cycles, (2) compiling a DPSIR table, (3) designing a conceptual map, (4) developing a decision matrix, (5) prioritizing pressures, (6) scoring responses based on pressure significance, (7) evaluating responses against watershed health and sustainability criteria, and (8) ranking responses. In this study, the environmental, economic, and social states of the watershed were assessed both quantitatively and qualitatively through literature review, field surveys, and stakeholder interviews. The remaining components were analyzed following the nested DPSIR methodology. Data were collected via questionnaires administered to 60 local residents and 25 experts and were validated by 12 specialists. Reliability and internal consistency were tested using Cronbach's alpha, and a five-point Likert scale was used to assess the weight and importance of the DPSIR components.

Results and Discussion: Five key drivers were identified, leading to 18 major pressures. These pressures caused changes in 17 states and ultimately affected 23 ecosystem services. To address these challenges, 27 management strategies were proposed. The five highest-priority pressures—based on stakeholder feedback and their recurrence across multiple states—were: (1) land-use change and vegetation degradation, (2) lack of a coherent water-use system in agriculture and livestock, (3) overexploitation of surface and groundwater resources, (4) drought, and (5) issuance of grazing permits to non-local, non-pastoralist individuals. The proposed responses were categorized as follows: 11 physical, 6 political, 1 managerial, 5 economic, 1 socio-cultural, and 3 ecological. The nested DPSIR framework effectively illustrated the complex interactions between human and natural factors in a simplified and more accessible manner. As a methodological innovation, this study introduced a coding system for nested DPSIR components to reduce redundancy, maintain structural consistency, and improve visual understanding of interrelationships.

Conclusion: Applying the nested DPSIR framework—through mapping individual cycles, constructing interaction matrices, developing conceptual diagrams, conducting quantitative analysis, and prioritizing components—enabled the identification of causal relationships across all system elements. This approach provided a comprehensive understanding of watershed dynamics, supported precise goal-setting, facilitated issue prioritization, and ultimately guided the selection of the most effective management strategies. Therefore, it can be concluded that applying this framework not only enhances the decision-making process but also fosters active participation of local communities and promotes the integration of scientific knowledge with traditional experience. This approach may serve as a model for sustainable management of other watersheds across the country.

Keywords: Management strategies, Ecosystem, Causal Relationships, Prioritization of responses

Citation: Khosravi, Gh., Sheikh, V., Sadoddin, A., Asadi Nalivan, O., Alvandi, E., & Zare Garizi, A. (2026). Developing management plans for the Goorsefid Watershed using a nested DPSIR framework. *Integrated Watershed Management*, 6(2), 23-46. doi= 10.22034/iwm.2025.2066974.1242

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





کاربست چارچوب مرکب DPSIR در تدوین برنامه‌های مدیریتی حوزه آبخیز گورسفید

غلامرضا خسروی^{۱*}، واحدبردی شیخ^۱، امیر سعدالدین^۱، علی شهبازی^۲، امید اسدی نلیوان^۳، احسان

الوندی^۴، آرش زارع گاریزی^۱

۱. گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. گروه مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

۴. پژوهشکده تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: gh.khosravi63@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴

چکیده مبسوط

مقدمه: برنامه‌ریزی و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز از ارکان مهم تحقق توسعه پایدار است. این فرآیند شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و سیاست‌هاست که با هدف حفظ منابع آب و خاک، جلوگیری از تخریب محیط‌زیست و بهبود کیفیت زندگی ساکنان اجرا می‌شود. حوزه‌های آبخیز به‌عنوان واحدهای طبیعی، نقش مهمی در تعادل بوم‌شناختی، حفظ تنوع زیستی و تأمین آب شیرین دارند؛ بنابراین، مدیریت آن‌ها مستلزم توجه هم‌زمان به تمام اجزای محیط‌زیست، شامل آب، خاک، گیاهان، جانوران و فعالیت‌های انسانی است. یک برنامه‌ریزی جامع باید ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را به‌طور یکپارچه در نظر بگیرد و هم‌افزایی میان این ابعاد را تقویت کند. یکی از ابزارهای کلیدی در مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، چارچوب DPSIR است که با تحلیل روابط علی و معلولی میان مؤلفه‌ها، امکان درک بهتر وضعیت و چالش‌ها را فراهم می‌کند. با این حال، در چارچوب مرسوم DPSIR، فشارها و عوامل تغییر به صورت ترکیبی بررسی می‌شوند و نقش دقیق هر عامل فشار روی وضعیت‌ها به‌طور مجزا مشخص نمی‌شود. در نتیجه در انتهای مراحل انجام این چارچوب صرفاً می‌توان راهبردهای کلی ارائه کرد. به همین علت، در سال ۲۰۱۱، Atkins و همکاران چارچوب مرکب DPSIR را توسعه دادند. هدف این مقاله معرفی کاربرد چارچوب مرکب DPSIR به‌عنوان ابزاری کاربردی برای تدوین برنامه‌ها و راهکارهای مدیریتی در حوزه آبخیز گورسفید (استان تهران) با مشارکت ذینفعان محلی است.

مواد و روش‌ها: بطور کلی چارچوب مرکب DPSIR به‌ترتیب شامل هشت مرحله: ۱- ایجاد چرخه منفرد DPSIR، ۲- تهیه جدول DPSIR، ۳- طراحی نقشه مفهومی، ۴- ساخت ماتریس تصمیم‌گیری، ۵- اولویت‌بندی فشارها، ۶- امتیازدهی به پاسخ‌ها بر اساس اهمیت و امتیاز فشارها، ۷- ارزیابی راهکارها بر اساس معیارهای سلامت و پایداری آبخیز و ۸- اولویت‌بندی راهکارها است. در این تحقیق، ابتدا با بررسی سوابق مطالعات حوزه، انجام ارزیابی میدانی و مصاحبه با ذینفعان، وضعیت جنبه‌های مختلف محیطی، اقتصادی و اجتماعی به صورت کمی و کیفی مشخص شد، سپس سایر مؤلفه‌ها بر اساس مراحل چارچوب مرکب DPSIR تحلیل شدند. نظرات ۶۰ نفر از افراد محلی و ۲۵ نفر از کارشناسان خبره از طریق پرسشنامه گردآوری شد. روایی پرسشنامه‌ها توسط ۱۲ نفر از کارشناسان، متخصصان و اساتید دانشگاه تأیید شد. برای سنجش پایایی و هماهنگی درونی پرسش‌ها، از فرمول آلفای کرونباخ استفاده شد. برای تعیین اهمیت مؤلفه‌های DPSIR، از طیف پنج گزینه‌ای لیکرت استفاده شد.

نتایج و بحث: در این تحقیق، پنج پیشران شناسایی شد که باعث ایجاد ۱۸ فشار تأثیرگذار در حوزه آبخیز بوده و این فشارها نیز منجر به تغییر ۱۷ وضعیت شده و در نتیجه ۲۳ جنبه تحت تأثیر قرار گرفته است. برای کاهش فشارها و بهبود وضعیت، ۲۷ راهبرد/راهکار پیشنهاد شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، پنج عامل فشار اولویت‌دار بر اساس نظرات جوامع محلی، کارشناسان و همچنین میزان فراوانی فشار در وضعیت‌های مختلف عبارتند از: ۱- تصرف و تغییر کاربری اراضی و تخریب پوشش گیاهی، ۲- ضعف الگو و نظام منسجم بهره‌برداری از آب در کشاورزی و دامداری، ۳- بهره‌برداری بیش از ظرفیت منابع آب (سطحی و زیرزمینی)، ۴- خشکسالی و ۵- صدور پروانه چرا برای افراد غیربومی و غیر دامدار. از میان وضعیت‌ها، برای وضعیت فیزیکی ۱۱ راهکار، وضعیت سیاسی شش راهکار، وضعیت مدیریتی یک راهکار، وضعیت اقتصادی پنج راهکار، وضعیت اجتماعی- فرهنگی یک راهکار و وضعیت بوم‌شناختی سه راهکار با بیشترین اثرگذاری شناسایی و اولویت‌بندی شدند. چارچوب مرکب DPSIR، تعاملات پیچیده بین عوامل انسانی و طبیعی را به شیوه‌ای ساده و قابل فهم‌تر به طور مؤثر نشان داد. به عنوان نوآوری این پژوهش، یک الگوی کدگذاری برای مؤلفه‌های چارچوب مرکب DPSIR طراحی شد تا از تکرار نوشتار جلوگیری، انسجام ساختاری حفظ و درک بصری روابط بین مؤلفه‌ها بهبود یابد.

نتیجه‌گیری: به کارگیری چارچوب مرکب DPSIR با ترسیم چرخه‌های منفرد، ایجاد ماتریس اثرات متقابل، تهیه نقشه مفهومی، تحلیل کمی و اولویت‌بندی مؤلفه‌ها، امکان شناسایی روابط علی میان همه عناصر را فراهم کرد. این امر منجر به درک جامع از سامانه، تعیین اهداف دقیق، اولویت‌بندی مشکلات و در نهایت انتخاب مؤثرترین راهکارها شد. بنابراین می‌توان گفت استفاده از این چارچوب نه تنها به بهبود فرآیند تصمیم‌سازی کمک می‌کند، بلکه زمینه را برای مشارکت فعال جوامع محلی و همگرایی میان دانش علمی و تجارب بومی فراهم می‌سازد. این موضوع می‌تواند به عنوان الگویی برای مدیریت پایدار سایر حوزه‌های آبخیز کشور نیز مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: راهبردهای مدیریتی، بوم‌سازگان، روابط علی-معلولی، اولویت‌بندی پاسخ‌ها.

استناد: خسروی، غ.، شیخ، و.، سعدالدین، امیر، شهبازی، ع.، اسدی نلیوان، الف.، الوند، الف. و زارع گاریزی، الف. (۱۴۰۵).
کاربست چارچوب مرکب DPSIR در تدوین برنامه‌های مدیریتی حوزه آبخیز گورسفید. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز،
۲۳-۴۶، (۲)، ۶.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترسی است.

مقدمه

رشد جمعیت و لزوم تأمین نیازهای زیستی انسان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، باعث بهره‌برداری ناپایدار از منابع طبیعی شده است. سیاست افزایش تولید از طریق استفاده بیش‌ازحد از منابع، امروزه بسیاری کشورها را با بحران جدی بخصوص در زمینه آب و محیط‌زیست مواجه کرده است (Agyemang et al., 2007; Ashfaq et al., 2019; Bayat et al., 2021). در ایران نیز منابع طبیعی با تهدیدهایی مانند تغییر اقلیم، خشکسالی، سیل، کمبود و آلودگی آب، فرسایش شدید خاک، بیابان‌زایی و تخریب جنگل مواجه است (Sheikh et al., 2020; Mosaffaie et al., 2021). با وجود تلاش‌های متعدد پژوهشگران، مدیران و سیاست‌گذاران برای کنترل و کاهش چالش‌های موجود، نتایج حاصل بیانگر این امر است که تلاش‌های صورت گرفته فاقد اثربخشی قابل‌ملاحظه بوده است. به همین دلیل، شناخت آسیب‌های پیش‌روی آبخیزداری در ایران و پیامدهای آن، مهم‌ترین گام در اجرای برنامه‌های مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز در کشور است (Bell et al., 2012; Sadoddin et al., 2017; Gebremedhin et al., 2018). در این راستا یک رویکرد سازگار می‌تواند دیدگاه بخش‌های مختلف تصمیم‌گیری را هم‌سو کرده و با درک بهتر منابع و شرایط محیطی، کیفیت مدیریت را بهبود بخشد. اساس این نوع مدیریت، توسعه اقداماتی است که نه‌تنها برای دستیابی به اهداف اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیستی و سیاسی طراحی شده‌اند، بلکه به همان اندازه برای یادگیری و بهبود مستمر نیز کارآمد باشند (Ebrahimi, 2021; Deitch et al., 2021; Bahmani et al., 2021). یکی از رویکردهای پرکاربرد در مدیریت بحران‌های زیست‌محیطی، چارچوب "پیشران- فشار- وضعیت- اثر- پاسخ" (DPSIR¹) است (Carnohan et al., 2023; Akbari et al., 2021; Zhao et al., 2021).

این چارچوب، ساختاری منظم برای تحلیل مسائل محیط‌زیستی در مقیاس‌های مختلف، از آبخیزهای کوچک تا سامانه‌های جهانی، فراهم می‌کند (Gregory et al., 2013; Hammond et al., 2018). پیشینه چارچوب‌های تحلیلی محیط‌زیست را می‌توان به مدل «تنش-واکنش» مؤسسه آمار کانادا در دهه ۱۹۷۰ میلادی نسبت داد که تمرکز آن بر شناسایی فشارهای انسانی و واکنش‌های اجتماعی به تغییرات محیطی بود (Gregory et al., 2013; Borja et al., 2006). در سال ۱۹۹۰، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD²) مدل مفهومی فشار-وضعیت-پاسخ (PSR³) را معرفی کرد که بر رابطه علت و معلول میان فعالیت‌های انسانی، تغییرات محیطی و اقدامات مدیریتی تأکید داشت (Carr et al., 2007). چارچوب PSR به سرعت در سطح بین‌المللی به عنوان ابزاری استاندارد برای گزارش‌دهی وضعیت محیط‌زیست و ارزیابی سیاست‌ها مورد استفاده قرار گرفت (Hansson et al., 2008). با پیشرفت مطالعات محیط زیستی، پژوهشگران دریافتند که PSR قادر به پوشش کامل پیچیدگی‌های تعاملات میان عوامل انسانی و اکوسیستم‌ها نیست. این محدودیت‌ها منجر به توسعه نسخه‌های تکامل‌یافته‌ای مانند PSIR⁴، که اثرات تغییرات محیطی بر جامعه و اکوسیستم را بهتر نشان می‌دهد، و سپس مدل‌های DPSEA⁵ و DPSEEA⁶ شد که ابعاد سلامت انسانی و چرخه اثرات محیطی را به چارچوب اضافه می‌کردند (Kagalou et al., 2012). در ادامه، چارچوب DPSIR شکل گرفت که توانست یک دیدگاه جامع و سیستماتیک برای تحلیل، گزارش‌دهی و سیاست‌گذاری محیط‌زیستی ارائه دهد. امروزه

2. Organisation for Economic Co-operation and Development

3. Pressures – State – Response

4. Pressures – State – Impact – Response

5. Driving forces – Pressures – State – Exposure – Action

6. Driving forces – Pressures – State – Exposure – Effect – Action

1. Driver – Pressures – State – Impact – Response

تهران، چارچوب مفهومی تحلیل منابع آبی را با رویکرد DPSIR تدوین کردند. در این مطالعه روابط علت و معلولی بین مؤلفه‌ها شناسایی و پاسخ‌های مدیریتی برای بهبود منابع آب شهری ارائه شد. Amin Fanaq و همکاران (۲۰۲۱) بحران حوزه آبخیز دریاچه ارومیه را با مشارکت ۱۴ خبره و به کمک چارچوب DPSIR تحلیل کردند. نیروهای محرکه و فشارهای اصلی شناسایی و با وضعیت و اثرات مرتبط گردید و پاسخ‌های مدیریتی برای احیای پایدار حوزه آبخیز ارائه شد. در مطالعه‌ای از Anandhi و همکاران (۲۰۲۰)، چارچوبی مفهومی برای ارزیابی آسیب‌پذیری منابع طبیعی تحت عنوان DEVA¹ ارائه شد. این چارچوب ترکیبی از مدل DPSIR سازمان محیط‌زیست اروپا و مدل ESA² (در معرض بودن، حساسیت، ظرفیت سازگاری) است. نتایج نشان داد DEVA ابزاری انعطاف‌پذیر و کاربردی برای تحلیل آسیب‌پذیری سامانه‌های منابع طبیعی در مواجهه با تغییرات مدیریتی یا اقلیمی فراهم می‌آورد. در تحقیق Benzina و همکاران (۲۰۲۴)، چارچوب DPSIR برای تحلیل وضعیت، فشارها و اثرات محیطی تالاب در شمال شرقی الجزایر به کار گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که این چارچوب با شناسایی عوامل کلیدی تهدید اکوسیستم، توانایی کمک به سیاست‌گذاران در حفاظت از تالاب‌ها را دارد. در تحقیق Gari و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از چارچوب DPSIR، فشارهای عمده بر کیفیت آب مانند فعالیت‌های کشاورزی، معدن‌کاری، تخریب جنگل و توسعه زیرساخت‌ها را شناسایی و به صورت مکان‌محور دسته‌بندی نمودند و در انتها از طریق این چارچوب، راهکارهایی برای مدیریت پایدار منابع آب ارائه شده است. در تحقیق Hou و همکاران (۲۰۱۴)، با استفاده از چارچوب DPSIR، روابط متقابل بین عوامل اجتماعی-اقتصادی و وضعیت محیط‌زیست و

DPSIR به عنوان یکی از کاربردی‌ترین چارچوب‌ها در مطالعات محیط‌زیستی شناخته می‌شود، زیرا نه تنها روابط علی میان فعالیت‌های انسانی و تغییرات محیطی را مدنظر قرار می‌دهد، بلکه پاسخ‌های مدیریتی و سیاست‌های پایدار را نیز به‌طور یکپارچه در تحلیل‌ها می‌گنجاند و امکان تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر را فراهم می‌آورد (Hammond et al., 2018; Wang et al., 2018; Zare et al., 2019; Bruno et al., 2020; Mosaffaie et al., 2021; Swangjang et al., 2021).

مطالعات متعددی به کاربرد این چارچوب در مدیریت حوزه‌های آبخیز در داخل و خارج کشور پرداخته‌اند که در ادامه، تحقیقاتی به عنوان نمونه ارائه شده است. Salehpour Jam و Mosaffaie (۲۰۲۴) سلامت آبخیز کال‌آجی در استان گلستان را با استفاده از چارچوب DPSIR و روش ترکیبی مرور منابع، بازدید میدانی و مصاحبه با ۲۶ خبره و ذی‌نفع محلی مورد مطالعه قرار دادند. داده‌ها با پرسشنامه طیف لیکرت جمع‌آوری و پایایی با آلفای کرونباخ سنجیده شد. نتایج نشان داد که میزان همپوشانی دیدگاه کارشناسان و ساکنان برای مؤلفه فشار ۷۳ درصد، برای وضعیت و اثر ۶۰ درصد و برای پاسخ ۵۸ درصد بود. Fathi و همکاران (۲۰۲۵) حوزه آبخیز سد ایلام را به‌منظور شناسایی و اولویت‌بندی پاسخ‌های مدیریتی با رویکرد DPSIR بررسی کردند. عوامل DPSIR با مرور منابع، بازدید میدانی و نظرسنجی از ۲۰ کارشناس و ۲۰ آبخیزنشین شناسایی و با آزمون فریدمن رتبه‌بندی شد. نتایج بیانگر وجود ۵ نیروی محرکه، ۳۴ فشار، ۱۱ وضعیت نامطلوب و ۲۰ اثر بود که منجر به تدوین ۳۲ پاسخ مدیریتی شد. در تحقیقی دیگر، Salehpour Jam و همکاران (۲۰۲۱) در حوزه آبخیز چهل‌چای با استفاده از چارچوب DPSIR و نظرسنجی از ۳۰ خبره و ۲۶۰ ساکن، پاسخ‌های مدیریتی بهبود سلامت آبخیز را شناسایی کردند. در این تحقیق مهم‌ترین پاسخ‌های مدیریتی، شناسایی و اولویت‌بندی شدند.

Ebrahimi و همکاران (۲۰۲۴) در محله باغ‌فیض

1. DPSIR-ESA Vulnerability Assessment
2. Exposure-Sensitivity-Adaptive

ذی‌نفعان محلی را فراهم می‌آورد. این رویکرد، به ارزیابان و مدیران کمک می‌کند با دیدی نظام‌مند و فرآیندی، فشارها و پیشران‌های مؤثر بر وضعیت‌های گوناگون را شناسایی کرده و راهکارهای مناسب برای بهبود بوم‌سازگان و ارتقای کیفیت زندگی ساکنان ارائه دهند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز گورسفید، یکی از سرشاخه‌های رودخانه حبله‌رود است که در محدوده شهرستان فیروزکوه، استان تهران قرار دارد. مساحت این حوزه که بین طول جغرافیایی $51^{\circ} 52'$ تا $53^{\circ} 08'$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 35'$ تا $35^{\circ} 51'$ واقع شده، حدود 32500 هکتار است (شکل ۱). حوزه آبخیز گورسفید ماهیتی کوهستانی دارد و بلندترین نقطه آن 3328 متر و پست‌ترین نقطه آن 2150 متر از سطح دریا ارتفاع دارد. میانگین بارش سالانه منطقه حدود 300 میلی‌متر و متوسط دمای سالانه حدود 9 درجه سانتی‌گراد است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه، اقلیم حوزه آبخیز گورسفید نیمه‌خشک سرد و بر اساس روش دومارتن نیمه‌خشک ارتفاعی است (Sheikh et al., 2018).

شرایط فیزیکی حوزه آبخیز گورسفید، ازجمله شیب‌های تند، سازندهای زمین‌شناسی با پتانسیل بالای فرسایش و نیز فعالیت‌های گسترده و غیر اصولی جوامع محلی در حوزه‌های کشاورزی، دامداری و صنعت، به شکل قابل‌توجهی رژیم جریان آب و الگوی رسوب‌گذاری را دچار تغییر کرده است. این تغییرات، پیامدهای متعددی مانند افزایش خطر سیلاب‌های ناگهانی، کاهش کمیت و کیفیت منابع آب، افزایش نرخ فرسایش خاک و هدررفت لایه‌های حاصلخیز و افزایش روند مهاجرت روستاییان و تضعیف پایداری جوامع محلی به همراه داشته‌اند با توجه به اهمیت این چالش‌ها و نقش مستقیم آن‌ها در کاهش امنیت آب و خاک منطقه، حوزه آبخیز گورسفید به‌عنوان

رفاه انسانی در استان جیانگ‌سو، چین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده شناسایی مؤثر روابط علل و معلول این عوامل با استفاده از چارچوب DPSIR است. در تحقیق Quevedo و همکاران (۲۰۲۳)، با استفاده از چارچوب DPSIR، فشارهای عمده مانند تغییرات اقلیمی، آلودگی و تغییرات کاربری اراضی که بر اکوسیستم منطقه مانگرو در اندونزی تأثیر گذاشته است، شناسایی شدند. همچنین در این تحقیق پیشنهاداتی برای حفاظت و مدیریت پایدار این اکوسیستم‌ها ارائه شده است.

با وجود استفاده گسترده، این چارچوب محدودیت‌هایی دارد؛ زیرا فشارها و عوامل تغییر مرتبط با هر وضعیت، به‌صورت ترکیبی در نظر گرفته می‌شوند و نقش و سهم هر عامل به‌طور مستقل مشخص نیست. نتیجه آن است که معمولاً تنها امکان ارائه راهبردهای کلی وجود دارد. برای رفع این مشکل، چارچوب مرکب $DPSIR^1$ توسعه یافت (Atkins et al., 2011). این نسخه توسعه‌یافته با ترکیب چندین چرخه مستقل DPSIR، امکان بررسی دقیق‌تر روابط کلیدی بین جامعه و محیط را فراهم می‌کند. در این روش، برای هر پیشران یک چرخه جداگانه در نظر گرفته می‌شود و با اتصال این چرخه‌ها، اثر متقابل فشارها، وضعیت‌ها و پاسخ‌ها آشکار می‌گردد (Scharin et al., 2016; Dolbeth et al., 2016; Smith et al., 2016). این چارچوب در ایران، به ویژه در حوزه آبخیز گورسفید استان تهران تاکنون به‌طور خاص بررسی نشده است. لذا هدف این تحقیق معرفی چارچوب مرکب DPSIR و استفاده از آن برای تحلیل روابط علت و معلولی مسائل مدیریت منابع آب و خاک در حوزه آبخیز مورد مطالعه است. این پژوهش به شفاف‌سازی روابط بین فشارهای انسانی و وضعیت‌های محیطی کمک کرده و امکان تدوین برنامه‌های مدیریتی دقیق‌تر و مشارکت فعال

مطالعه موردی انتخاب شد.

مراحل انتخاب زیرحوزه پایلوت

از آنجا که توسعه و پیاده‌سازی مدل مدیریت جامع مشارکتی برای کل حوزه آبخیز حبله‌رود به دلیل وسعت زیاد حوزه آبخیز و تنوع شرایط بیوفیزیکی و اقتصادی-اجتماعی بسیار پیچیده و دشوار است، تصمیم گرفته شد این مدل ابتدا برای یکی از زیرحوزه‌های حبله‌رود، به عنوان پایلوت ارائه شود. انتخاب زیرحوزه پایلوت در طی چندین مرحله و با در نظر گرفتن معیارهای مختلف انجام شد.

ابتدا بر اساس بررسی‌های قبلی در مطالعات آمایش سرزمین حوزه آبخیز حبله‌رود (Mahini & Kamyab, 2017)، پنج زیرحوزه به عنوان گزینه‌های مناسب اولیه

انتخاب شدند. سپس برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌های منتخب اولیه شاخص‌های مختلفی تدوین و در قالب یک جدول (جدول ۱) تنظیم گردید تا با نظر کارشناسان محلی امتیازدهی و اولویت‌بندی انجام شود. از زیرحوزه‌های منتخب اولیه بازدید میدانی به عمل آمد و پس از مشورت با کارشناسان و امتیازدهی شاخص‌ها توسط آنان، زیرحوزه گورسفید (شکل ۱) به عنوان پایلوت نهایی انتخاب شد. میانگین شاخص‌های موردنظر برای هر زیرحوزه به شرح زیر است:

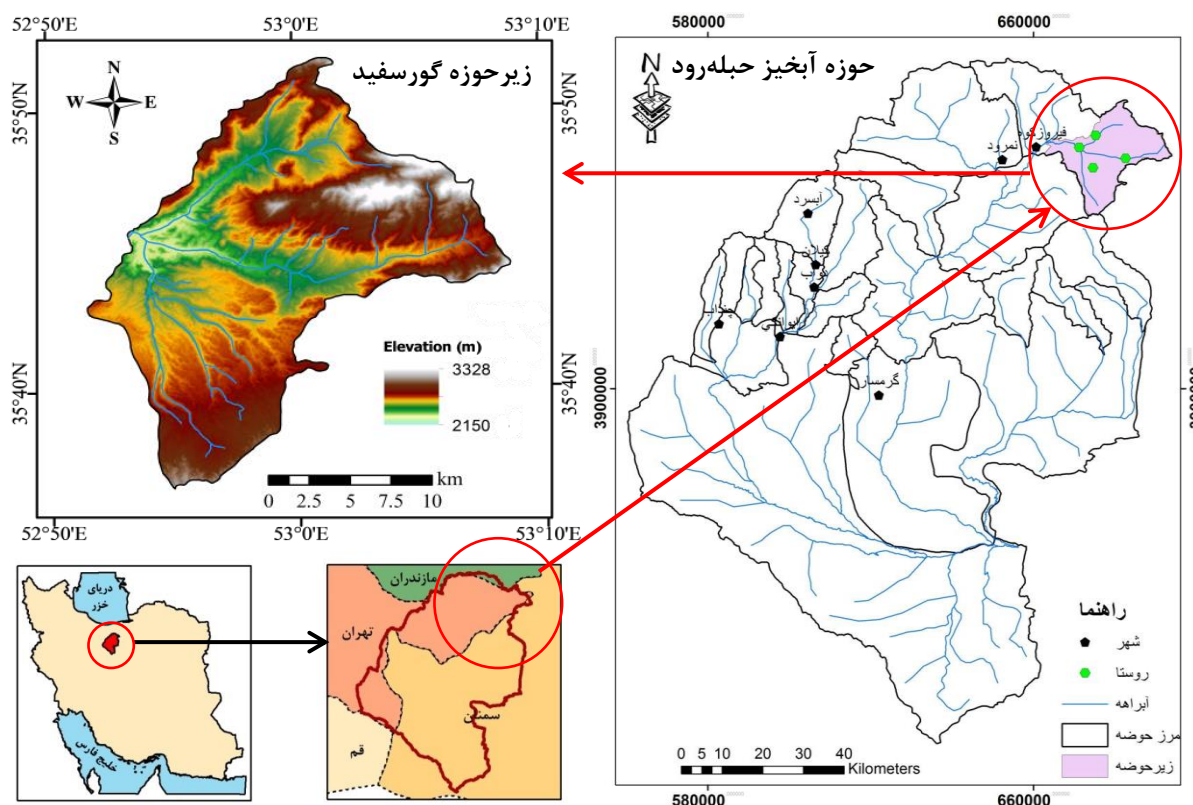
گورسفید: ۳/۴۷؛ شهرآباد: ۲/۵۷؛ درده، پیرده: ۲/۲۶؛ سرخه‌ده، مقانک: ۲/۱۵؛ شاه‌بلاغی، گویج: ۱/۸۹

جدول ۱- شاخص‌های مورد استفاده برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها با نظر کارشناسان محلی (امتیاز هر شاخص بر حسب درجه

اهمیت: ۱ تا ۵)

Table 1- Indicators used for prioritizing sub-watersheds based on local experts' Opinions (each indicator scored from 1 to 5 by importance level)

نمایندگی حوزه آبخیز حبله‌رود از نظر																													
تهدیدات طبیعی (سیل، فرسایش، خشکسالی و ...)						تهدیدات اجتماعی (سیل، فرسایش، خشکسالی و ...)						تهدیدات اقتصادی (سیل، فرسایش، خشکسالی و ...)						تهدیدات اجتماعی (سیل، فرسایش، خشکسالی و ...)											
اجتماعی					اقتصادی					اکولوژیک					اقلیمی					توپوگرافی									
عدم وجود پروژه‌های اجرایی قبلی										فراهمی داده و اطلاعات (ایستگاه باران‌سنجی، هیدرومتری و...)										پیگیری‌های ساکنین آبخیز برای رفع معضلات طبیعی									
وجود بستر نهادی / تشکیلات محلی (صندوق‌های محلی و یا ...)										مسائل اقتصادی (فعالیت‌های اقتصادی شاخص، درآمد خانوارها)										مسائل اجتماعی (مهاجرت، بیکاری، اختلافات قومی و قبیله‌ای)									
وجود تأسیسات زیربنایی در معرض تهدیدات طبیعی										مشکلات کیفیت آب (گل آلودگی، شوری، سختی، میکروبی)										مشکلات کمیت آب (کمبود آب، تعارض بین ذی‌نفعان، کاهش آبدی، رودخانه، چشمه‌ها، قنوات و...)									
نرخ فرسایش خاک										سیل خیزی و سیل‌گیری										میزان تخریب پوشش گیاهی									
میزان تغییر کاربری اراضی (تعرضات به عرصه‌های طبیعی)																													
زیرحوزه/معیار																													
شهرآباد	۲	۱	۴	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲										
درده، پیرده	۳	۳	۲	۴	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲										
شاه بلاغی، گویج	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۴	۲	۲	۲	۲	۱	۴	۱	۲	۳										
سرخه‌ده، مقانک	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲										
گورسفید	۴	۴	۵	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۲	۴	۴	۴	۲	۴	۵	۴	۳	۴										



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز گورسفید در ایران

Figure 1- Location of Goorsefid watershed in Iran

اسنادی معتبر و نیز داده‌های حاصل از بازدیدهای میدانی صورت گرفت و ترسیم روابط مستقیم و غیرمستقیم بین متغیرها در قالب یک دیاگرام، به‌منظور نمایش ساختار و نحوه تعامل مؤلفه‌های مختلف حوزه آبخیز انجام پذیرفت. در ادامه برای ارتباط گرفتن و مشارکت مؤثر جوامع محلی در شناسایی مشکلات و اثرات آن‌ها، از دیاگرام تحلیل درخت مشکل استفاده شد. در ریشه‌های این درخت علل مسئله و در شاخه‌های آن، پیامدهای مسئله مشخص می‌شود (Khosravi et al., 2021).

در ادامه، داده‌های گردآوری شده از منابع علمی، بازدید میدانی و نظرسنجی‌های انجام شده از ذینفعان حوزه آبخیز مورد مطالعه، با استفاده از چارچوب مرکب DPSIR، تحلیل می‌شوند. این چارچوب از ترکیب چندین چرخه مجزای DPSIR تشکیل می‌شود (شکل ۲). به‌عبارت دیگر برای هر وضعیت در مکان‌های مختلف، یک چرخه منفرد DPSIR ایجاد می‌شود. یکپارچه‌سازی این تعاملات در مراحل بعدی،

در این تحقیق با هدف شناسایی مشکلات محیطی و انسان‌ساخت و همچنین بررسی روابط علت و معلولی میان جنبه‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی حوزه آبخیز گورسفید، از چارچوب مرکب DPSIR استفاده شده است. این مطالعه با تکیه بر نتایج تحلیل‌های علمی و دیدگاه‌های ذینفعان منطقه، مهم‌ترین چالش‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی را تحلیل می‌کند.

در گام نخست، برای شناسایی متغیرهای مؤثر فیزیکی، اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی و مدیریتی بر حوزه آبخیز گورسفید، یک مدل مفهومی از تعامل این متغیرها ترسیم شد (Sheikh et al., 2018). این فرآیند با مشارکت کارشناسان سازمانی و دانشگاهی و همچنین افراد کلیدی از جوامع محلی انجام شد. مراحل تهیه مدل مفهومی شامل دو بخش اصلی بود:

شناسایی متغیرها و عوامل مؤثر بر تخریب و مدیریت حوزه آبخیز، که از طریق بررسی منابع علمی و

$K =$ تعداد سؤال‌ها یا گویه‌های پرسشنامه، $S_i^2 =$ واریانس هر پرسش و $S^2 =$ واریانس کل پرسش‌ها است. در نهایت تقسیم‌بندی ضریب آلفای کرونباخ و پایایی پرسشنامه از طریق جدول ۲ بررسی شد. در این تحقیق از نرم‌افزار SPSS برای اندازه‌گیری آلفای کرونباخ استفاده شد و مقدار آن ۰/۸۸ (پایایی خوب پرسشنامه) به دست آمد.

جدول ۲- ضریب آلفای کرونباخ و پایایی پرسشنامه

Table 2- Cronbach's alpha coefficient and questionnaire reliability

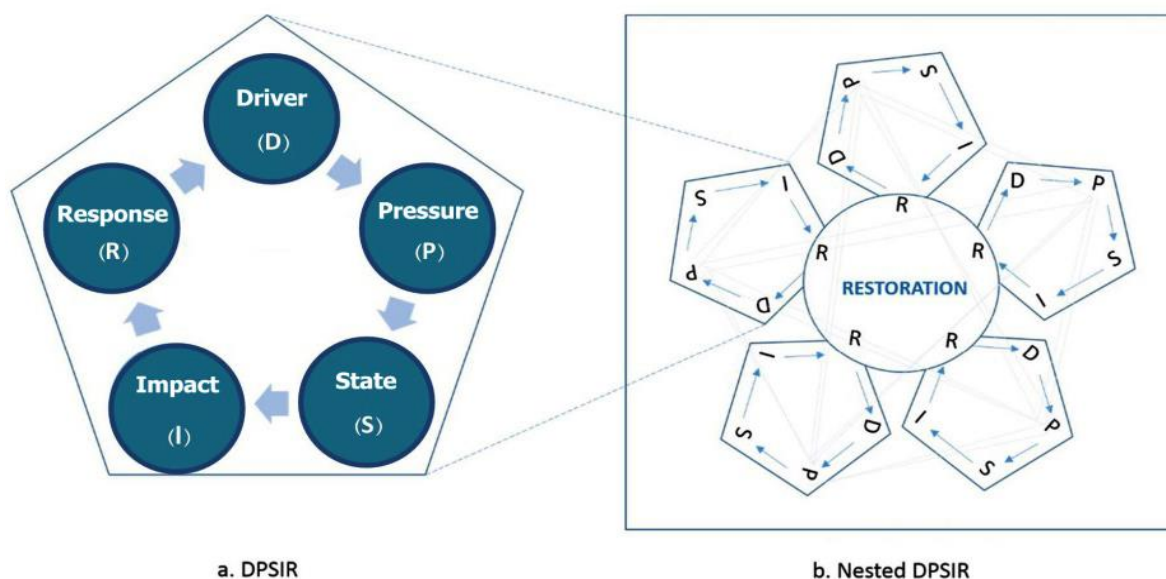
ضریب Cronbach's alpha	پایایی پرسشنامه
$a > 0.9$	عالی
$0.9 > a > 0.8$	خوب
$0.8 > a > 0.7$	قابل قبول
$0.7 > a > 0.6$	متوسط
$0.6 > a > 0.5$	ضعیف
$0.5 > a$	غیر قابل قبول

برای تعیین امتیاز و اهمیت مؤلفه‌های DPSIR، از طیف لیکرت با پنج گزینه پاسخ (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم) استفاده شد (Dzoga et al., 2020). در نهایت اطلاعات کمی و کیفی مربوط به هر مؤلفه DPSIR جمع‌آوری، بررسی و تحلیل شد.

کاربران را قادر می‌سازد تا روابط را کشف کرده و اقدامات مدیریتی کاربردی را شناسایی کنند (Atkins et al., 2011). فرآیند منطقی اجرای این چارچوب از تبیین وضعیت محیطی و انسانی و روند تغییرات آن آغاز می‌شود، سپس عوامل مستقیم (فشارها) و غیرمستقیم (پیشران‌ها) که موجب بروز وضعیت شده‌اند، شناسایی و معرفی می‌گردند. در ادامه پاسخ‌ها (راهبردها و راهکارهای احتمالی) برای بهبود وضعیت نیز تعیین می‌شوند. در این خصوص نظرات ۶۰ نفر از افراد محلی و ۲۵ نفر از کارشناسان خبره از طریق پرسشنامه گردآوری شد.

روایی پرسشنامه‌ها توسط ۱۲ نفر از کارشناسان، متخصصان و اساتید دانشگاه بررسی و تأیید شد (Sheikh et al., 2018). برای هر پرسش، توضیحاتی ارائه شد تا پاسخ‌دهندگان برداشت یکسانی از سوال‌ها داشته باشند. برای سنجش پایایی و همابندی درونی پرسش‌ها، از فرمول Cronbach's alpha (رابطه ۱) استفاده شد (Agyemang et al., 2007):

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S^2} \right] \quad (1)$$



شکل ۲- نمایش از چارچوب DPSIR (a) و رویکرد Nested DPSIR (b) (Atkins et al., 2011)
Figure 2- A schematic of the DPSIR framework (a) and the Nested DPSIR approach (b)

مراحل اجرای چارچوب مرکب DPSIR

(۱) ایجاد چرخه منفرد DPSIR: با توجه به تفاوت نسبی شرایط محیطی، مانند کیفیت آب، در مناطق مختلف، در این پژوهش برای هر وضعیت در بخش‌های گوناگون، یک چرخه مستقل از مؤلفه‌های DPSIR تدوین شد.

(۲) تهیه جدول DPSIR: در این مرحله، فهرست پیشران‌ها، فشارهای ناشی از آن‌ها، تغییرات وضعیت ناشی از بروز فشارها، اثرات بعدی و اقدامات اصلاحی ممکن در حوزه آبخیز مورد مطالعه مشخص می‌شود. به عنوان نوآوری، یک الگوی کدگذاری برای مؤلفه‌ها DPSIR طراحی شد تا از تکرار نوشتار جلوگیری شده و انسجام ساختاری حفظ و درک بصری روابط بین مؤلفه‌ها بهبود یابد.

(۴) طراحی نقشه مفهومی: بر اساس نتایج مرحله اول و دوم، نقشه‌های مفهومی DPSIR برای مناطق همگن از طریق نرم‌افزار Cmap تهیه شد تا نمایش بصری روابط و تعامل‌ها بین اجزای DPSIR، را فراهم آورد.

(۳) ساخت ماتریس تصمیم‌گیری: این ماتریس به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا تعامل‌ها میان اجزای چارچوب DPSIR را به‌طور شفاف مشاهده کنند.

(۵) اولویت‌بندی فشارها: پس از تحلیل تعامل‌ها، عوامل فشار بر اساس رتبه کارشناسی و فراوانی آن‌ها در وضعیت‌های مختلف اولویت‌بندی شدند. این اولویت‌بندی به معنای کم‌اهمیت بودن فشارها با رتبه پایین نیست و تنها بر اساس نیازهای فعلی جوامع محلی و وضعیت‌های کنونی تعیین شده است. با تغییر نیازها و وضعیت‌ها در آینده، اولویت‌ها نیز ممکن است تغییر کنند.

(۶) امتیازدهی به راهکارها بر اساس اهمیت و امتیاز فشارها: پس از رتبه‌بندی عوامل فشار، امتیاز هر عامل در ماتریس فشار-راهکار ثبت می‌شود. با توجه به اینکه هر راهکار ممکن است بر چند عامل فشار اثر بگذارد، جمع امتیازات عوامل مرتبط با هر

راهکار محاسبه و بر اساس آن، راهکارها رتبه‌بندی شدند.

(۷) ارزیابی راهکارها بر اساس معیارهای سلامت و پایداری آبخیز: معیارها شامل ابعاد فیزیکی، بوم‌شناختی، اقتصادی، سیاسی، مدیریتی و اجتماعی-فرهنگی هستند. با استفاده از نظر کارشناسان، میزان کاربرد مستقیم هر راهکار در این معیارها مشخص و رتبه اثر آن تعیین شد.

(۸) اولویت‌بندی راهکارها: بر اساس معیارهای سلامت و پایداری آبخیز گورسفید، راهکارهایی با امتیاز بالا و رتبه اثر نزدیک به یک در اولویت اجرایی قرار گرفتند.

نتایج

ترسیم مدل مفهومی تعاملات متغیرهای پایداری و سلامت حوزه آبخیز گورسفید

در شکل ۳، مدل مفهومی تعامل بین متغیرهای مؤثر فیزیکی، اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی و مدیریتی بر حوزه آبخیز گورسفید ارائه شده است. این مدل به کارگروه امکان داد تا در فرآیند تحلیل، تمامی ابعاد مطرح شده را به صورت یکپارچه مدنظر قرار دهند.

تحلیل درخت مشکلات

همانطور که در شکل‌های (۴) و (۵) نشان داده شده است با توجه به نظرات جوامع محلی روستای گورسفید و نتایج منابع علمی و اسنادی معتبر و نیز داده‌های حاصل از بازدیدهای میدانی، درخت مشکلات به عنوان نمونه برای دو کانون مشکل شامل تخریب وضعیت منابع آب (سطحی و زیرزمینی) و تخریب منابع سرزمین تهیه گردید. درخت‌های مشکل مربوط به سایر روستا در منبع (Sheikh et al., 2018) ارائه شده است.

نتایج چارچوب مرکب DPSIR

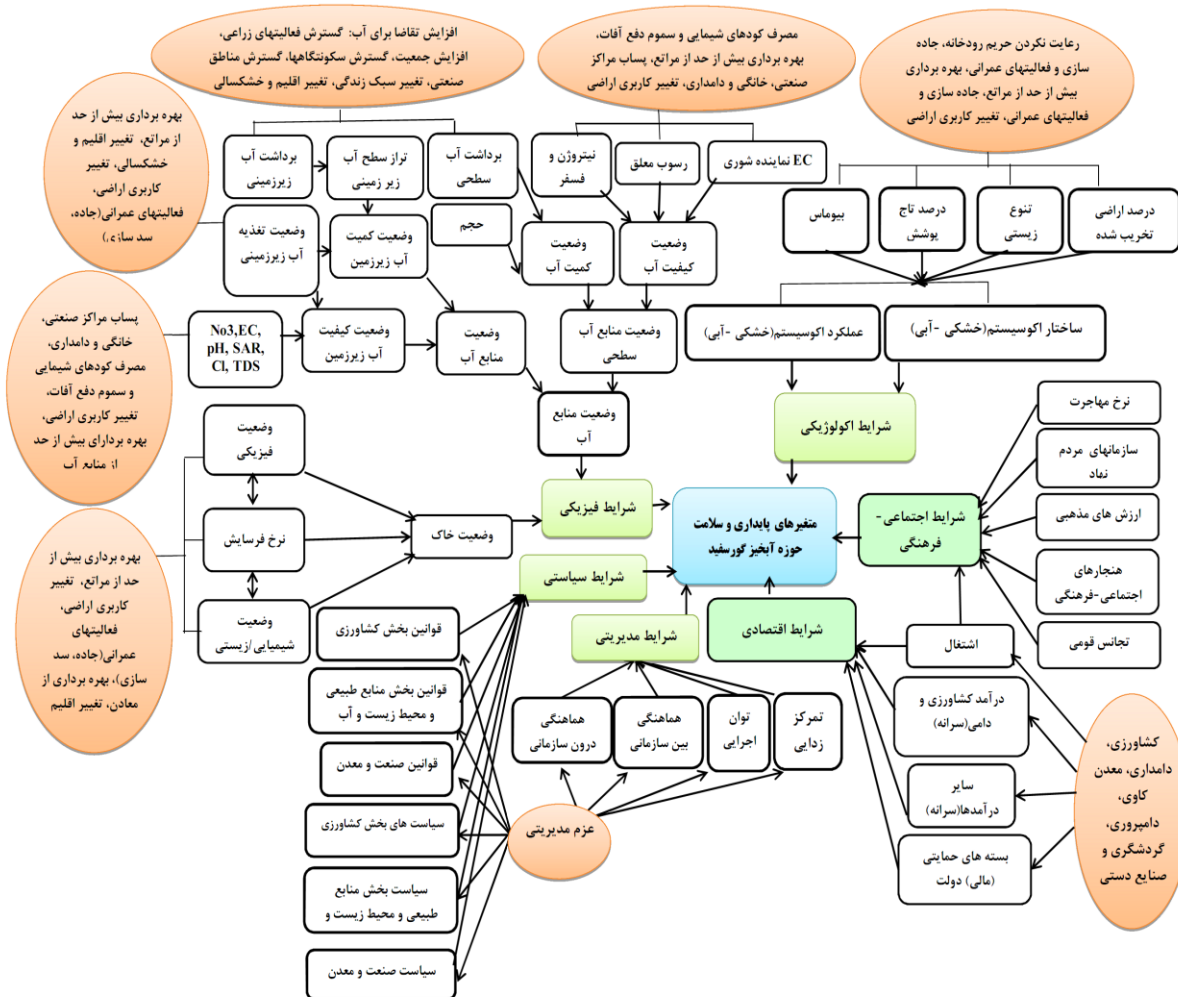
در شکل ۶ نمونه‌ای از چرخه منفرد DPSIR برای

عبارتند از: ۱- نیاز به اشتغال و غذا، ۲- نیاز آبی، ۳- تغییر اقلیم، ۴- توسعه غیراصولی سکونتگاه‌های انسانی و گردشگری و ۵- معدن‌کاوی و دامپروری. الگوی کدگذاری بین مؤلفه‌های DPSIR که در جدول ۳ ارائه شده است به کاهش تکرار نوشتار در مراحل بعدی کمک کرده و درک بصری ارتباط بین مؤلفه‌ها را افزایش می‌دهد.

بر اساس نتایج فوق برای مناطق همگن، نقشه‌های مفهومی DPSIR تهیه شد. در شکل ۷ به عنوان نمونه، نقشه مفهومی مؤلفه‌های DPSIR برای محدوده روستای گورسفید ارائه شده است. برای دسترسی به سایر نقشه‌های مفهومی به منبع (Sheikh et al., 2018) رجوع شود.

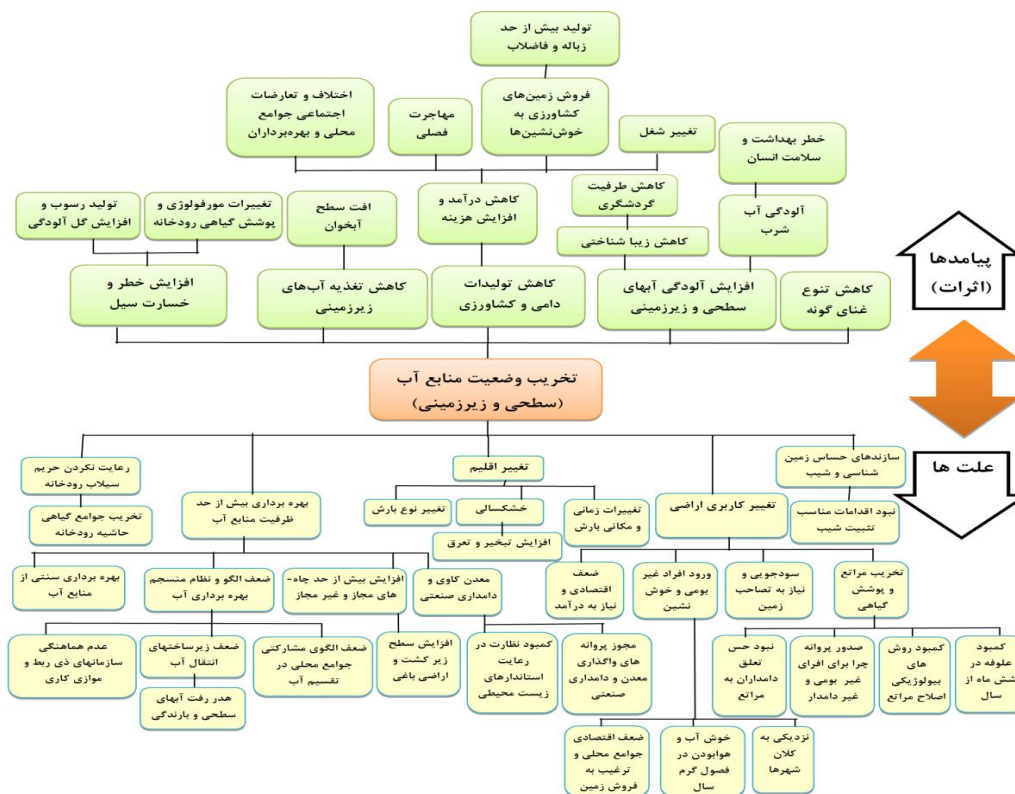
وضعیت کاهش کیفیت آب به تفکیک چهار روستا در حوزه آبخیز گورسفید ارائه شده است. با توجه به اینکه وضعیت‌های محیطی مانند وضعیت کیفیت آب در مناطق مختلف نسبتاً متفاوت است برای هر وضعیت در مناطق مختلف یک چرخه مجزا ترسیم شد. برای دسترسی به سایر چرخه‌های منفرد به منبع (Sheikh et al., 2018) رجوع شود.

بر اساس جدول (۳) در حوزه آبخیز مورد مطالعه، پنج پیشران اصلی شناسایی شد که ۱۸ فشار مهم ایجاد کرده‌اند. این فشارها باعث تغییر ۱۷ وضعیت شده و این تغییرات نیز روی ۲۳ جنبه اثر گذاشته‌اند. در نهایت، برای کاهش فشار و بهبود وضعیت، ۲۷ راهبرد/ راهکار پیشنهاد شده است (جدول ۲). پیشران‌ها



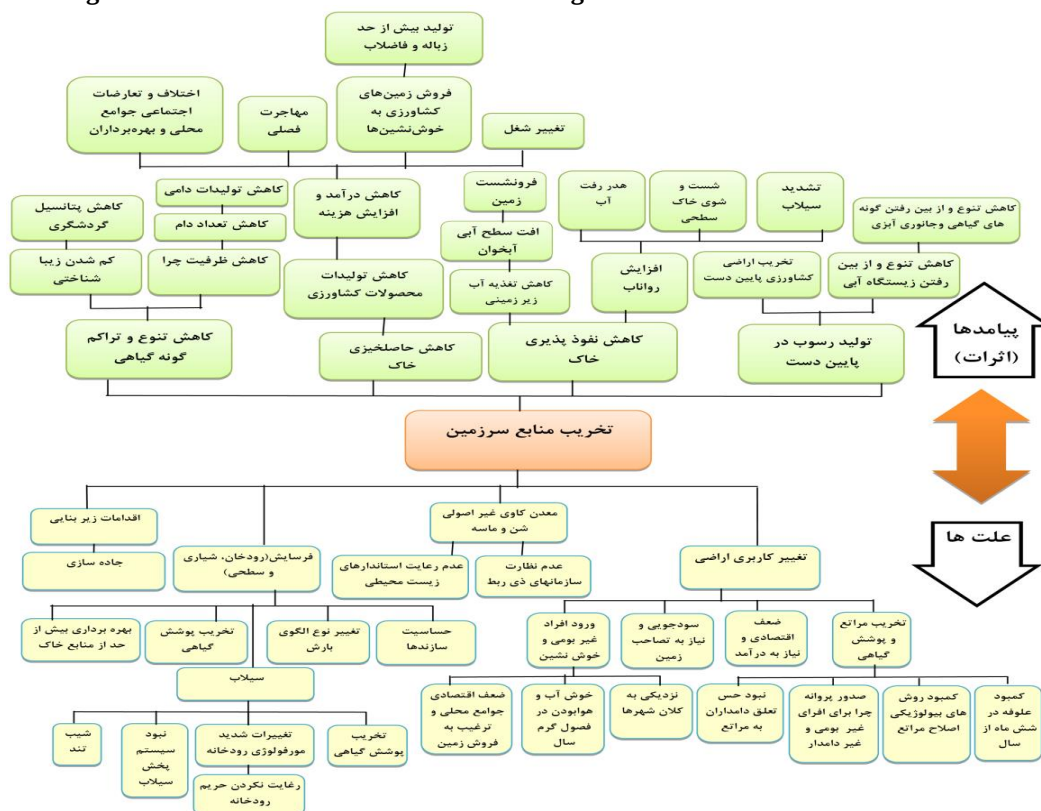
شکل ۳- مدل مفهومی تعاملات بین متغیرهای پایداری و سلامت حوزه آبخیز گورسفید

Figure 3- Conceptual model of the interactions between sustainability variables and watershed health in the Gorsefid watershed



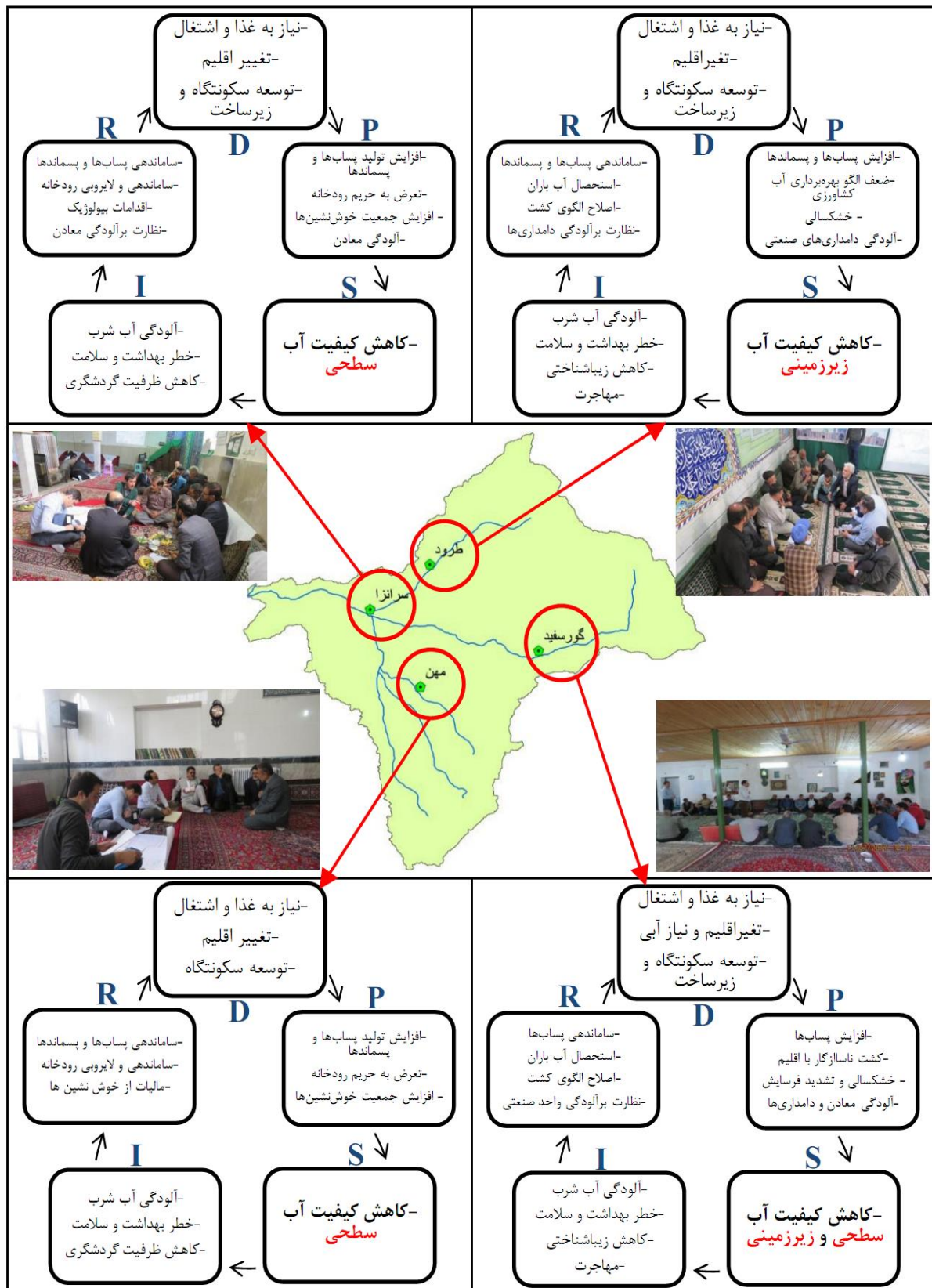
شکل ۴- درخت مشکلات تخریب منابع آب در حوزه آبخیز گورسفید

Figure 4- Problem tree of water resources degradation in the Goorsecid Watershed



شکل ۵- درخت مشکلات تخریب سرزمین در حوزه آبخیز گورسفید

Figure 5- Problem tree of land degradation in the Goorsecid Watershed



شکل ۶- نمونه‌ای از چرخه منفرد DPSIR برای وضعیت کاهش کیفیت آب به تفکیک چهار روستا در حوزه آبخیز گورسفید
Figure 6- An example of a single DPSIR cycle for the status of water quality degradation, categorized by four villages in the Goursafid watershed

جدول ۳- فهرستی از مؤلفه‌های DPSIR برای حوزه آبخیز گورسفید
Table 3- List of DPSIR components for the Goorsefid watershed

پیشران	فشار	وضعیت	اثرات	راهکارها
D1- نیاز به اشتغال و غذا (کشاورزی و دامداری)	P1- ضعف الگو و نظام منسجم بهره‌برداری آب در بخش کشاورزی و دامداری			R1- اقدامات زیست مهندسی حفاظت خاک و آب
	P2- بهره‌برداری بیش از ظرفیت منابع آب			R2- استحصال باران و ذخیره رواناب
	P3- افزایش اتلاف محصولات کشاورزی			R3- تدوین برنامه جامع تعیین حق‌آبه
	P4- واگذاری مراتع میان‌بند در قالب طرح‌های بدون کارشناسی،	S1: افزایش سطوح با رواناب سریع	I1- آسیب به اکوسیستم‌های آبی	R4- افزایش و اصلاح زیستی مراتع
	P5- چرای دام در فصل نامناسب	S2: کاهش آبدی چشمه‌ها و آب سطحی	I2- کاهش درآمد و هزینه‌ها بخصوص درمان	R5- ساماندهی و لایروبی رودخانه
	P6- صدور پروانه چرا برای افراد غیربومی و غیر دامدار	S3: تشدید فرسایش خاک	I3- تغییر شغل/ ایجاد مشاغل	R6- تشکیل تعاونی تنظیم عرضه و تقاضای محصولات کشاورزی و دامی
	P7- افزایش وابستگی جوامع محلی به بهره‌برداری سنتی	S4: کاهش سطح آبخوان	I4- کاهش تولیدات دامی و کشاورزی	R7- اصلاح الگوی آبیاری
	P8- تجاوز به حریم رودخانه	S5: افزایش آلودگی آب سطحی و زیرزمین	I5- مهاجرت جوامع محلی	R8- آموزش معیشت جایگزین
	P9- افزایش نیاز آبی ناشی از تغییر الگوی کشت	S6: کاهش حقایق مناطق پایین‌دست	I6- گسترش خرده مالکی در بخش کشاورزی و دامداری	R9- تدوین دستورالعمل محوری بین سازمانی و بین‌رشته‌ای مدیریت منابع طبیعی
	P2- بهره‌برداری بیش‌ازحد ظرفیت منابع آب	S7: افزایش تبخیر و تعرق	I7- نارضایتی عمومی	R10- بازنگری در صدور پروانه چرای مرتع
D2- نیاز آبی		S8: تغییر نوع مورفولوژی رودخانه	I8- کاهش پوشش گیاهی حاشیه رودخانه	R11- تأمین علوفه برای فصول سرد سال
	P10- تشدید فشار بر منابع آب در نتیجه خشکسالی	S9: کاهش کیفیت زیستگاه‌های آبی	I9- کاهش نیروی کار جوان داخلی	R12- اصلاح الگوی کشت اراضی زراعی آبی
	P11- تغییر نوع بارش از برف به باران و تغییرات زمانی بارش	S10: افزایش مساحت زمین بدون یا با پوشش ضعیف	I10- افزایش تنش اجتماعی	R13- نظارت و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی مطابق با اسناد آمایشی
	P12- افزایش بهره‌برداری بی‌برنامه از منابع آب و زمین	S11: تغییر الگوی مصرف آب	I11- فروش زمین کشاورزی به خوش‌نشین‌ها	R14- بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و دانش بومی برای مدیریت انتقال آب
		S12: افزایش پیک و فراوانی سیلاب	I12- کاهش ظرفیت چرا	R15- راهکارهای کاهش تبخیر و تعرق
	P13- افزایش جمعیت خوش‌نشین‌ها	S13: کاهش تولید علوفه	I13- کاهش جذابیت گردشگری	R16- طرح پخش سیلاب
	P14- تصرف و تغییر کاربری اراضی	S14: کاهش کیفیت بهداشت	I14- محدودیت در تأمین آب منظوره	R17- اصلاح نظام بهره‌برداری آب کشاورزی
	P15- افزایش تولید پساب‌ها و پسماندها و عدم مدیریت آن	S15: کاهش زیبایی منظر	I15- کاشت تنوع زیستی	R18- طرح تدوین برنامه تخصیص آب چند
	P16- خاکبرداری و خاکریزی و دستکاری سطح زمین	S16: کاهش سطح کشت و رهاسازی اراضی کشاورزی	I16- کاهش تولیدات دامی	R19- مدیریت ریسک و پیشگیری از وقایع طبیعی/ بیمه حوادث طبیعی
		S17: کاهش نفوذپذیری	I17- کاهش تغذیه آب‌های شرایط آب و هوایی و منابع آبی	R20- کشت گونه‌های درختی منطبق با
D3- تغییر اقلیم				R21- آمایش هیدرومورفولوژیکی توسعه مناطق مسکونی و صنعتی
				R22- ساماندهی پساب‌ها و پسماندها
				R23- انرژی‌های نو و سوخت جایگزین
				R24- اخذ مالیات از مالکان غیرمقیم روستاها
				R25- برنامه‌ریزی برای جذب گردشگر
				R26- نظارت و ارائه قوانین کنترل آلودگی معادن و دامداری‌های صنعتی
				R27- پالایش پروانه‌های واگذاری معادن و دامداری صنعتی
D4- سکوژنگ‌های انسانی، زیرساخت‌ها و گردشگری	P17- توسعه مراکز صنعتی پرورش طیور		I21- کاهش خدمات تفریحی	
	P18- افزایش معادن سنگ، شن و ماسه		I22- کاهش حاصل‌خیزی خاک	
			I23- ایجاد گردوغبار	
D5- معدن کای و صنعت				



Figure 7- Conceptual map of DPSIR components of Goorsefid watershed

در مرحله بعد، برای مشاهده تعاملات و اثرات متقابل بین مؤلفه‌های DPSIR، نتایج مرحله اول در قالب ماتریس‌های تصمیم ارائه شد. در این خصوص سه ماتریس بین ۱- عوامل فشار و وضعیت (جدول ۴)؛ ۲- وضعیت و اثرات (جدول ۵) و ۳- راهکارها/راهبردها و فشارها (جدول ۶) تشکیل شد. از ماتریس اول، مشخص شده که هر فشار چه وضعیت‌هایی را

در مرحله بعد، برای مشاهده تعاملات و اثرات متقابل بین مؤلفه‌های DPSIR، نتایج مرحله اول در قالب ماتریس‌های تصمیم ارائه شد. در این خصوص سه ماتریس بین ۱- عوامل فشار و وضعیت (جدول ۴)؛ ۲- وضعیت و اثرات (جدول ۵) و ۳- راهکارها/راهبردها و فشارها (جدول ۶) تشکیل شد. از ماتریس اول، مشخص شده که هر فشار چه وضعیت‌هایی را

جدول ۴- ماتریس تعامل بین وضعیت و عامل فشار برای حوزه آبخیز گورسفید

Table 4- Matrix of interaction between state and pressure factor for GoorSefid watershed

[illegible]

جدول ۵- ماتریس تعامل بین وضعیت و اثرات (اثرات ناشی از وضعیت موجود) برای حوزه آبخیز گورسفید

Table 5- Matrix of interaction between state and impacts for Goorsefid watershed

[illegible]

جدول ۶- ماتریس تصمیم تعامل بین فشارها و پاسخ‌ها برای حوزه آبخیز گورسفید

Table 6- Decision matrix of interactions between pressures and responses for the Goorsefid watershed

P18	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	فشار / راهکار
																		راهکار
																		R1
																		R2
																		R3
																		R4
																		R5
																		R6
																		R7
																		R8
																		R9
																		R10
																		R11
																		R12
																		R13
																		R14
																		R15
																		R16
																		R17
																		R18
																		R19
																		R20
																		R21
																		R22
																		R23
																		R24
																		R25
																		R26
																		R27

ساده‌تر می‌شود. این کار باعث می‌شود اثر مقادیر بسیار بالا تعدیل شود و در عین حال، محدوده‌های با فشار متوسط نیز به خوبی دیده و بررسی شوند. شایان ذکر است اولویت‌بندی فشارها به این معنا نیست که فشارهای قرار گرفته در رتبه‌های پایین، اهمیت کمی دارند. در این پژوهش، اولویت‌بندی صرفاً بر اساس نیازهای اساسی جوامع محلی و وضعیت‌ها در شرایط موجود تعیین شده است. از آنجا که فرآیندها در یک حوزه آبخیز پویا هستند، ممکن است در سال‌های آینده، با تغییر نیازها، وضعیت و سیاست‌گذاری‌ها، اولویت‌بندی فشارها نیز تغییر کند. همان‌طور که در

در مرحله بعد، همان‌طور که در جدول ۷ آمده است، فشارهای موجود در محدوده مورد مطالعه، از نظر اهمیت و فراوانی در وضعیت‌های مختلف، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی شدند. در این جدول با شناسایی و اولویت‌بندی عوامل فشار و بررسی فراوانی آن‌ها در وضعیت‌های مختلف، امکان انتخاب و اولویت‌بندی راهکارها فراهم می‌شود. در جدول ۷ از لگاریتم استفاده شده تا دامنه‌ی گسترده‌ی مقادیر فشرده و متعادل شوند و امکان مقایسه‌ی بهتر بین مقادیر فشارها فراهم گردد. با لگاریتم گرفتن، توزیع داده‌ها به شکل خطی‌تر در می‌آید و انجام تحلیل‌های آماری

صدور پروانه چرا برای افراد غیربومی و غیر دامدار است. با توجه به اینکه هر راهکار ممکن است با یک یا چند عامل فشار مرتبط باشد، در جدول ۸ «ماتریس فشار-راهکار» برای حوزه آبخیز گورسفید ارائه شده است. در این جدول، امتیاز هر عامل فشار و ارتباط آن با راهکارها مشخص شده و همچنین راهکارها بر اساس میزان اهمیت و تعداد عوامل فشار مرتبط، امتیازدهی و رتبه‌بندی شده‌اند.

جدول ۷ نشان داده شده، به عنوان نمونه پنج عامل فشار که بر اساس نظرات جوامع محلی و کارشناسان و همچنین میزان فراوانی فشار در وضعیت‌های مختلف، در اولویت اول قرار گرفته‌اند عبارت‌اند از: ۱- تصرف و تغییر کاربری اراضی و تخریب پوشش گیاهی، ۲- ضعف الگو و نظام منسجم بهره‌برداری از آب در کشاورزی و دامداری، ۳- بهره‌برداری بیش از ظرفیت منابع آب (سطحی و زیرزمینی)، ۴- خشکسالی و ۵-

جدول ۷- اولویت‌بندی فشارها بر اساس رتبه و امتیاز کارشناسی و فراوانی آن‌ها در وضعیت‌های مختلف

Table 7. Prioritization of pressures based on rank and expert score and their frequency in different states

فشار	رتبه فشار	امتیاز فشار	فراوانی فشار در وضعیت	امتیاز نهایی فشار (Log)
P1	2	17	9	2.18
P2	3	16	10	2.20
P3	9	10	1	1.00
P4	8	11	5	1.74
P5	17	2	6	1.08
P6	5	14	5	1.85
P7	13	6	1	0.78
P8	6	13	7	1.96
P9	11	8	4	1.51
P10	4	15	9	2.13
P11	10	9	10	1.95
P12	7	12	1	1.08
P13	18	1	6	0.78
P14	1	18	12	2.33
P15	12	7	4	1.45
P16	15	4	5	1.30
P17	16	3	4	1.08
P18	14	5	3	1.18
اولویت فشار				
P14> P1>P2> P10>P6>P8>P12>P4>P3>P11>P9>P15>P7>P18>P16>P17>P5>P13				

جدول ۸- ماتریس تصمیم تعیین امتیازات هر راهکار اصلی بر حسب اهمیت فشارها

Table 8- The decision matrix for the points of responses according to the importance of pressures

مجموع امتیاز راهکار از فشارها	فشار																		امتیاز فشارها
	P18	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	
	1.18	1.08	1.3	1.45	2.33	0.78	1.08	1.95	2.13	1.51	1.96	0.78	1.85	1.08	1.74	1.0	2.2	2.18	
9.01			1.3		2.33				2.13	1.51					1.74				R1
7.79								1.95	2.13	1.51							2.2		R2
6.51									2.13								2.2	2.18	R3
9.38	1.18		1.3					1.95	2.13				1.08	1.74					R4
5.42								1.95		1.51	1.96								R5
1																1.0			R6
8.02									2.13	1.51							2.2	2.18	R7
6.07									2.13						1.74		2.2		R8
2.08							1.08									1.0			R9
5.04				1.45									1.85		1.74				R10
2.16							1.08						1.08						R11
8.46								1.95	2.13								2.2	2.18	R12
4.07					2.33										1.74				R13
11.42				1.45				1.95	2.13	1.51							2.2	2.18	R14
5.38			1.3					1.95	2.13										R15
7.78								1.95	2.13		1.96				1.74				R16
11.42				1.45				1.95	2.13	1.51							2.2	2.18	R17
6.51									2.13								2.2	2.18	R18
7.12							1.08	1.95	2.13		1.96								R19
4.08								1.95	2.13										R20
5.67	1.18	1.08		1.45							1.96								R21
3.71	1.18	1.08		1.45															R22
1.08							1.08												R23
3.04	1.18	1.08				0.78													R24
4.19				1.45							1.96	0.78							R25
2.26	1.18	1.08																	R26
4.11	1.18	1.08											1.85						R27

در مرحله بعد، رتبه و میزان فراوانی اثر یا کاربرد مستقیم راهکارها بر اساس معیارهای تعیین وضعیت سلامت و پایداری حوزه آبخیز گورسفید تعیین شد (جدول ۹). بر اساس نتایج این پژوهش، معیارهای مهم تعیین وضعیت سلامت و پایداری حوزه آبخیز شامل ۱- معیارهای فیزیکی، ۲-بوم‌شناختی، ۳- اقتصادی، ۴-سیاسی، ۵- مدیریتی و ۶-اجتماعی- فرهنگی است. بنابراین تمامی راهکارها با توجه به اثر مستقیم آن‌ها بر هر یک از معیارهای فوق، رتبه‌بندی و دسته‌بندی شدند. برای این منظور، با بهره‌گیری از نظر کارشناسان، کاربرد مستقیم هر راهکار با شش گروه معیارها تطبیق داده شد و سپس رتبه اثر مستقیم آن مشخص شد. به‌عنوان نمونه، بر اساس

جدول ۹ و برای معیار «وضعیت سیاسی»، از میان همه راهکارها، ۹ راهکار مرتبط شناسایی شد که از این تعداد، شش راهکار در اولویت اول، یک راهکار در اولویت دوم و دو راهکار در اولویت سوم قرار دارند. راهکارهای اولویت اول در ارتباط با معیار «وضعیت سیاسی» عبارتند از: ۱- اصلاح نظام بهره‌برداری آب کشاورزی؛ ۲- بازنگری در صدور پروانه چرای مرتع؛ ۳- مدیریت ریسک و پیشگیری از وقایع طبیعی/ بیمه حوادث طبیعی؛ ۴- نظارت و تدوین قوانین کنترل آلودگی معادن و دامداری‌های صنعتی و ۵- پالایش پروانه‌های واگذاری معدن و دامداری صنعتی و ۶- تدوین برنامه جامع تعیین حق‌آبه است.

جدول ۹- رتبه و فراوانی اثرات راهکارها در معیارهای تعیین وضعیت سلامت و پایداری حوزه آبخیز گورسفید
 Table 9- Rank and frequency of the effects of the solutions in the criteria for determining the health and sustainability status of Goorsefid watershed

مجموع امتیاز راهکارها از فشارها	فراوانی کاربرد راهکار در معیارهای وضعیت	معیارهای وضعیت سلامت و پایداری						راهکار
		بوم‌شناختی	اجتماعی فرهنگی	اقتصادی	مدیریتی	سیاسی	فیزیکی	
9.01	2	2					1	R1
7.79	3	2		3			1	R2
6.51	3	3			2	1		R3
9.38	4	1	4	3			2	R4
5.42	2	1					2	R5
1	3		2	1	3			R6
8.02	2			2			1	R7
6.07	2		2	1				R8
2.08	2				1	2		R9
5.04	5	2	4	5		1	3	R10
2.16	3		2	1		3		R11
8.46	3			2		3	1	R12
4.07	3	2			3		1	R13
11.42	3	2			3		1	R14
5.38	1						1	R15
7.78	3	2		3			1	R16
11.42	2					1	2	R17
6.51	4	3		4	2		1	R18
7.12	1					1		R19
4.08	3	3		2			1	R20
5.67	2	1					2	R21
3.71	3	۳			2		1	R22
1.08	3		2	1	3			R23
3.04	2		2	1				R24
4.19	2		1	2				R25
2.26	2				2	1		R26
4.11	2				2	1		R27
مجموع کاربرد راهکارها در معیارهای تعیین وضعیت		13	8	14	10	9	16	
فراوانی راهکارها با اولویت اول		3	1	5	1	6	11	
فراوانی راهکارها با اولویت دوم		6	5	4	5	1	4	
فراوانی راهکارها با اولویت سوم		4	-	3	4	2	1	

R26 دارای رتبه اثر یک و به ترتیب اولویت‌های یک تا شش را دارند. برای معیار مدیریتی، تنها راهکار با کد R9، دارای رتبه اثر یک است و راهکارها R3، R18، R27، R22 و R26 در رتبه اثر دو قرار دارند. برای بهبود وضعیت‌های مربوط به معیار اقتصادی، راهکارهای R8، R24، R11، R23 و R6 دارای رتبه اثر یک و به ترتیب اولویت‌های یک تا پنج را دارند. برای معیار اجتماعی و فرهنگی، تنها راهکار با کد R25، دارای رتبه اثر یک است و راهکارهای R8، R24، R11، R23 و R6 در اولویت‌های بعدی قرار دارند. برای معیار بوم‌شناختی، راهکارهای R4، R21 و R5 دارای رتبه اثر یک و به ترتیب اولویت یک تا سه می‌باشند.

در مرحله آخر، راهکارها بر اساس جمع رتبه اثر مستقیم و امتیاز اختصاص یافته به هر راهکار (با توجه به معیارهای وضعیت سلامت حوزه آبخیز)، اولویت‌بندی و طبقه‌بندی شدند (جدول ۱۰). با توجه به نتایج، برای هر معیار فوق‌الذکر، راهکارها با امتیاز بالا و رتبه اثر نزدیک به یک در اولویت قرار گرفتند. همان‌طور که در جدول ۱۰ نشان آمده است برای بهبود وضعیت‌های مربوط به معیار فیزیکی، راهکارهای R14، R1، R12، R7، R2، R16، R18، R15، R20، R13 و R22 دارای رتبه اثر یک بوده و به ترتیب اولویت‌های یک تا ۱۱ را دارند. برای معیار سیاسی، راهکارهای R17، R19، R3، R10، R27 و

جدول ۱۰- اولویت‌بندی و طبقه‌بندی راهکارها در معیارهای تعیین وضعیت سلامت حوزه آبخیز بر حسب رتبه اثر مستقیم و امتیاز هر راهکار

Table 10- Prioritization and classification of responses in the criteria for determining the health status of the watershed according to the rank of the direct effect and the score of each response

رتبه اثر ۱			رتبه اثر ۲			رتبه اثر ۳			رتبه اثر ۴			رتبه اثر ۵			وضعیت	رتبه اثر راهکارها
راهکار	اولویت	امتیاز	راهکار	اولویت	امتیاز	راهکار	اولویت	امتیاز	راهکار	اولویت	امتیاز	راهکار	اولویت	امتیاز		
R14	1	11.42	R17	1	11.42	R10	1	5.04							فیزیکی (F) Physical	
R1	2	9.01	R4	2	9.38											
R12	3	8.46	R21	3	5.67											
R7	4	8.02	R5	4	5.42											
R2	5	7.79														
R16	6	7.78														
R18	7	6.51														
R15	8	5.38														
R20	9	4.08														
R13	10	4.07														
R22	11	3.71														
R17	1	11.42	R9	1	2.08	R12	1	8.46							سیاسی (E) Political	
R19	2	7.12				R11	2	2.16								
R3	3	6.51														
R10	4	5.04														
R27	5	4.11														
R26	6	2.26														
R9	1	2.08	R3	1	6.51	R14	1	11.42							مدیریتی (D) Managerial	
			R18	2	6.51	R13	2	4.07								
			R27	3	4.11	R23	3	1.08								
			R22	4	3.71	R6	4	1.0								
			R26	5	2.26											
R8	1	6.07	R12	1	8.46	R4	1	9.38	R18	1	6.51	R10	1	5.04	اقتصادی (C) Economic	
R24	2	3.04	R7	2	8.02	R2	2	7.79								
R11	3	2.16	R25	3	4.19	R16	3	7.78								
R23	4	1.08	R20	4	4.08											
R6	5	1.0														
R25	1	3.04	R8	1	6.07				R4	1	9.38				اجتماعی فرهنگی (B) Social and cultural	
			R24	2	3.04				R10	2	5.04					
			R11	3	2.16											
			R23	4	1.08											
			R6	5	1.0											
R4	1	9.38	R14	1	11.42	R3	1	6.51							بوم‌شناختی (A) Ecological	
R21	2	5.67	R1	2	9.01	R18	2	6.51								
R5	3	5.42	R2	3	7.79	R20	3	4.08								
			R16	4	7.78	R22	4	3.71								
			R10	5	5.04											
			R13	6	4.07											

بحث

به‌کارگیری چارچوب مرکب DPSIR در حوزه آبخیز گورسفید، علاوه بر امکان تفکیک ابعاد مختلف مسائل، مطابق با یافته‌های پژوهش‌های پیشین (Atkins, et al, 2011; Scharin et al., 2016) زمینه ایجاد درک مشترک میان ذی‌نفعان و تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری را فراهم کرد. این همگرایی، موجب شناسایی دقیق‌تر

وضعیت محیطی و نیازهای جوامع محلی شد و در نتیجه، طراحی راهکارهایی قابل‌پذیرش‌تر را ممکن ساخت. استفاده هم‌زمان از چرخه‌های منفرد و ماتریس اثرات متقابل، مشابه مطالعات (Atkins, 2011; Dolbeth et al., 2016)، توانست روابط علت و معلولی میان مؤلفه‌های DPSIR را کمی‌سازی کرده و مبنایی برای

اولویت‌بندی راهکارها ایجاد کند. نتایج نشان داد ارائه ۱۱ راهکار عملی برای بهبود وضعیت فیزیکی بوم‌سازگان، بیانگر ضرورت انجام اصلاحات فوری در این بخش است؛ این موضوع می‌تواند به‌عنوان محور تحقیقات آینده مورد توجه قرار گیرد.

تحلیل ارتباط میان فشارهای انسانی و تغییرات محیطی نیز نشان داد که درک این روابط، هم در ارزیابی تحلیلی و هم در طراحی راهکارهای بهبود وضعیت، اهمیت بالایی دارد. اولویت‌بندی اقدامات بر اساس مؤلفه‌های DPSIR، به شناسایی دقیق‌تر نیازهای مدیریتی و نقاط قوت و ضعف سامانه کمک کرده است. با این حال، محدودیت‌هایی نیز وجود دارد؛ ازجمله پیچیدگی در بازنمایی و تحلیل داده‌ها که می‌تواند به برداشت‌های متفاوت منجر شود، و همچنین بررسی جزئی‌تر این چارچوب نیازمند منابع مالی و زمانی قابل توجه است. علاوه بر این، چالش‌های اجرایی مانند ضعف هماهنگی میان نهادها و کمبود پشتیبانی مالی، ممکن است مانع اجرای موفق راهکارها شود.

با توجه به تجربیات این پژوهش و نتایج مطالعات پیشین (Atkins et al, 2011; Scharin et al., 2016; Dolbeth et al., 2016; Smith et al., 2016)، چارچوب مرکب DPSIR قابلیت کاربرد در سایر حوزه‌ها را نیز دارد و می‌تواند برای تحلیل وضعیت و تقویت تصمیم‌گیری مدیریتی به کار رود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، اثرات هم‌زمان تغییرات اقلیمی و فشارهای انسانی بررسی و همچنین کارایی عملی راهکارهای پیشنهادی (در صورت اجرای آن‌ها) در بازه‌های زمانی مختلف ارزیابی شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف معرفی و کاربرد چارچوب مرکب

DPSIR به‌عنوان ابزاری برای تدوین برنامه‌ها و راهکارهای مدیریتی در حوزه آبخیز گورسفید انجام شد. این چارچوب با فراهم کردن امکان ارزیابی جامع سامانه و ترسیم روابط علت و معلولی، راهکارهایی برای بازگرداندن تعادل بوم‌سازگان ارائه داد. نتایج نشان داد DPSIR در شناسایی ارتباط میان فشارهای انسانی و وضعیت‌های محیطی، تسهیل مشارکت ذینفعان و بهبود فرایند تصمیم‌گیری مدیریتی، عملکرد مؤثری دارد.

در این مطالعه، با استفاده از تحلیل کمی، چرخه‌های منفرد، ماتریس اثرات متقابل و نقشه‌های مفهومی، مجموعه‌ای از راهکارهای اولویت‌دار استخراج شد که شامل ۱۱ راهکار برای وضعیت فیزیکی، ۶ راهکار برای وضعیت سیاسی، ۱ راهکار برای وضعیت مدیریتی، ۵ راهکار برای وضعیت اقتصادی، ۱ راهکار برای وضعیت اجتماعی-فرهنگی و ۳ راهکار برای وضعیت بوم‌شناختی است. به‌طورکلی، این چارچوب با ایجاد نگرشی فرآیندی نسبت به نیروهای پیشران، فشارها، تغییرات وضعیت و اثرات آن‌ها، زمینه را برای تعیین اهداف دقیق، اولویت‌بندی مشکلات و تدوین استراتژی‌های اجرایی فراهم می‌کند و می‌تواند به عنوان الگوی مناسب برای مدیریت پایدار سایر حوزه‌های آبخیز به کار رود.

تقدیر و تشکر

این مقاله بخشی از طرح پژوهشی با عنوان "تدوین برنامه مدیریت جامع حوزه آبخیز حبله‌رود" به سفارش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور بوده است. بدین‌وسیله نویسندگان مراتب قدردانی و تشکر خود از حامیان مالی و تمامی کسانی که در این پروژه دخالت داشتند اعلام می‌دارند.

References

Agyemang, I., McDonald, A., & Carver, S. (2007). Application of the DPSIR framework to environmental degradation assessment in northern Ghana. *Natural*

Resources Forum, 31(3), 212–225.
<https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2007.00152.x>

- Akbari, M., Memarian, H., Neamatollahi, E., Jafari Shalamzari, M., Alizadeh Noughani, M., & Zakeri, D. (2021). Prioritizing policies and strategies for desertification risk management using MCDM–DPSIR approach in northeastern Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 2503–2523.
<https://doi.org/10.1007/s10668-020-00684-3>
- Amin Fanaq, D., Rezaei, R., & Zeinalzadeh, K. (2021). Analysis of the crisis status of the Lake Urmia basin and providing strategies for its sustainable management: Application of the DPSIR model. *Iranian Journal of Agricultural Extension and Education Sciences*, 17(2), 29–45. (In Persian)
- Anandhi, A., Douglas-Mankin, K. R., Srivastava, P., Aiken, R. M., Senay, G., Leung, L. R., & Chaubey, I. (2020). DPSIR-ESA vulnerability assessment (DEVA) framework: Synthesis, foundational overview, and expert case studies. *Transactions of the ASABE*, 63(3), 741–752.
<https://doi.org/10.13031/trans.13516>
- Ashfaq, M. Y., Al-Ghouthi, M. A., Qiblawey, H., Zouari, N., Rodrigues, D. F., & Hu, Y. (2019). Use of DPSIR framework to analyze water resources in Qatar and overview of reverse osmosis as an environment-friendly technology. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 38(4), e13081.
<https://doi.org/10.1002/ep.13081>
- Atkins, J., Burdon, D., Elliott, M., & Gregory, G. (2011). Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine Pollution Bulletin*, 62(2), 215–226.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.12.012>
- Bahmani, O., Ahmadi, H., Jafari, M., & Zehtabian, G. (2021). Evaluating the impact of watershed management activities on upstream urban areas (Case study: Tehran 5th and 22nd district upper watersheds). *Journal of Watershed Management Research*, 11(22), 58–75.
<https://doi.org/10.52547/jwmr.11.22.58> (In Persian)
- Bayat, R., Gerami, Z., Arabkhedri, M., Peyrowan, H., & Kazemi, R. (2021). Investigating the status of some components of assessment of watersheds and prioritizing sub-catchments in terms of erosion reduction (Case study of Karkheh Watershed). *Journal of Watershed Management Research*, 12(23), 108–118.
<https://doi.org/10.52547/jwmr.12.23.108> (In Persian)
- Bell, S. (2012). DPSIR: A problem structuring method? An exploration from the “Imagine” approach. *European Journal of Operational Research*, 222(1), 350–360.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.04.029>
- Benzina, I., Bachir, A., Arar, A., Perennou, C., & Guelmami, A. (2024). Using DPSIR framework for the implementation of wetlands observatory: Case study Sebkhates of Aures wetlands complex (Northeast, Algeria). *Environment, Development and Sustainability*, 18(1), 293–309.
<https://doi.org/10.47743/pesd2024181021>
- Borja, A., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E. M., Uriarte, A., & Valencia, V. (2006). The European Water Framework Directive and the DPSIR: A methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66(1–2), 84–96.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.07.021>
- Bruno, M. F., Saponieri, A., Molfetta, M., & Damiani, L. (2020). The DPSIR approach for coastal risk assessment under climate change at regional scale: The case of Apulian Coast (Italy). *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(7), 531.
<https://doi.org/10.3390/jmse8070531>
- Carr, E. R., Wingard, P. M., Yorty, S. C., Thompson, M. C., Jensen, N. K., & Roberson, J. (2007). Applying DPSIR to sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14(6), 543–555.
<https://doi.org/10.1080/13504500709469753>
- Carnohan, S. A., Trier, X., Liu, S., Clausen, P. W., Clifford-Holmes, J., Hansen, S., Benini, L., & McKnight, U. (2023). Next generation application of DPSIR for sustainable policy implementation. *Environmental Sustainability*, 5, 100201.
<https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100201>
- Deitch, M. J., Gancel, H. N., Croteau, A. C., Caffrey, J. M., Scheffel, W., Underwood, B., Muller, J. W., Boudreau, D., Cantrell,

- C. G., Posner, M. J., & Bibza, J. (2021). Adaptive management as a foundational framework for developing collaborative estuary management programs. *Journal of Environmental Management*, 295, 113107. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113107>
- Dolbeth, M., Stålnacke, P., Alves, F. L., Sousa, L. P., Gooch, G. D., Khokhlov, V (2016). An integrated pan-European perspective on coastal lagoons management through a mosaic-DPSIR approach. *Scientific Reports*, 6, 19400. <https://doi.org/10.1038/srep19400>
- Dzoga, M., Simatele, D. M., Munga, C., & Yonge, S. (2020). Application of the DPSIR framework to coastal and marine fisheries management in Kenya. *Ocean Science Journal*, 55(2), 193–201. <https://doi.org/10.1007/s12601-020-0013-y>
- Ebrahimi, Z. (2021). The application of adaptive management in watersheds (The study area of Mekhsaz watershed in Mazandaran province) [Ph.D. thesis, Noor Faculty of Natural Resources and Marine Sciences]. (In Persian)
- Ebrahim, Sh., Jamshidi, D., & Ali-Kaie, S. (2024). Developing and applying a conceptual framework affecting the analysis of water resources based on the DPSIR technique (Case study: Bagh-Faiz, Tehran). *Journal of Environmental Studies*, 50(1), 17–41. <https://doi.org/10.22059/JES.2024.367508.1008453> (In Persian)
- Fathi, E., Ekhtesasi, M. R., Talebi, A., & Mosaffaie, J. (2025, May 25). Management responses to improve the health of the Ilam Dam watershed using the DPSIR approach. *Watershed Engineering and Management. Advance online publication*. <https://doi.org/10.22092/IJWMSE.2025.367668.2088> (In Persian)
- Gari, S. R., Guerrero, C. E. O., Bryann, A., Icely, J. D., & Newton, A. (2018). A DPSIR analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. *Water Science*, 32(2), 318–337. <https://doi.org/10.1016/j.wsj.2018.06.001>
- Gebremedhin, S., Getahun, A., Anteneh, W., Bruneel, S., & Goethals, P. (2018). A drivers–pressure–state–impact–responses framework to support the sustainability of fish and fisheries in Lake Tana. *Sustainability*, 10(8), 2957. <https://doi.org/10.3390/su10082957>
- Gregory, A. J., Atkins, J. P., Burdon, D., & Elliott, M. (2013). A problem structuring method for ecosystem-based management: The DPSIR modeling process. *European Journal of Operational Research*, 227(3), 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.11.020>
- Hammond, M., Chen, A. S., Batiga, J., Butler, D., Djordjević, S., Gourbesville, P., & Veerbeek, W. (2018). A new flood risk assessment framework for evaluating the effectiveness of policies to improve urban flood resilience. *Urban Water Journal*, 15(5), 427–436. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2018.1508598>
- Hansson, K., Danielson, M., & Ekenberg, L. (2008). A framework for evaluation of flood management strategies. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 465–480. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.12.037>
- Hou, Y., Zhou, S., Burkhard, B., & Müller, F. (2014). Socioeconomic influences on biodiversity, ecosystem services, and human well-being: A quantitative application of the DPSIR model in Jiangsu, China. *Science of the Total Environment*, 490, 1012–1028. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.071>
- Kagalou, I., Leonardos, I., Anastasiadou, C., & Neofytou, C. (2012). The DPSIR approach for an integrated river management framework: A preliminary application on a Mediterranean site (Kalamas River, NW Greece). *Water Resources Management*, 26(6), 1677–1692. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-9980-9>
- Khosravi, G., Sadoddin, A., Ownegh, M., Bahremand, A. (2021). Hydromorphological assessment and developing a river basin management plan using a multi-scale hierarchical framework for the Tilabad Watershed (Province Golestan). A Ph.D thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
- Mahini, A. S., & Kamyab, H. R. (2017). *Review, revision, modification, and updating of the watershed management planning document*. Natural Resource and

- Watershed Management Organization, Iran. (In Persian).
- Mosaffaie, J., Salehpour Jam, A., Tabatabaei, M. R., & Kousari, M. R. (2021). Trend assessment of the watershed health based on DPSIR framework. *Land Use Policy*, 100, 104911. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104911>
- Quevedo, J. D., Lukman, K. M., Ulumuddin, Y., Uchiyama, Y., & Kohsaka, R. (2023). Applying the DPSIR framework to qualitatively assess the globally important mangrove ecosystems of Indonesia: A review towards evidence-based policymaking approaches. *Marine Policy*, 147, 105354. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105354>
- Sadoddin, A., Shahabi, M., & Bai, M. (2017). *Integrated watershed assessment and management: Principles and approaches for modelling and decision making*. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press. (Book, In Persian)
- Salehpour Jam, A., & Mosaffaie, J. (2024). Identifying and prioritizing reactive and proactive solutions to improve the health of the Kal-Aji watershed using the DPSIR framework and non-parametric statistical tests. *Watershed Engineering and Management*. Advance online publication. <https://doi.org/10.22092/ijwmse.2025.368665.2103> (In Persian)
- Salehpour Jam, A., Mosaffaie, J., & Tabatabaei, M. R. (2021). Management responses to improve the health of the Chehel-Chay watershed using the DPSIR framework. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 23(4), 797–811. (In Persian)
- Scharin, H., Ericsson, S., Elliott, M., Turner, R. K., Niiranen, S., Blenckner, T., Hyytiäinen, K., Ahlvik, L., Ahtiainen, H., Artell, J., Hasselström, L., Söderqvist, T., & Rockström, J. (2016). Processes for the sustainable stewardship of marine environments. *Ecological Economics*, 128, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.04.010>
- Sheikh, V., Zare Garizi, A., Alvandi, E., Asadi Nalivan, O., Khosravi, G., Sadoddin, A., & Ownegh, M. (2020). Participatory site selection for the proposed options in the management of the Hable-Roud Basin. *Watershed Management Research*, 32(4), 2–18. <https://doi.org/10.22092/wmej.2019.125497.1194> (In Persian)
- Sheikh, V., Khosravi, G., Alvandi, E., Asadi Naliva, O., & others. (2018). Development of integrated watershed management plan for Hable-roud River Basin [Research report, Natural Resources and Watershed Management Organization, Iran]. (In Persian).
- Smith, C., Papadopoulou, K.-N., Barnard, S., Mazik, K., Elliott, M., Patrício, J., Solaun, O., Little, S., Bhatia, N., & Borja, A. (2016). Managing the marine environment: Conceptual models and assessment considerations for the European Marine Strategy Framework Directive. *Frontiers in Marine Science*, 3, 144. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00144>.
- Swangjang, K., & Kornpiphat, P. (2021). Does ecotourism in a mangrove area at Klong Kone, Thailand, conform to sustainable tourism? A case study using SWOT and DPSIR. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 15960–15985. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01313-3>
- Wang, W., Sun, Y., & Wu, J. (2018). Environmental warning system based on the DPSIR model: A practical and concise method for environmental assessment. *Sustainability*, 10(6), 1728. <https://doi.org/10.3390/su10061728>
- Zare, F., Sondoss, E., Bagheri, A., Nabavi, E., & Jakemane, A. J. (2019). Improved integrated water resource modelling by combining DPSIR and system dynamics conceptual modelling techniques. *Journal of Environmental Management*, 246, 27–41. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.033>
- Zhao, R., Fang, C., Liu, H., & Liu, X. (2021). Evaluating urban ecosystem resilience using the DPSIR framework and the ENA model: A case study of 35 cities in China. *Sustainable Cities and Society*, 72, 102997. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102997>