

Identifying and Prioritizing Water Governance Challenges in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains: A DPSIR and Water-Energy-Food Nexus Approach

H. Shakeri Rostami*¹ and H. Zabardast Rostami²

Abstract

In recent years, the decline in quantity and quality of water resources in Iran, particularly in the northern regions, has led to numerous challenges in the governance and management of water. Despite its vital role in national food security, Mazandaran Province is experiencing a water imbalance and a significant drop in groundwater levels. This study aimed to identify the key governance and management challenges in the NekaRud River Basin and the eastern plains of Mazandaran and to propose corrective strategies for enhancing water sustainability in the region. The research employs both desk-based and field-based methods, including semi-structured interviews with 30 stakeholders and questionnaires distributed among 180 respondents. The results indicated that, from the stakeholders' perspective, the most pressing issue is the depletion of water resources, particularly the overextraction of groundwater. In addition, limited knowledge and awareness regarding agricultural water management have emerged as a major social factor contributing to the unsustainable use of water. The observed divergence between experts and local communities in prioritizing these challenges highlights the need to integrate diverse perspectives into water-related decision-making and planning. The findings suggest that improving water governance requires a multidimensional approach that simultaneously addresses social, technical, and institutional factors. Moreover, persistent conflicts of interest among stakeholders, the lack of strong political will, and the continuation of a development-driven water management paradigm constitute serious barriers to effective governance in the region. A transition toward strategic basin-level planning, centered on integrated water resources management and active stakeholder participation, is recommended. In addition, strengthening participatory mechanisms to enhance policy legitimacy, revisiting energy subsidy policies that encourage overexploitation, and adopting modern irrigation technologies are proposed as practical strategies for improving water sector performance. These findings offer actionable insights for policymakers aiming to design institutional and technical interventions tailored to similar regions facing critical water governance challenges.

Keywords: Nexus Approach, Water Management, Climate Change Adaptation, Stakeholder Analysis, Social Challenges.

Received: May 14, 2025

Accepted: August 20, 2025

شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران: رویکردی مبتنی بر چارچوب DPSIR و همبست آب، انرژی و غذا

حسین شاکری رستمی*^۱ و حسینعلی زبردست رستمی^۲

چکیده

در سال‌های اخیر، کاهش کمی و کیفی منابع آب در ایران، به ویژه در مناطق شمالی کشور، موجب بروز چالش‌های متعددی در حوزه حکمرانی و مدیریت آب شده است. استان مازندران، با وجود نقش حیاتی در تأمین منابع غذایی، با ناترازی در بیلان آب و افت سطح آب‌های زیرزمینی روبه‌رو است. هدف پژوهش حاضر، شناسایی چالش‌های حکمرانی و مدیریت آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران و ارائه راهکارهای اصلاحی برای پایداری منابع آب منطقه است. در این تحقیق، از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، به ویژه مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۳۰ نفر و پرسشنامه‌های توزیع شده میان ۱۸۰ نفر، استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که از نظر گروه‌داران، مهم‌ترین چالش منطقه، کمبود منابع آب، به ویژه برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی است. علاوه بر این، کمبود دانش و آگاهی در حوزه مدیریت آب کشاورزی به عنوان یک عامل اجتماعی مؤثر در ناپایداری منابع آبی مطرح شده است. اختلاف‌نظر میان کارشناسان و مردم محلی در اولویت‌بندی چالش‌ها، بر ضرورت تلفیق دیدگاه‌های مختلف در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها تأکید دارد. بر اساس این یافته‌ها، بهبود حکمرانی آب نیازمند رویکردی چندبعدی است که بتواند به طور همزمان به عوامل اجتماعی، فنی و نهادی توجه کند. علاوه بر این، یافته‌ها حاکی از آن است که تضاد منافع بین گروه‌داران، نبود عزم سیاسی جدی، و تداوم الگوی توسعه محور آب از جمله چالش‌های جدی حکمرانی آب در این منطقه به شمار می‌آیند. در نتیجه، گذار از الگوی توسعه محور آب به برنامه‌ریزی راهبردی حوضه آبریز مبتنی بر مدیریت یکپارچه منابع آب با مشارکت مؤثر گروه‌داران به سیاست‌گذاران و مدیران پیشنهاد می‌شود. همچنین تقویت سازوکارهای مشارکتی برای ارتقای مشروعیت سیاست‌های آبی، بازنگری در سیاست‌های انرژی مرتبط با بهره‌برداری بیش از حد، و استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری به عنوان راهبردهای اجرایی برای صنعت آب کشور پیشنهاد می‌شود. این نتایج می‌تواند در طراحی مداخلات نهادی و فنی متناسب با شرایط مناطق مشابه، مورد استفاده سیاست‌گذاران قرار گیرند.

کلمات کلیدی: رویکرد همبست، مدیریت آب، سازگاری با تغییر اقلیم، تحلیل گروه‌داران، چالش‌های اجتماعی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۲/۲۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۵/۲۹

1- M.Sc. Graduate in Water Science and Engineering, Department of Water Engineering and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: Hosseinsakeri@modares.ac.ir

2- Head of Applied Research Department, Mazandaran Regional Water Company, Tehran, Iran. E-mail: Zabardast.h@yahoo.com

*- Corresponding Author

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی آب، گروه مهندسی و مدیریت آب دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲- رئیس گروه تحقیقات کاربردی شرکت آب منطقه‌ای مازندران، ایران.

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان زمستان ۱۴۰۴ امکان‌پذیر است.

است. پژوهشگران بر نقش سازمان‌های دولتی و سازوکارهای رسمی حکمرانی در اتخاذ و اجرای سیاست‌های آبی تأکید داشته‌اند (Ouyang et al., 2024). از سوی دیگر، برخی پژوهش‌ها نقش جوامع محلی، ذی‌نفعان و سازمان‌های مردم‌نهاد را در افزایش اثربخشی حکمرانی آب برجسته کرده‌اند (Maya Jariego, 2024). این مطالعات نشان می‌دهند که شناسایی و تحلیل دقیق گرداران منطقه می‌تواند به بهبود فرایند تصمیم‌گیری، ارتقای شفافیت و تقویت انسجام در حکمرانی آب منجر شود.

علاوه بر این، ادبیات علمی مرتبط با این مساله توجه فزاینده‌ای نیز به تحلیل ساختارها و چارچوب‌های سیاستی در مدیریت منابع آب دارد. در همین راستا، پژوهشگران مختلف با بهره‌گیری از چارچوب مفهومی 'DPSIR' به تحلیل علل، فشارها، وضعیت، تأثیرات و پاسخ‌های سیاستی مرتبط با چالش‌های حکمرانی آب پرداخته‌اند (Vannevel, 2018; Afedor et al., 2024; Afedor et al., 2024). این چارچوب، قابلیت شناسایی و تبیین روابط علت و معلولی میان متغیرهای مختلف محیطی و انسانی را فراهم می‌سازد و به درک عمیق‌تر از پویایی‌های سامانه‌های آبی کمک می‌کند. همچنین، گروهی از مطالعات در تکمیل این جریان پژوهشی، با تمرکز بر رویکرد همبست آب، انرژی و غذا^۲ بر ضرورت هماهنگی بین سازمانی و تلفیق سیاست‌گذاری‌ها برای پاسخ‌گویی به پیچیدگی‌های فزاینده منابع طبیعی تأکید نموده‌اند (Lazaro et al., 2024; Guo et al., 2021; Pahl-Wostl et al., 2021). این رویکرد، نشان‌دهنده تعاملات پیچیده میان سامانه‌های آبی، انرژی و غذایی است و بر اهمیت رویکردهای یکپارچه و سیستمی در حکمرانی منابع طبیعی تأکید دارد.

در حوزه حکمرانی آب ایران، پژوهش‌های مختلفی به شناسایی و بررسی چالش‌های حکمرانی آب و اصلاح ساختارهای نهادی و مدیریتی حکمرانی آب پرداخته‌اند (Morid et al., 2022; ShakeriRostami et al., 2022; Malekhosseini et al., 2024). با وجود این تلاش‌ها، همچنان شکاف‌های مهمی در شناسایی چالش‌های حکمرانی آب، به ویژه در مناطق حساس نظیر حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران وجود دارد. از این رو، پرسش اصلی این پژوهش این است که چگونه می‌توان با کمک گرداران، حکمرانی منابع آب را در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران بهبود بخشید؟ برای پاسخ به این پرسش، این مطالعه از سه رویکرد اصلی استفاده می‌کند: (۱) ماتریس قدرت-منفعت برای شناسایی گرداران، (۲) چارچوب مفهومی DPSIR برای تحلیل نیروهای محرک، فشارها، وضعیت، اثرات و پاسخ‌های سیاستی و (۳) رویکرد همبست آب، انرژی و غذا برای بررسی تعاملات پیچیده میان سامانه‌های آبی، انرژی و غذایی.

با گسترش بحران‌های زیست‌محیطی در دهه‌های اخیر، اهمیت حفاظت از منابع طبیعی، به‌ویژه منابع آبی، بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. منابع آب به‌عنوان پایه‌ای برای توسعه پایدار و امنیت غذایی، بهداشتی و اقتصادی جوامع شناخته می‌شوند (Mishra et al., 2021; Hao et al., 2025). با این حال، فشارهای فزاینده ناشی از تغییرات اقلیمی، رشد سریع جمعیت و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع، موجب بروز تنش‌های آبی و تشدید تعارضات میان گرداران مختلف آب در دنیا شده است (Baocheng et al., 2024; Mfarrej, 2025). در چنین شرایطی، مفهوم حکمرانی آب به‌عنوان بستری جامع برای تنظیم روابط میان ذی‌نفعان، تدوین سیاست‌ها و اجرای مؤثر آن‌ها، در کانون توجه قرار دارد (Kehinde et al., 2025). این رویکرد با تمرکز بر ابعاد فرابخشی و بین‌نهادی، نیازمند شناخت عمیق از ساختارهای قدرت، تضاد منافع، و الگوهای مشارکت میان گرداران مختلف است (Whitley, 2024). به ویژه، تحلیل شبکه‌ای گرداران و درک ارتباطات میان آن‌ها می‌تواند به تبیین بهتر سازوکارهای تصمیم‌گیری و شناسایی نقاط ضعف و قوت در ساختار حکمرانی منابع آبی کمک کند (Song et al., 2024).

حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران، در سال‌های اخیر با بحران‌های فزاینده‌ای در حوزه منابع آب مواجه شده است. کاهش بارندگی، افزایش تبخیر و تداوم برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، منجر به افت مداوم سطح آبخوان در یک دهه گذشته و برهم خوردن تعادل آبی منطقه شده است (Zabardast, 2021; Rostami et al., 2021). از سوی دیگر، پدیده‌هایی نظیر نفوذ آب شور دریا در اثر کاهش فشار آب شیرین، پدیده فرونشست زمین و کاهش کیفیت منابع آب، نشانه‌های آشکاری از فشار مضاعف بر منابع آب منطقه هستند (Jafari et al., 2024). با وجود ممنوعیت کشت دوم برنج و اجرا برنامه‌های مختلف در زیرمجموعه طرح احیا و تعادلی بخشی آب‌های زیرزمینی در منطقه، آمار وزارت نیرو بیانگر تشدید کسری مخزن آبخوان‌ها طی بازه پنج‌ساله اخیر است، به طوری که از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰، حجم کسری مخزن بیش از ۹ برابر افزایش یافته و از ۳/۶۵ به ۳۵/۶۵ میلیون مترمکعب رسیده است (Ministry of Energy, 2016a, 2021b). این وضعیت، به روشنی ناکارآمدی ساختارهای فعلی مدیریت منابع آب در پاسخ‌گویی به ناترازی منابع و مصارف را برجسته می‌سازد و ضرورت بازنگری در سیاست‌گذاری‌های آبی منطقه را دو چندان می‌کند.

در سال‌های اخیر، ادبیات علمی مرتبط با حکمرانی آب توجه فزاینده‌ای به نگاشت و تحلیل گرداران در مدیریت منابع آب داشته

با این حال، شرق مازندران در سال‌های اخیر با چالش‌های زیست‌محیطی متعددی مواجه بوده است. داده‌های هیدروژئولوژیکی نشان می‌دهند که در بازه سی‌ساله (۱۴۰۳-۱۳۷۳)، سطح آب زیرزمینی منطقه به طور متوسط حدود ۳/۴ متر کاهش یافته است که نشان‌دهنده تداوم ناپایداری منابع آب در منطقه است (شکل ۲). این وضعیت، حاکی از ناکامی اقدامات و برنامه‌های مدیریتی نظیر طرح احیا و تعادل بخشی آبخوان‌ها، ممنوعیت کشت دوم برنج و سایر اقدامات حفاظتی است که تاکنون نتوانسته‌اند ناپایداری منابع آبی را بهبود بخشند.

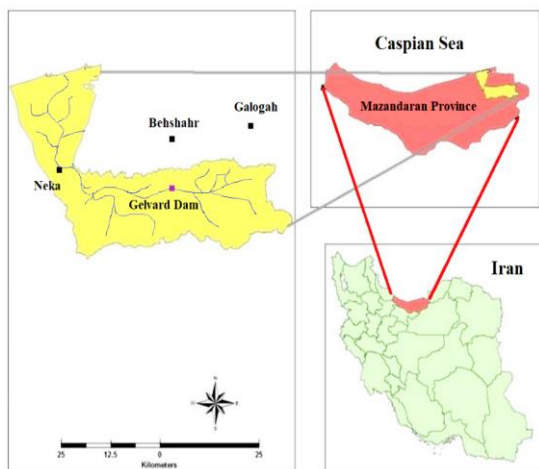


Fig. 1- Map of the study area
شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

۲-۲- چارچوبی چندوجهی برای تحلیل حکمرانی آب در شرق مازندران

این پژوهش با اتخاذ چارچوبی عملیاتی و چندوجهی، به شناسایی چالش‌های حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران می‌پردازد (شکل ۳). این چارچوب شامل دو بخش اصلی است:

۱- شناسایی و تحلیل گروداران کلیدی با استفاده از ماتریس قدرت-منفعت؛

۲- بررسی و تحلیل چالش‌های آب، انرژی و غذا در حکمرانی آب با بهره‌گیری از مدل مفهومی DPSIR.

ترکیب این سه روش به دلیل پیچیدگی‌های چندبعدی و تعاملات پیچیده میان گروداران، اکوسیستم‌ها و ساختارهای نهادی منطقه انتخاب شده است. هدف نهایی این پژوهش، شناسایی چالش‌های حکمرانی آب منطقه و ارائه راهکارهایی برای بهبود حکمرانی و مدیریت آب و پایداری منابع آبی منطقه است. این مطالعه همچنین در پی آن است تا با تقویت فهم گروداران منطقه نسبت به نقش‌ها و تعاملاتشان، زمینه‌ای برای اصلاحات مدیریتی در مقیاس منطقه‌ای فراهم آورد.

۲- روش تحقیق

روش تحقیق این مطالعه بر مبنای یک رویکرد توصیفی-تحلیلی طراحی شده است و از ترکیب داده‌های اسنادی و میدانی برای بررسی حکمرانی آب استفاده می‌کند. در این چارچوب، ابتدا اطلاعات مرتبط با وضعیت منابع آب، روندهای هیدروژئولوژیکی و ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی منطقه گردآوری شد. سپس، برای بررسی حکمرانی و شناسایی چالش‌ها، از ابزارهای مختلف بهره گرفته شد.

۲-۱- منطقه مورد مطالعه: حوضه آبریز نکارود

استان مازندران، واقع در شمال ایران و در سواحل جنوبی دریای خزر، یکی از مناطق کلیدی کشاورزی و اکولوژیکی کشور محسوب می‌شود. این منطقه، به دلیل برخورداری از اراضی حاصلخیز و اقلیم منحصر به فرد، همواره نقشی حیاتی در تأمین امنیت غذایی ایران داشته است. حوضه آبریز نکارود در شرق استان مازندران قرار دارد و سد گلورد، با ظرفیت مخزن ۱۲۰ میلیون مترمکعب، به عنوان بزرگ‌ترین سد این منطقه شناخته می‌شود (شکل ۱). این سد تأمین‌کننده آب شرب شهرهای مهمی مانند نکا، بهشهر و گلوگاه و همچنین آب کشاورزی دشت شهرستان‌های نکا و بهشهر است (Salehpor Milani et al., 2023). اقتصاد این منطقه عمدتاً مبتنی بر کشاورزی (به‌ویژه کشت برنج، مرکبات و محصولات باغی)، پرورش ماهی و گردشگری است (Zabardast Rostami et al., 2021).

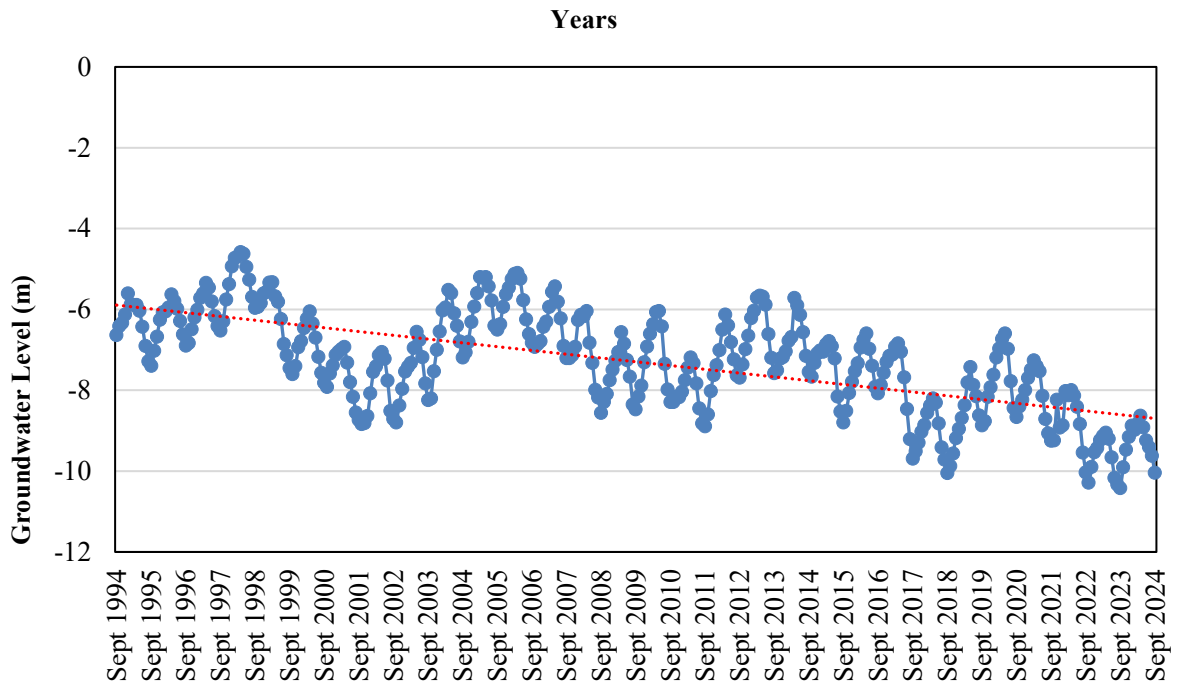


Fig. 2- Changes in groundwater level in the study area

شکل ۲- تغییرات سطح آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

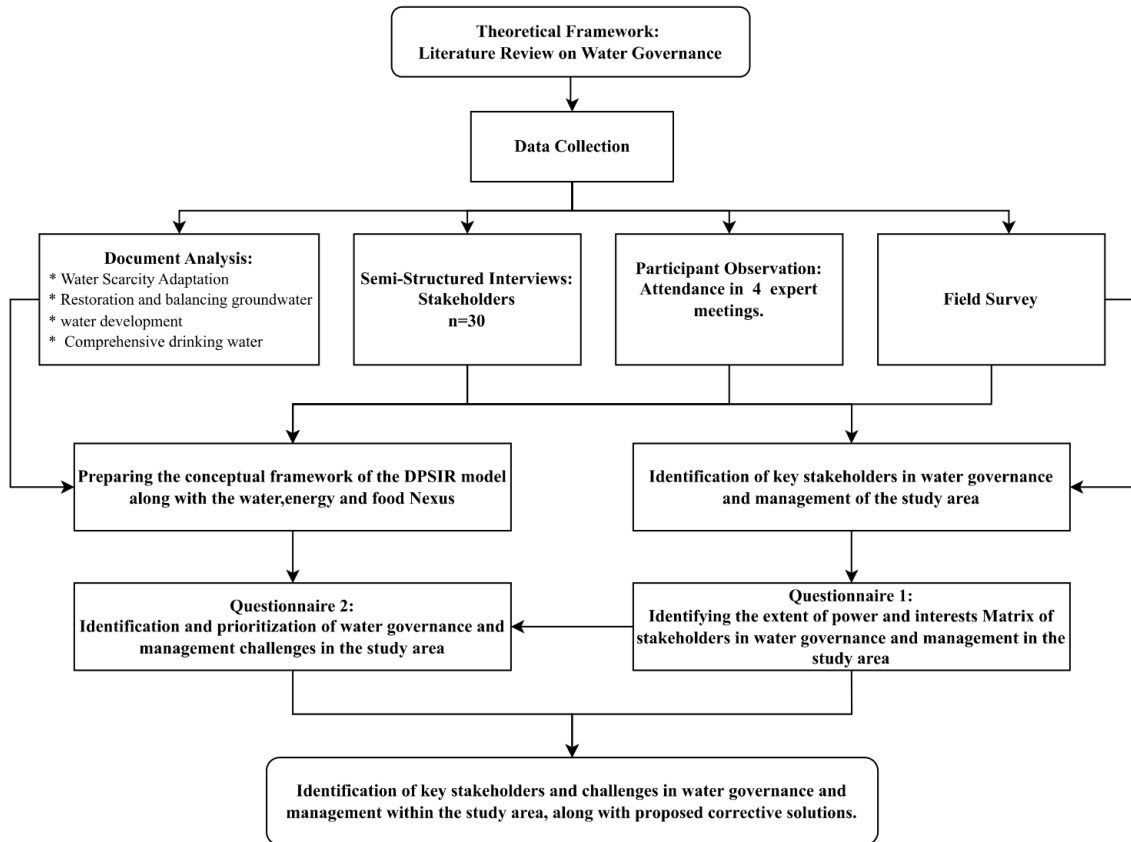


Fig. 3- Flowchart of the research methodology

شکل ۳- فلوجارت روش تحقیق

۲-۲-۱- شناسایی و تحلیل گروداران

برای گردآوری داده‌های مورد نیاز برای شناسایی گروداران، از روش تحقیق ترکیبی شامل تحلیل اسنادی و پیمایش شبکه‌ای (روش گلوله برفی) استفاده شد. در تحلیل اسنادی، گزارش‌های فنی و تخصصی، محتوای خبرگزاری‌های رسمی و گزارش‌های توسعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. برای افزایش جامعیت در شناسایی گروداران، روش پیمایش شبکه‌ای در کنار تحلیل اسنادی به کار گرفته شد تا روایی و پایایی یافته‌ها تقویت شود. به منظور سنجش دیدگاه‌ها و ارزیابی نقش گروداران، از پرسشنامه‌ای با مقیاس عددی صفر تا ده استفاده شد. سپس، از ماتریس قدرت- منفعت برای ارزیابی نقش و تأثیر هر یک از گروداران در مسائل حکمرانی آب استفاده شد (Lee et al., 2024).

۲-۲-۲- چالش‌های آب، انرژی و غذا مرتبط با

حکمرانی آب با استفاده از مدل DPSIR

برای نگاشت پیش‌نویس چارچوب مفهومی (DPSIR)، تحلیل محتوای اسناد تخصصی، اسناد توسعه‌ای و گزارش‌های رسمی، داده‌های مورد نیاز گردآوری شد. به منظور تکمیل داده‌ها و تضمین اعتبار یافته‌ها، ۳۰ مصاحبه نیمه ساختاریافته با مشارکت‌کنندگانی از ذینفعان کلیدی شامل متخصصان مستقل حوزه‌های مرتبط، مقامات دولتی، نمایندگان سازمان‌های مردم‌نهاد زیست‌محیطی، شهروندان و کشاورزان انجام شد. ترکیب این دو روش کیفی (تحلیل اسناد و مصاحبه‌ها) امکان ارائه تحلیلی جامع از پویایی‌های سامانه مورد مطالعه را فراهم نمود. داده‌های گردآوری شده، در چارچوب مدل مفهومی DPSIR تحلیل شد تا روابط علی و معلولی میان عوامل تأثیرگذار بر حکمرانی آب تبیین شود. این مدل امکان بررسی عوامل محرک^۱، فشارها^۲، وضعیت^۳، تأثیرات^۴ و پاسخ‌ها^۵ مرتبط با چالش‌های منابع آب را فراهم می‌آورد. در نهایت، با تحلیل مکانیزم‌های ارتباطی، پیش‌نویسی از وضعیت موجود ارائه شد (Deng et al., 2025). بر اساس چالش‌های شناسایی شده در مدل DPSIR، پرسشنامه‌ای شامل ۸ بخش و ۳۴ گویه طراحی شد. این پرسشنامه بر اساس فرضیات زیر تنظیم شده است:

H0: مسائل زیر از مشکلات اساسی منطقه در حوزه حکمرانی و مدیریت منابع آب محسوب نمی‌شوند.

H1: مسائل زیر از مشکلات اساسی منطقه در حوزه حکمرانی و مدیریت منابع آب محسوب می‌شوند.

پرسشنامه با طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت، میان ۱۸۰ نفر از گروداران منطقه که از طریق ماتریس قدرت- منفعت شناسایی شده بودند، توزیع شد. روایی آن توسط کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای

مازندران و کارشناسان تخصصی مستقل ارزیابی و تأیید شد. پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ در نرم‌افزار SPSS محاسبه شد. در این رابطه، k نشان‌دهنده تعداد گویه‌ها (سؤالات) پرسشنامه، S_i^2 واریانس پاسخ‌های هر گویه، و S_x^2 واریانس مجموع نمرات کل پاسخ‌دهندگان است (Benarroch et al., 2021).

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

۳- نتایج و بحث

در ادامه، تحلیل ماتریس قدرت- منفعت و مدل DPSIR، تصویری منسجم از وضعیت حکمرانی آب در شرق مازندران ارائه می‌دهد. این ادغام تحلیلی موجب خواهد شد الگوهای تکرارشونده، گره‌های بحرانی و ناپیوستگی‌های نهادی با دقت بیشتری آشکار شود و تفسیر نتایج در چارچوب سازوکارهای حکمرانی منطقه‌ای از انسجام و عمق بالاتری برخوردار شود.

۳-۱- تحلیل جمعیت شناختی

جدول ۱، مشخصات پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه مربوط به گروداران حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشتهای آن را ارائه می‌دهد. از مجموع ۱۸۰ پاسخ‌دهنده، ۱۶۰ نفر مرد و ۲۰ نفر زن بوده‌اند. از نظر گروه‌های شغلی، کشاورزان و اصناف کشاورزی با ۱۰۳ پاسخ، بیشترین مشارکت را به خود اختصاص دادند. شهروندان با ۴۱ پاسخ در رتبه بعدی قرار گرفتند. همچنین، ۲۴ نفر از پاسخ‌دهندگان از سازمان‌های دولتی شامل شرکت آب منطقه‌ای، شرکت بهره‌برداری و توزیع، سازمان جهاد کشاورزی و سازمان آب و فاضلاب بوده‌اند. علاوه بر این، در این تحقیق ۸ نفر از اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و کارشناسان مستقل مشارکت داشتند. مشارکت این گروه‌ها، دیدگاه‌های متنوعی را در خصوص حکمرانی آب در منطقه مورد مطالعه فراهم نمود.

نتایج نشان می‌دهد که ۳۲/۲ درصد (۵۸ نفر) دارای مدرک دیپلم و کمتر، ۳۳/۹ درصد (۶۱ نفر) دارای مدرک لیسانس و ۳۳/۹ درصد (۶۱ نفر) دارای مدرک فوق‌لیسانس و دکتری بوده‌اند. در مجموع، ۶۷/۸ درصد (۱۲۲ نفر) از پاسخ‌دهندگان دارای تحصیلات دانشگاهی و ۳۲/۲ درصد (۵۸ نفر) فاقد تحصیلات دانشگاهی بوده‌اند (جدول ۱). افراد فاقد تحصیلات دانشگاهی عمدتاً از گروه‌های کشاورزان و شهروندان منطقه تشکیل شده‌اند. این توزیع نشان‌دهنده تنوع سطح تحصیلات در میان مشارکت‌کنندگان در پژوهش است. تنوع سطح تحصیلات به تحلیل جامع‌تر حکمرانی آب کمک می‌کند، زیرا افراد با سطوح تحصیلی مختلف، دیدگاه‌های

متفاوتی در مورد چالش‌ها و راهکارهای مدیریت منابع آب ارائه می‌دهند.

Table 1- Characteristics of research participants
جدول ۱- مشخصات شرکت‌کنندگان در تحقیق

| Educational Level | Total | Male | Female | Age (Max) | Age (Min) | Age (Mean) | Ph.D. | Master's | Bachelor's | Highschool Diploma | Undereducated |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|-----------|-------------|--------------------|---------------|
| Citizens | 41 | 36 | 5 | 44.46 | 27 | 65 | 0 | 14 | 17 | 9 | 1 |
| Farmers & Agricultural Sectors | 103 | 93 | 10 | 42.73 | 22 | 71 | 1 | 19 | 35 | 33 | 15 |
| University Professors & Experts | 8 | 8 | 0 | 36.62 | 27 | 50 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Environmental NGOs | 4 | 4 | 0 | 40 | 28 | 45 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Regional Water Company | 10 | 9 | 1 | 46.2 | 32 | 57 | 2 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| Water & Wastewater Organization | 2 | 2 | 0 | 44 | 41 | 47 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Agricultural Jihad Organization | 10 | 6 | 4 | 41.4 | 32 | 66 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 |
| Water Exploitation & Distribution Company | 2 | 2 | 0 | 34 | 32 | 36 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 180 | 160 | 20 | 42.8 | 22 | 71 | 7 | 54 | 1 | 42 | 16 |
| Percentage | 100 | 88.9 | 11.1 | - | - | - | 3.9 | 30 | 33.9 | 23.3 | 8.9 |

منطقه ایفا می‌کنند. با این حال، بررسی عملکرد این گروه‌داران نشان می‌دهد که آن‌ها از نظر گرایش عملکردی در دو طیف قابل طبقه‌بندی‌اند: نهادهایی مانند سازمان جهاد کشاورزی و شرکت توزیع و بهره‌برداری آب، عمدتاً توسعه‌محور بوده و با رویکرد افزایش بهره‌برداری از منابع فعالیت می‌کنند؛ در حالی که سازمان محیط‌زیست و منابع طبیعی، رویکرد حفاظتی داشته و تمرکز آن‌ها بر پایداری منابع و کاهش فشار بر اکوسیستم‌های آبی است. این تمایز عملکردی در میان نهادهای پرقدرت، ضرورت ایجاد سازوکارهای هماهنگی بین‌بخشی را دو چندان می‌سازد.

در دسته دوم (قدرت بالا، منفعت پایین)، گروه‌دارانی همچون دادستانی، نیروی انتظامی و چهره‌های بانفوذ محلی (نظیر ائمه جمعه) قرار دارند. این گروه از قدرت اعمال نفوذ قابل توجهی برخوردارند؛ اما منافع مستقیمی از منابع آب ندارند. با توجه به مأموریت قانونی این نهادها، گرایش عملکردی آن‌ها عمدتاً در چارچوب مداخلات بازدارنده و حفاظتی تعریف می‌شود. نقش این دسته در اجرای قوانین، پیشگیری از تخلفات و کنترل بحران‌های اجتماعی مرتبط با منابع آب، نیازمند پیوند مؤثرتر با نهادهای تخصصی و تقویت هم‌راستایی نهادی است.

۲-۳- شناسایی و تحلیل مشارکت گروه‌داران در مدیریت منابع آب منطقه مورد مطالعه

تحلیل گروه‌داران با هدف شناسایی و درک نقش و تأثیر آن‌ها در مدیریت منابع آب انجام شد. پس از شناسایی گروه‌داران، پاسخ‌دهندگان پرسشنامه به هر یک از ۲۸ کنشگر شناسایی‌شده، بر اساس میزان قدرت و منفعت آن‌ها در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری مدیریت منابع آب منطقه امتیاز (۱۰ الی ۰) اختصاص دادند. میانگین و انحراف معیار مربوط به قدرت و منفعت هر کنشگر در جدول ۲ ارائه شده است.

مطابق یافته‌های جدول ۲ و شکل ۴، گروه‌داران حکمرانی آب منطقه بر اساس شاخص‌های میزان قدرت و منفعت، در چهار دسته اصلی طبقه‌بندی شده‌اند. این دسته‌بندی که در قالب ماتریس قدرت-منفعت انجام گرفته است، ابزاری تحلیلی برای شناخت موقعیت نسبی گروه‌داران و طراحی راهبردهای تعاملی متناسب با هر گروه محسوب می‌شود.

در دسته نخست (قدرت و منفعت بالا)، نهادهایی نظیر شرکت آب منطقه‌ای، شرکت توزیع و بهره‌برداری آب، شرکت آب و فاضلاب، سازمان جهاد کشاورزی، استانداری، فرمانداری، سازمان محیط‌زیست، منابع طبیعی و نمایندگان مجلس شورای اسلامی قرار دارند. این گروه به دلیل نفوذ نهادی بالا و درگیری مستقیم در سیاست‌گذاری و اجرای برنامه‌ها، نقش محوری در ساختار حکمرانی

Table 2- Power and interest of water governance Stakeholders in the NekaRud River Basin and the Plains of Eastern Mazandaran

جدول ۲- میزان قدرت و منفعت گروداران حکمرانی آب حوضه آبریز نکارود و دشتهای شرق مازندران

| No. | Stakeholder Name | Power | | Interest | | No. | Stakeholder Name | Power | | Interest | |
|-----|--|-------|------|----------|------|-----|--|-------|------|----------|------|
| | | M | SD | M | SD | | | M | SD | M | SD |
| 1 | Regional Water Company | 8.1 | 1.95 | 8.1 | 2.25 | 15 | Agricultural Jihad Organization | 7.6 | 2.16 | 6.1 | 2.65 |
| 2 | Water and Wastewater Organization | 7.3 | 2.62 | 8.1 | 2.35 | 16 | Members of Parliament | 6.9 | 2.69 | 6.1 | 2.91 |
| 3 | Prosecutor's Office & Law Enforcement | 5.9 | 2.79 | 4.1 | 3.24 | 17 | Provincial & County Governors | 6.9 | 2.80 | 5.9 | 3.22 |
| 4 | Industry & Industrial Parks | 3.5 | 2.62 | 6.6 | 2.83 | 18 | Water Distribution & Utilization Company | 7.3 | 2.35 | 8.6 | 1.78 |
| 5 | Oil Products Distribution Company | 2.9 | 2.18 | 3.6 | 2.83 | 19 | Farmers | 4.5 | 2.97 | 8.5 | 1.85 |
| 6 | Universities | 2.2 | 1.74 | 2.7 | 2.58 | 20 | Municipalities | 4.0 | 2.62 | 4.8 | 3.14 |
| 7 | Official News Agencies | 3.3 | 2.83 | 2.2 | 2.72 | 21 | Small Workshops & Production Units | 2.4 | 2.51 | 4.0 | 3.45 |
| 8 | Power Distribution Companies | 3.8 | 2.79 | 4.5 | 2.78 | 22 | Environmental NGOs | 3.9 | 3.25 | 6.8 | 3.71 |
| 9 | Private Sector (Retailers) | 2.2 | 2.04 | 4.8 | 3.19 | 23 | Residents | 3.8 | 3.31 | 7.3 | 3.13 |
| 10 | Natural Resources & Watershed Organization | 5.3 | 2.89 | 5.1 | 3.18 | 24 | Engineering Companies | 3.6 | 2.68 | 4.8 | 2.90 |
| 11 | Influential People | 5.2 | 3.20 | 2.9 | 3.50 | 25 | Environmental Protection Organization | 5.5 | 3.01 | 5.7 | 3.29 |
| 12 | Department of Education | 2.2 | 2.62 | 1.9 | 2.34 | 26 | Farmers' House | 3.7 | 3.23 | 4.3 | 3.35 |
| 13 | Water Users' Associations | 4.7 | 3.07 | 6.5 | 2.65 | 27 | Agricultural Cooperative | 3.5 | 3.24 | 4.3 | 3.33 |
| 14 | Rural Councils | 4.1 | 2.74 | 5.9 | 2.95 | 28 | Meteorological Organization | 1.6 | 3.16 | 3.6 | 3.21 |

در دسته چهارم (قدرت و منفعت پایین)، گروداران حاشیه‌ای همچون آموزش و پرورش، رسانه‌ها، دانشگاه‌ها و برخی نهادهای فرهنگی و خدماتی قرار دارند. نقش آن‌ها اگرچه مستقیم نیست، اما به صورت غیرمستقیم و از طریق آموزش، ترویج فرهنگ مصرف بهینه، ارتقاء سواد آبی و انتقال دانش، در پشتیبانی از سیاست‌های حکمرانی آب مؤثر است. این گروه عموماً گرایش تسهیل‌گرانه و دانشی دارند و می‌توانند به عنوان حلقه اتصال میان جامعه و نهادهای رسمی ایفای نقش نمایند.

برآیند تلفیقی این تحلیل نشان می‌دهد که علاوه بر توزیع نامتوازن قدرت و منفعت در میان گروداران، تفاوت در گرایش عملکردی آن‌ها نیز عامل تعیین‌کننده‌ای در تعارضات نهادی و چالش‌های حکمرانی آب به شمار می‌رود. در واقع، بخش قابل توجهی از نهادهای تصمیم‌ساز و اجرایی، رویکردی توسعه‌محور دارند و در مقابل، نهادهای حفاظتی یا فاقد قدرت کافی‌اند یا در حاشیه قرار

در دسته سوم (منفعت بالا، قدرت پایین)، گرودارانی همچون کشاورزان، تشکلهای آبریان، شهروندان، ساکنان شهرک‌های صنعتی، دهیاری‌ها و سازمان‌های مردم‌نهاد محیط‌زیستی جای می‌گیرند. این گروه‌ها بیشترین سطح تأثیرپذیری از سیاست‌های آبی را دارند، ولی در فرآیند تصمیم‌گیری رسمی حضور نهادی اندکی دارند. از منظر گرایش عملکردی، بخش عمده‌ای از این گروه، به ویژه کشاورزان و تولیدکنندگان، در زمره گروداران توسعه‌محور قرار دارند که دستیابی به منابع آب برای آن‌ها با معیشت، امنیت غذایی و اشتغال گره خورده است. در مقابل، برخی گروداران مانند سمن‌های محیط‌زیستی، گرایش حفاظتی دارند و بیشتر در پی پاسداری از حقوق بین‌نسلی و حفظ تعادل بوم‌شناختی هستند. این تضاد درونی، اهمیت طراحی سازوکارهای مشارکتی متناسب با نیازها و گرایش‌های متنوع این گروه را برجسته می‌سازد.

همبست آب، انرژی و غذا در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران تحت تأثیر ده نیروی بنیادین قرار دارد که به عنوان نیروهای محرک، فشارها، وضعیت‌های بحرانی، پیامدها و پاسخ‌های مدیریتی در این سیستم پیچیده عمل می‌کنند. در ادامه، هر یک از این نیروهای محرک، فشارهای ناشی از آنها، تغییرات وضعیت منابع، پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی، و پاسخ‌های مدیریتی اتخاذ شده در این منطقه به تفصیل بررسی خواهند شد.

گرفته‌اند. از این رو، ایجاد تعادل میان گرایش‌های توسعه‌ای و حفاظتی، تقویت نهادهای مشارکتی، و طراحی ساختارهای هماهنگ‌کننده بین نهادهای متعارض، از پیش‌نیازهای اصلی اصلاح حکمرانی منابع آب در منطقه محسوب می‌شود.

۳-۳- تدوین چارچوب DPSIR به همراه همبست آب، انرژی و غذا در منطقه

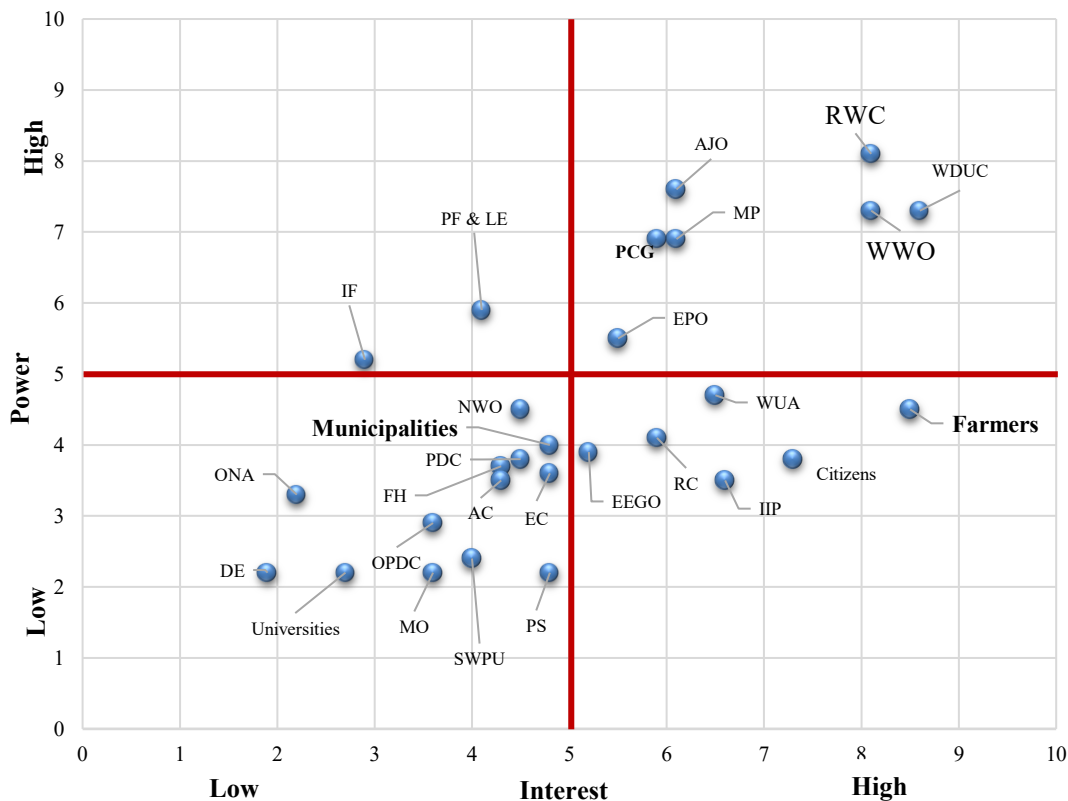


Fig. 4- Power and interest matrix of key stakeholders in water governance and management in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains

شکل ۴- ماتریس قدرت و منفعت گروداران کلیدی در حکمرانی و مدیریت آب در حوضه رودخانه نکارود و دشت‌های شرق مازندران

می‌گیرد و دارای رژیم هیدرولوژیکی برفی- بارانی در نواحی بالادست و بارانی- برفی در نواحی پایین‌دست است. در شرق مازندران حدود ۱۱ رودخانه فصلی با مجموع طول ۳۵۰ کیلومتر وجود دارد که جریان سالانه آنها به‌طور میانگین حدود ۰/۷۴۸ مترمکعب در ثانیه معادل ۳۳/۶ میلیون مترمکعب

۳-۳-۱- تغییر اقلیم
حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته‌اند. رودخانه دائمی نکارود به‌عنوان مهم‌ترین منبع آب سطحی در این منطقه، از ارتفاعات شاه‌کوه علیا در استان گلستان سرچشمه

استانداردهای تعریف شده در سطح ملی و بین‌المللی بوده و حاکی از فشار مضاعف بر منابع آبی منطقه بوده است. بر اساس گزارش شرکت آب منطقه‌ای استان مازندران، مجموع مصرف آب برای مصارف شرب (شهری و روستایی) در سطح استان معادل ۳۵۲/۱ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است که از این مقدار، حدود ۸۹ درصد معادل ۳۱۳ میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. این وابستگی به منابع آب زیرزمینی در شرق استان مازندران شدت بیشتری دارد؛ به گونه‌ای که کل آب مورد نیاز برای مصارف شرب و صنعت در این منطقه که بالغ بر ۳۴/۴۳ میلیون مترمکعب در سال است، به طور کامل از طریق منابع زیرزمینی تأمین می‌شود (Ministry of Energy, 2020c). این سطح از برداشت مداوم و وابستگی مطلق به منابع زیرزمینی در شرق استان، پیامدهای جدی زیست‌محیطی و هیدرولوژیکی به همراه دارد و پایداری منابع آب را در بلندمدت با تهدید مواجه می‌سازد.

۳-۳-۳- رشد جمعیت در منطقه

سد گلورد به عنوان یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های تأمین آب در شرق استان مازندران، با هدف تأمین آب شرب شهرستان‌های نکا، بهشهر و گلوگاه و همچنین تأمین نیاز آبی اراضی کشاورزی ۵۱ روستا طراحی شده است که از این تعداد، ۳۶ روستا در شهرستان نکا و ۱۵ روستا در شهرستان بهشهر قرار دارند. طبق داده‌های مرکز آمار ایران، جمعیت کل شهری و روستایی این سه شهرستان از ۳۰۱۳۰۸ نفر در سال ۱۳۸۵ به ۳۲۸۳۵۸ نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است که نشان‌دهنده رشد ۸/۲۳ درصدی جمعیت در طی یک دهه است. در این بازه زمانی، جمعیت شهری با افزایش ۱۷ درصدی و جمعیت روستایی با کاهش ۱/۶ درصدی مواجه بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵) (Statistical Center Iran, 2016). اهمیت این روند از آنجا ناشی می‌شود که در منطقه شرق مازندران، سرانه مصرف آب در مناطق شهری بیشتر از مناطق روستایی است؛ از این رو، افزایش نرخ شهرنشینی موجب افزایش تقاضا برای آب شرب شده و فشار بیشتری را بر منابع آبی منطقه وارد می‌سازد.

۳-۳-۴- الگو توسعه و اشتغال منطقه

استان مازندران به عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی کشور شناخته می‌شود. بر اساس گزارش‌های موجود، این استان از نظر مزیت نسبی کشاورزی در رتبه سوم و از نظر توسعه‌یافتگی کشاورزی در رتبه دهم کشور قرار دارد (Ministry of Energy, 2020c). بررسی آمارهای مربوط به دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ نشان می‌دهد که بیش از ۶۰ درصد اشتغال در استان مازندران به بخش کشاورزی

در سال برآورد شده است. بر اساس داده‌های شرکت آب منطقه‌ای مازندران، میانگین بارندگی ۳۰ ساله منتهی به سال آبی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ معادل ۸۷۳/۱ میلی‌متر بوده است. این میزان در دوره ۳۰ ساله منتهی به سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به ۸۶۲/۳۴ میلی‌متر کاهش یافته است. به عبارت دیگر، میانگین بارندگی بلندمدت در این بازه با کاهشی معادل ۱/۲۳ درصد مواجه بوده است (Ministry of Energy, 2020b). همچنین در سال آبی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، متوسط بارندگی سالانه در شرق مازندران برابر با ۳۹۴/۶ میلی‌متر گزارش شده که نسبت به میانگین بلندمدت، کاهش ۳۱/۶ درصدی را نشان می‌دهد. بررسی تغییرات دبی رودخانه نکارود نیز گویای کاهش چشمگیر منابع آبی است؛ به طوری که در سال آبی ۱۳۹۶-۱۳۹۵، متوسط دبی رودخانه در محل ایستگاه سد گلورد برابر با ۱۲۱/۹۲ هزار مترمکعب در روز بوده که نسبت به دوره درازمدت مربوط به همان سال، کاهش ۵۲/۰۱ درصدی داشته است. همچنین بر اساس داده‌های موجود، متوسط دبی درازمدت ۳۰ ساله در سال آبی ۱۳۷۹-۱۳۸۰ معادل ۳۲۹/۳۲ هزار مترمکعب بوده است. این رقم در سال آبی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به ۲۵۴/۰۵ هزار مترمکعب کاهش یافته است. این کاهش بیانگر افت ۲۲/۶۸ درصدی در متوسط دبی درازمدت رودخانه طی این دوره زمانی است. نتایج مطالعات متعدد نیز روند افزایشی دمای هوا و کاهش تدریجی بارندگی طی سال‌های زراعی ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۰ را تأیید می‌کند و تأثیر معنادار این تغییرات بر عملکرد محصولات کشاورزی از جمله برنج، گندم و جو در منطقه به اثبات رسیده است (Pirmia et al., 2015; Kikha et al., 2020).

۳-۳-۲- نیاز خانگی و الگو مصرف خانگی

شهرهای گلوگاه، بهشهر و نکا که در شرق استان مازندران واقع شده‌اند، به ترتیب ۱، ۵ و ۳ درصد و در مجموع حدود ۹ درصد از مصرف آب شرب شهری استان را به خود اختصاص داده‌اند (Ministry of Energy, 2020c). بر اساس آمار شرکت آب و فاضلاب مازندران (۱۳۹۹) (Mazandaran Water and Wastewater Company, 2020)، سرانه مصرف آب آشامیدنی در این استان بالاتر از میانگین کشوری گزارش شده است. میزان تولید آب شرب در مناطق شهری استان به طور میانگین روزانه ۲۰۰ لیتر به ازای هر نفر و در مناطق روستایی ۱۷۱ لیتر است. از این میزان، میانگین مصرف واقعی آب توسط شهروندان در مناطق شهری بین ۱۴۰ تا ۱۵۰ لیتر (میانگین ۱۴۵ لیتر) و در مناطق روستایی بین ۱۲۰ تا ۱۳۰ لیتر (میانگین ۱۲۵ لیتر) در روز برآورد شده است (Mazandaran Water and Wastewater Company, 2020). این ارقام نشان‌دهنده مصرفی فراتر از

اختصاص داشته است؛ موضوعی که حکایت از تمرکز راهبرد توسعه‌ای استان در آن دوره بر بخش کشاورزی دارد. با این حال، در دو دهه اخیر، به ویژه با ورود سرمایه‌گذاری‌های کلان در بخش‌های صنعت و گردشگری در غرب استان، سهم اشتغال در بخش کشاورزی به طور قابل توجهی کاهش یافته است؛ به طوری که در حال حاضر تنها ۲۰.۱ درصد از جمعیت شاغل در مازندران در بخش کشاورزی فعالیت دارند (Mazandaran Agricultural Jihad Organization, 2018). از سوی دیگر، ساختار اشتغال استان به دو زون غربی و شرقی تقسیم می‌شود. زون غربی به دلیل توسعه‌یافتگی بیشتر، اشتغال خود را عمدتاً بر پایه صنعت و گردشگری استوار ساخته است؛ درحالی که زون شرقی ساختار سنتی خود را حفظ کرده و کشاورزی همچنان محور اصلی اشتغال در این منطقه محسوب می‌شود.

بر اساس سند توسعه آب استان مازندران، حدود ۷۳ درصد از مصارف آب کشاورزی در شرق استان از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود که این وابستگی شدید، فشار مضاعفی بر منابع آبی منطقه وارد می‌سازد (Ministry of Energy, 2020c). علاوه بر این، یافته‌های حاصل از مصاحبه‌های میدانی با گروداران کلیدی حکمرانی آب در شرق مازندران نشان می‌دهد که این منطقه با فقدان الگوی کشت راهبردی مبتنی بر آمایش سرزمین، حقوق بهره‌برداران و معیشت کشاورزان مواجه است. در نتیجه، عدم تطابق الگوی کشت غالب با شرایط اکولوژیک منطقه، به همراه وابستگی اقتصادی خانوارهای کشاورز به این الگوی نامتناسب، موجب بروز فشار مضاعف بر منابع آب شده است. بنابراین، محوریت اشتغال منطقه بر کشاورزی، نبود سیاست‌گذاری‌های متناسب با ظرفیت‌های بوم‌شناختی، و نقش حیاتی شرق مازندران در امنیت غذایی کشور از جمله محرک‌های ناترازی بیلان آبی این منطقه به‌شمار می‌روند.

۳-۳-۵- نقش مازندران در امنیت غذایی کشور

استان مازندران یکی از قطب‌های اصلی کشاورزی کشور به‌شمار می‌رود و نقشی کلیدی در تأمین امنیت غذایی ملی ایفا می‌کند. کشاورزی در این استان با مصرف ۸۸/۵ درصد از منابع آبی، وابستگی بالایی به آب دارد؛ به ویژه در زمینه کشت برنج (۳۸ درصد) و باغداری (۲۷ درصد) که سهم عمده‌ای از مصرف آب کشاورزی را به خود اختصاص داده‌اند. مازندران به تنهایی ۳۵/۹ درصد برنج، ۹/۶ درصد کزله، ۸/۱ درصد سویا، ۶۵ درصد شبدر و ۱۰۰ درصد نباتات علوفه‌ای دیم کشور را تولید می‌کند. همچنین، تولید ناخالص داخلی کشاورزی در استان ۲۷ درصد است که بیش از سه برابر میانگین کشوری (۸/۹ درصد) است (Mazandaran Agricultural Jihad Organization, 2018). بر اساس سند

توسعه آب استان، پروژه شبکه آبیاری پایاب سد گلورد با هدف تأمین آب ۲۱ هزار هکتار از اراضی دشت‌های نکا و بهشهر طراحی شده که تاکنون ۱۸ هزار هکتار آن (۷۵ درصد) به بهره‌برداری رسیده است (Ministry of Energy, 2020c). شرق مازندران حدود ۲۰ درصد از کل اراضی کشاورزی استان را دربر دارد و در حوزه زراعی، حدود ۲۳/۰۶ درصد از سطح زیرکشت محصولات زراعی استان به این منطقه اختصاص دارد. این امر، نیاز بالای منطقه به منابع آب را به‌ویژه در شهرستان‌های بهشهر، نکا و گلوگاه- که به‌ترتیب دارای بیشترین سطح زیرکشت زراعی و باغی هستند- برجسته می‌سازد. این نیروی محرک با افزایش سطح زیرکشت و توسعه شبکه‌های آبیاری مانند پروژه پایاب سد گلورد فشارهای قابل توجهی بر منابع آبی منطقه وارد کرده است (Ministry of Energy, 2020c). این فشارها منجر به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، افت کیفیت منابع آبی و وضعیت منابع آبی منطقه را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. پاسخ‌های مدیریتی مانند توسعه روش‌های نوین آبیاری و نظارت بر برداشت‌های غیرمجاز اگرچه تا حدی مؤثر بوده‌اند، اما برای پایداری منابع آبی منطقه، به تغییرات ساختاری و هماهنگی بیشتر بین نهادهای ذی‌ربط نیاز است.

۳-۳-۶- کاستی در هماهنگی و همکاری میان بخشی

یکی از نیروهای محرک با زمینه نهادی در حکمرانی آب منطقه، "فقدان هماهنگی میان نهادهای اجرایی و حاکمیتی با یکدیگر و با جامعه محلی" است. این عامل به دلیل تأثیر مستقیم بر تصمیم‌گیری‌ها و اقدامات مرتبط با مدیریت منابع آب، فشارهای متعددی در منطقه ایجاد کرده است که وضعیت منابع آبی را با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. نمونه بارز این فشارها، ناهماهنگی در سیاست‌گذاری‌های مرتبط با کشت دوم برنج در سال‌های اخیر است. علیرغم هشدارهای مکرر سازمان آب منطقه‌ای درباره آثار منفی این الگو بر منابع آب زیرزمینی، عدم توجه کافی از سوی جهاد کشاورزی و فشارهای سیاسی و اقتصادی، مانع از اجرای پایدار ممنوعیت کشت دوم شده است. علاوه بر این، نبود بازدارندگی مؤثر در قوانین مربوط به تخلفات آبی، از جمله بهره‌برداری غیرمجاز از منابع آب، موجب تداوم فعالیت‌های غیرقانونی مانند حفر چاه‌های غیرمجاز شده است. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که فقدان عزم سیاسی، بخشی‌نگری نهادهای، و عدم وجود جایگزین‌های اقتصادی برای بهره‌برداران، مانع از تحقق اهداف طرح‌های احیا و تعادل بخشی منابع آب شده‌اند.

ضعف فناوریانه نیز یکی دیگر از فشارهای کلیدی ناشی از نیرو محرک این بخش است. در بخش کشاورزی، استفاده گسترده از ادوات سنتی و عدم توسعه زیرساخت‌های نوین نظیر سامانه‌های

آبیاری مدرن و پایگاه‌های داده هیدرولوژیکی شفاف، روند برنامه‌ریزی و اجرای راهکارهای مؤثر را با اختلال مواجه کرده است. به ویژه عدم اعتماد کشاورزان به نصب کنتورهای هوشمند و نبود حمایت مالی و امنیتی، مانعی برای گسترش این فناوری‌ها بوده است. همچنین، در بخش‌های شرب و صنعت، نبود سیستم‌های بازیافت و بازچرخانی آب، ظرفیت مدیریت منابع را به شدت محدود کرده است. از سوی دیگر، قنوت منطقه که در گذشته نقش مهمی در تأمین آب ایفا می‌کردند، به دلیل بی‌توجهی به مرمت و تخریب ناشی از حفر چاه‌های اطراف، کارکرد خود را از دست داده‌اند. شبکه‌های فرسوده آبرسانی شرب و کشاورزی نیز نیازمند بهسازی و نوسازی هستند. به عنوان نمونه، اگرچه بخشی از شبکه آبیاری سد گلورد عملیاتی شده، اما تا تحقق کامل اهداف آن فاصله زیادی باقی مانده است.

در نهایت، "ضعف در بهره‌گیری از ظرفیت پایگاه‌های اجتماعی" به عنوان یک فشار مؤثر بر حکمرانی آب، نقش مهمی در کاهش مشارکت محلی و تقویت منازعات اجتماعی دارد. این عامل، به دلیل نبود رویکردی جامع و حوضه‌ای در تصمیم‌گیری‌ها و نگاه صرف به مرزهای جغرافیایی محلی، منجر به تشدید منازعات محلی، کاهش اعتماد میان شهرستان‌ها و ممانعت از شکل‌گیری وفاق منطقه‌ای در سیاست‌گذاری‌های آبی شده است.

۳-۷- عدم آگاهی درست جامعه محلی از شرایط منابع آب منطقه

سطح پایین آگاهی بهره‌برداران محلی از وضعیت واقعی منابع آبی یکی از نیروهای محرک کلیدی با زمینه فرهنگی و اجتماعی در حکمرانی آب منطقه است که به شکل گسترده‌ای بر پویایی سامانه آبی منطقه تأثیر می‌گذارد. این نیروی محرک به دلیل شکل‌دهی به نگرش‌ها و رفتارهای کشاورزان، فشارهای متعددی را بر منابع آب ایجاد می‌کند. بر اساس یافته‌های میدانی در شهرستان‌های نکا و بهشهر، بسیاری از کشاورزان به اشتباه تصور می‌کنند که منابع آب منطقه همواره در دسترس و بدون محدودیت بوده و به سادگی قابل تجدید هستند. این ادراک نادرست منجر به گسترش سطح زیرکشت، حفر چاه‌های غیرمجاز، و رواج کشت دوم و حتی سوم برنج شده است. چنین رفتارهایی به طور مستقیم فشار شدیدی بر منابع آب زیرزمینی وارد کرده و به افت سطح آبخوان‌ها و کاهش کیفیت آب منجر می‌شود. این وضعیت، در نهایت تغییرات قابل توجهی در وضعیت منابع آبی منطقه ایجاد می‌کند، از جمله کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی آب زیرزمینی، افت سطح ایستابی، و افزایش شوری آب‌های زیرزمینی که به مرور زمان اکوسیستم‌های محلی را

نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. از سوی دیگر، این نیروی محرک به دلیل تأثیرگذاری بر رفتار بهره‌برداران، اجرای سیاست‌های حفاظتی و برنامه‌های مدیریت پایدار منابع آب را نیز دشوارتر می‌سازد. بسیاری از این سیاست‌ها بدون در نظر گرفتن ارتقای آگاهی کشاورزان، با مقاومت مواجه شده و اثربخشی خود را از دست می‌دهند. بنابراین، سطح پایین آگاهی به عنوان یک نیروی محرک، نه تنها فشارهای موجود را تشدید می‌کند، بلکه مانعی جدی برای اثربخشی پاسخ‌های نهادی و مدیریتی به بحران آب در منطقه نیز محسوب می‌شود.

۳-۸- سیاست‌های قیمت‌گذاری نامناسب بر روی محصولات و عدم توجه به دغدغه کشاورزان

یکی دیگر از محرک‌های کلیدی تأثیرگذار بر حکمرانی آب در منطقه، فقدان توجه کافی به دغدغه‌های معیشتی و اقتصادی کشاورزان است. این عامل به عنوان یکی از محرک‌های زمینه‌ای اقتصادی و نهادی، به دلیل تأثیر مستقیم بر رفتار بهره‌برداران، نقش مؤثری در وضعیت منابع آب ایفا می‌کند. یافته‌های حاصل از مصاحبه‌های میدانی نشان می‌دهد که کشاورزان شهرستان‌های نکا و بهشهر، به دلیل وابستگی شدید معیشت خانوارها به کشاورزی، همواره در پی واکنش‌های ناپایدار و استراتژی‌های کوتاه‌مدت مانند افزایش برداشت آب و انجام کشت‌های دوم و حتی سوم هستند. این گرایش به‌ویژه در سال‌های اخیر، و در پاسخ به تشدید فشارهای اقتصادی و کاهش قدرت خرید خانوارهای روستایی، شدت یافته است. در چنین شرایطی، کشاورزان تلاش می‌کنند حداکثر استفاده را از منابع محدود آب‌و خاک منطقه به عمل آورند. به این ترتیب، کشت دوم و افزایش برداشت آب از منابع زیرزمینی به عنوان واکنش‌های غیرقانونی کشاورزان، هم در ستون «پاسخ‌ها» و هم در ستون «فشارها» قرار می‌گیرند. این دو عمل هم‌زمان به عنوان واکنش‌های کوتاه‌مدت به مشکلات معیشتی و اقتصادی و نیز به عنوان فشاری بر منابع آبی به شمار می‌روند.

برنامه‌های حفاظتی و سیاست‌گذاری‌های رسمی که با هدف مدیریت پایدار منابع آب تدوین شده‌اند، به دلایل مختلف از جمله وضعیت نامطلوب اقتصادی، بیکاری، پیچیدگی مسائل حکمرانی و نگرانی از پیامدهای اجتماعی، فاقد ضمانت اجرایی کافی بوده و از حمایت جدی و اراده سیاسی نهادهای متولی برخوردار نیستند. به علاوه، از منظر کشاورزان، این برنامه‌ها اغلب تنها منافع سازمانی دستگاه‌های اجرایی را مدنظر قرار داده و حقوق و معیشت بهره‌برداران محلی در آن‌ها لحاظ نمی‌شود. این گسست ساختاری منجر به کاهش مشروعیت اجتماعی برنامه‌ها و در نهایت، توقف اجرای آن‌ها در مراحل اولیه می‌شود. از سوی دیگر، یکی دیگر از

عوامل تشدیدکننده فشار بر منابع آب منطقه، سیاست‌های ناکارآمد قیمت‌گذاری و خرید تضمینی محصولات کشاورزی است. بالا بودن هزینه تولید و نرخ پایین خرید تضمینی محصولات اساسی، کشاورزان را وادار به فشار بیشتر بر منابع آب و خاک منطقه کرده است. در نتیجه، سیاست‌های اقتصادی در حوزه محصولات کشاورزی نه تنها بهبود معیشت کشاورزان را تضمین نکرده، بلکه باعث تعمیق بحران ناترازی منابع آبی در منطقه شده‌اند.

۳-۹-۳- تخصیص تعرفه یارانه انرژی به کشاورزان

تخصیص یارانه به تعرفه‌های برق کشاورزی به دلیل ایجاد فشار بر منطقه مورد مطالعه، یکی دیگر از نیروهای محرک است. به گفته مدیر حفاظت و بهره‌برداری از منابع آبی شرکت آب منطقه‌ای مازندران (۱۴۰۱)، در دو دهه اخیر در اراضی کشاورزی منطقه، به دلیل عدم وجود اهرم‌های کنترلی و سهولت دسترسی به برق، کشاورزان همواره به دنبال کشت دوم برنج با بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی بوده‌اند. این موضوع، علی‌رغم هشدارهای متعدد، ادامه داشته و حتی در مواردی، کشاورزان با تأمین سوخت غیرمجاز، کشت دوم را انجام می‌دهند. این وضعیت باعث آسیب‌های زیادی به منابع آب زیرزمینی استان می‌شود.

این تخصیص یارانه به تعرفه‌های برق کشاورزی هم به عنوان نیروی محرک و هم به عنوان فشار بر منابع آبی عمل می‌کند. از یک‌سو، تخصیص یارانه موجب سهولت دسترسی به برق با هزینه پایین برای کشاورزان می‌شود و انگیزه‌ای برای استفاده بیشتر از منابع آب زیرزمینی، به ویژه برای کشت دوم، ایجاد می‌کند. این امر باعث افزایش بهره‌برداری از منابع آبی و فشار بر سطح آبخوان‌ها می‌شود. از سوی دیگر، این سیاست به عنوان فشار بر منابع آبی عمل می‌کند، زیرا استفاده بیشتر از منابع آب زیرزمینی برای کشت‌های اضافی مانند کشت دوم، منجر به کاهش سطح آبخوان‌ها و تهدید منابع آبی می‌شود. در نتیجه، این افزایش مصرف منابع آبی، فشار مضاعفی را به اکوسیستم آبی منطقه وارد می‌کند.

۳-۱۰- سهولت دسترسی به برق و دیگر حامل‌های

انرژی

سهولت دسترسی به برق و به صرفه بودن آن یکی از نیروهای محرک تأثیرگذار سیاست‌های انرژی بر منابع آب است. طبق مصاحبه‌های کارشناسان استان، به دلیل هدر رفت انرژی در چاه‌های کشاورزی و راندمان پایین (۱۸ درصدی) تبدیل انرژی در چاه‌های دیزلی، سیاست انرژی در جهت برقی نمودن چاه‌های کشاورزی قرار گرفته است. از سوی دیگر، سهولت استفاده از برق در برداشت منابع آب زیرزمینی، بدون کنترل بر مصرف آب و برق،

فشار مضاعفی را بر شبکه برق منطقه وارد می‌آورد. این وضعیت همچنین موجب بهره‌برداری بیش‌ازحد از چاه‌های کشاورزی می‌شود که منجر به افت سطح آبخوان و آسیب دیدن منابع آب زیرزمینی منطقه خواهد شد.

این موضوع هم به عنوان نیروی محرک و هم به عنوان فشار بر منابع آبی عمل می‌کند. از یک‌سو، سهولت دسترسی به برق و هزینه پایین آن انگیزه‌ای برای کشاورزان فراهم می‌آورد که از چاه‌های کشاورزی بیشتر استفاده کنند و این باعث افزایش برداشت منابع آب زیرزمینی و فشار بر آن‌ها می‌شود. از سوی دیگر، این سهولت در دسترسی به برق بدون کنترل مناسب، فشار زیادی به شبکه برق وارد کرده و بهره‌برداری بیش‌ازحد از چاه‌ها، موجب کاهش سطح آبخوان‌ها و تهدید منابع آبی می‌شود. در نتیجه، این دو عامل هم‌زمان موجب تشدید مشکلات موجود در مدیریت منابع آبی منطقه می‌شود (جدول ۳).

در ادامه، چالش‌های شناسایی شده از تدوین مدل مفهومی DPSIR به ۸ شاخص و ۳۴ گویه از قبیل تغییر اقلیم (۳ گویه)، فنی-مهندسی (۳ گویه)، کیفی (۳ گویه)، کمی (۳ گویه)، ظرفیت‌سازی اجتماعی (۶ گویه)، توسعه‌ای-مدیریتی (۶ گویه)، فناوری (۵ گویه) و اقتصادی (۵ گویه) تدوین گردید. جدول ۴ نشان می‌دهد پرسشنامه طراحی شده از پایایی داخلی بسیار بالایی برخوردار است. این مقدار نشان می‌دهد که سوالات پرسشنامه با دقت و هماهنگی بالا، در سطحی مطلوب و قابل قبول، مفهوم مورد مطالعه را به طور جامع پوشش می‌دهند و از انسجام محتوایی مناسبی برخوردارند. پایایی بالا تضمین می‌کند که داده‌های جمع‌آوری شده از ثبات درونی برخوردارند و خطای اندازه‌گیری در آن‌ها حداقل است. از نظر آماری، نتایج پژوهش در سطح معناداری $0.01 < P\text{-Value}$ و با اطمینان ۹۹٪ تأیید شده است. این بدان معناست که احتمال تصادفی بودن یافته‌ها کمتر از ۱٪ است و فرضیه صفر رد می‌شود و بیش از ۹۹ درصد مشکلات اشاره‌شده در پژوهش جز مشکلات اساسی منطقه در خصوص منابع آب است. چنین سطح معناداری قوی، قابلیت تعمیم نتایج به جامعه آماری گسترده‌تر را افزایش می‌دهد.

تحلیل اولویت‌بندی چالش‌های اساسی حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران، با استفاده از شاخص‌های آلفای کرونیباخ و میانگین نظرات، نشان می‌دهد که مسائل کمی با میانگین $4/344$ و آلفای کرونیباخ $0/726$ ، در صدر دغدغه‌های گرداران قرار دارد. در رتبه دوم، تغییرات اقلیمی با میانگین $4/243$ و آلفای کرونیباخ $0/813$ ، به عنوان یک چالش جدی مطرح می‌شود. در ادامه، مسائل فنی-فناورانه با میانگین $4/127$ و آلفای کرونیباخ $0/772$ ، به

مسائل فنی- مهندسی با میانگین ۴/۰۱۹ و آلفای کرونباخ ۰/۷۱۳، به عنوان یک چالش مهم مطرح می‌شود. در نهایت، مسائل اقتصادی با میانگین ۳/۷۹۰ و آلفای کرونباخ ۰/۷۳۵ و مسائل کیفی با میانگین ۳/۷۶۹ و آلفای کرونباخ ۰/۶۳۸، به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند (جدول ۵).

عنوان سومین چالش مهم شناسایی شده است. پس از آن، ظرفیت‌سازی اجتماعی با میانگین ۴/۰۶۲ و آلفای کرونباخ ۰/۸۵۷، به عنوان یک چالش اساسی مطرح می‌شود. مسائل توسعه‌ای- مدیریتی با میانگین ۴/۰۶۰ و آلفای کرونباخ ۰/۷۸۶، ضرورت بهبود حکمرانی و مدیریت منابع آب را نشان می‌دهد.

Table 3- Examining the water, energy, and food nexus of the Nekarud River Basin using the DPSIR conceptual framework

جدول ۳- بررسی و اعمال چارچوب مفهومی DPSIR از بخش آب، انرژی و غذا در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران

| Driving Forces | Pressures | State | Impacts | Responses |
|--|---|------------------------------------|---|---|
| Climate change, Population growth, Household needs and consumption patterns. Regional development and employment trends. Mazandaran's role in national food security. Lack of coordination among executive bodies. Insufficient public awareness of regional water resources, Pricing policies disregard farmers' concerns, Allocation of energy subsidies to farmers. Easy access to electricity and other energy carriers. | Increased water resource exploitation, Pressure to prevent program implementation due to security and social considerations. Land-use change, Excessive burden on the electricity grid, Farmers engaging in second cropping. Increasing well depth and drilling additional wells, Allocation of energy subsidies to farmers, Easy access to electricity and other energy carriers | Water imbalance of the river basin | Increased groundwater depletion, Reduced river discharge and premature drying of seasonal rivers, Declining water quality. Seawater intrusion into coastal zones. Local-scale conflicts. Dissatisfaction and distrust between farmers and government agencies. Long-term ecosystem instability. | Prohibition of water extraction from the plain by the regional water company, Implementation of aquifer restoration and balancing plans, Execution of water scarcity adaptation programs. Establishment of a water resource protection council. Surface water management through the construction of reservoirs. Warnings regarding the negative impact of energy carriers on groundwater resources. Uncontrolled responses: Farmers engaging in second cropping. Increasing well depth and drilling additional wells. |

Table 4- Reliability and significance level of the designed questionnaire
جدول ۴- پایایی و سطح معناداری پرسشنامه طراحی شده

| Cronbach's Alpha Index (Standardized) | P-Value | Significance Level |
|---------------------------------------|---------|--------------------|
| 0.906 | 0.001 | More than 99% |

Table 5- Reliability and prioritization of key issues in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains

جدول ۵- پایایی و اولویت‌بندی بخش‌های اصلی مشکلات اساسی حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران

| Category | Indicators | Number Indicators | Cronbach's Alpha | Mean Score | Priority |
|-----------------------------------|---|-------------------|------------------|------------|----------|
| Water Quantity | Increased groundwater extraction through well drilling, Increased unauthorized well drilling, and intensified river and canal water abstraction. | 3 | 0.726 | 4.344 | 1 |
| Climate Change | Decrease in precipitation levels, reduced well discharge, and decrease in river water volume. | 3 | 0.813 | 4.243 | 2 |
| Technology | Lack of modern technologies in domestic and industrial water use, Lack of modern technology in agriculture, Use of outdated water and land management technologies, low water-use efficiency on farms, and energy availability facilitating excessive water exploitation. | 5 | 0.772 | 4.127 | 3 |
| Social Capacity Building | Lack of sufficient training on agricultural water use and management, lack of education on crop selection and its impact on water resources, Lack of sufficient training on potable water consumption, Insufficient awareness of regional water resource conditions, neglect of women's and households' role in water consumption, and Neglect of role of religious beliefs in water consumption. | 6 | 0.857 | 4.062 | 4 |
| Development and Management | Lack of stakeholder consultation in decision-making and planning, Ineffectiveness of deterrent laws in water-related violations, Weak farmers' oversight for crop selection, lack of coordination among governmental and administrative bodies, disproportionate penalties for water-related offenses, and focus on agriculture-based employment. | 6 | 0.786 | 4.060 | 5 |
| Engineering | Aging and deteriorating urban and rural water supply networks, Lack of dredging and maintenance of irrigation canals and drainage systems, and Failure to restore and maintain Qanats. | 3 | 0.713 | 4.019 | 6 |
| Economic | Challenges in the guaranteed purchase of agricultural products, Prevalence of intermediaries in agricultural product sales, inadequate insurance compensation for damages to agricultural products, unfair pricing of agricultural products, and the low cost of energy carriers such as diesel and electricity. | 5 | 0.735 | 3.790 | 7 |
| Water Quality | Increased agricultural chemical runoff into canals and rivers, declining groundwater quality, and seawater intrusion into the groundwater. | 3 | 0.638 | 3.769 | 8 |

دارد. بر اساس یافته‌ها، بیشترین اختلاف نظر بین متخصصین و جامعه محلی در خصوص چالش‌های مرتبط با بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی و مسائل اقتصادی مشاهده شد. به طور خاص، متخصصین بر مواردی نظیر افزایش پمپاژ و برداشت از منابع آب سطحی، بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی، ارزان بودن حامل‌های انرژی، افزایش حفر چاه‌های غیرمجاز و پیشروی آب شور دریا تأکید داشتند (جدول ۶). این دیدگاه نشان‌دهنده تمرکز متخصصین بر مسائل فنی و مدیریتی

به منظور تحلیل دقیق‌تر دیدگاه گروه‌داران حکمرانی آب در منطقه مورد مطالعه، شرکت‌کنندگان در پژوهش به دو گروه متخصصین (شامل اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، کارشناسان مستقل، مشاوران و نمایندگان سازمان‌های دولتی) و جامعه محلی (شامل کشاورزان، شهروندان و اعضای سازمان‌های مردم‌نهاد محیط زیستی) تقسیم شدند (جدول ۶). تحلیل داده‌ها نشان داد که تفاوت‌های آشکاری در دیدگاه‌های این دو گروه در خصوص چالش‌های ناترازی بیلان آب منطقه وجود

به طور کامل شنیده شود و در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ شود. یافته‌های این پژوهش با پژوهش Nabiafjadi et al. (2024) در زمینه تحلیل عوامل مؤثر حکمرانی آب در ایران همخوانی دارد. این پژوهش نشان می‌دهد که عدم مشارکت کافی ذینفعان و عدم توجه به دیدگاه‌های مختلف، از جمله عوامل مؤثر بر ناکارآمدی حکمرانی آب در ایران است. این موضوع به طور مستقیم با اختلاف دیدگاه متخصصین و جوامع محلی مرتبط است، چراکه نشان‌دهنده عدم وجود سازوکارهای مناسب برای مشارکت و تعامل بین این دو گروه است. همچنین، یافته‌های این پژوهش با پژوهش Asali and Ahmadvpour (2023) در زمینه "طراحی الگوی خطمشی منسجم حکمرانی آب در ایران" همخوانی دارد. این پژوهش به بررسی آسیب‌های خطمشی حکمرانی آب در ایران می‌پردازد و به ضرورت مشارکت ذینفعان در فرآیند خطمشی‌گذاری اشاره می‌کند. این پژوهش نشان می‌دهد که عدم مشارکت کافی ذینفعان و عدم توجه به دیدگاه‌های جوامع محلی، از جمله آسیب‌های خطمشی حکمرانی آب در ایران است. این موضوع نیز به طور مستقیم با اختلاف دیدگاه متخصصین و جوامع محلی مرتبط است، چرا که نشان‌دهنده عدم وجود سازوکارهای مناسب برای مشارکت و تعامل بین این دو گروه در فرآیند خطمشی‌گذاری است. این همخوانی نشان‌دهنده اهمیت موضوع اختلاف دیدگاه متخصصین و جوامع محلی در حکمرانی آب ایران است و ضرورت اتخاذ رویکردهای مشارکتی و توجه به دیدگاه‌های مختلف در مدیریت منابع آب را برجسته می‌کند.

مرتبط با منابع آب است. در مقابل، جامعه محلی بیشترین اختلاف نظر را در مواردی مانند عدم توجه به نقش زنان و خانوار در مصرف آب، ناکافی بودن آموزش‌های مرتبط با مصرف آب شرب، عدم آگاهی کافی در مورد شرایط منابع آب منطقه، تمرکز بر اشتغال کشاورزی محور و ورود سموم کشاورزی به منابع آب نشان داد. این دیدگاه نشان‌دهنده تأکید جامعه محلی بر مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی مرتبط با منابع آب است. با این حال، هر دو گروه در خصوص چالش‌هایی نظیر کاهش حجم آب رودخانه‌ها، کاهش آبدهی چاه‌ها، عدم تناسب بیمه با خسارات وارده، قیمت‌گذاری نامناسب محصولات کشاورزی و عدم تناسب جرم و مجازات، اتفاق نظر داشتند. این توافق نشان‌دهنده وجود چالش‌های مشترک و فراگیر در حوزه حکمرانی آب منطقه است که نیازمند توجه و همکاری هر دو گروه است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که وجود اختلاف نظر بین متخصصین و جامعه محلی می‌تواند ناشی از تفاوت در تجربیات، دانش و منافع آن‌ها باشد. متخصصین به دلیل دانش فنی و تخصصی خود، بر مسائل فنی و مدیریتی مرتبط با منابع آب تأکید می‌کنند. در مقابل، جامعه محلی به دلیل تجربه مستقیم خود از مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی مرتبط با منابع آب، بر این مسائل تأکید می‌کنند. این اختلاف نظرها می‌تواند منجر به عدم مشارکت مؤثر جامعه محلی در فرآیندهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مرتبط با منابع آب شود. برای رفع این مشکل، لازم است که سازوکارهایی برای گفت‌وگو و تعامل بین متخصصین و جامعه محلی ایجاد شود. این سازوکارها باید به گونه‌ای طراحی شوند که دیدگاه‌های هر دو گروه

Table 6- Average opinions of experts and the local community of the region and differences in perspectives
جدول ۶- میانگین نظرات متخصصین و جامعه محلی منطقه و اختلاف نظرات آن‌ها

| Challenge | Experts | | Local Community | | Difference | Challenge | Experts | | Local Community | | Difference |
|--|---------|------|-----------------|------|------------|--|---------|------|-----------------|------|------------|
| | M | SD | M | SD | | | M | SD | M | SD | |
| Intensified river and canal water abstraction | 4.28 | 0.68 | 3.91 | 1.10 | 0.37 | Lack of modern technology in agriculture | 4.22 | 0.75 | 4.45 | 0.87 | -0.24 |
| Low water-use efficiency on farms | 4.25 | 0.88 | 3.93 | 0.97 | 0.32 | Lack of modern technologies in domestic and industrial water use | 4.22 | 0.71 | 4.48 | 0.83 | -0.26 |
| Low cost of energy carriers such as diesel and electricity | 3.22 | 1.01 | 2.94 | 1.25 | 0.28 | Prevalence of intermediaries in agricultural product sales | 3.81 | 1.09 | 4.13 | 1.17 | -0.32 |

Table 6 (Continued)- Average opinions of experts and the local community of the region and differences in perspectives

جدول ۶ (ادامه) - میانگین نظرات متخصصین و جامعه محلی منطقه و اختلاف نظرات آنها

| Challenge | Experts | | Local Community | | Difference | Challenge | Experts | | Local Community | | Difference |
|--|---------|------|-----------------|------|------------|--|---------|------|-----------------|------|------------|
| | M | SD | M | SD | | | M | SD | M | SD | |
| Increase in unauthorized well drilling | 4.66 | 0.55 | 4.50 | 0.86 | 0.16 | Lack of stakeholder consultation in decision-making and planning | 4.03 | 0.90 | 4.37 | 0.88 | -0.34 |
| Seawater intrusion into the groundwater | 3.81 | 0.90 | 3.66 | 1.12 | 0.15 | lack of education on crop selection and its impact on water resources | 4.03 | 0.69 | 4.40 | 0.80 | -0.37 |
| Increased groundwater extraction through well drilling | 4.69 | 1.06 | 4.58 | 0.76 | 0.11 | Use of outdated water and land management technologies | 4.03 | 0.74 | 4.43 | 0.88 | -0.39 |
| Decrease in river water volume | 4.28 | 0.81 | 4.20 | 1.05 | 0.08 | Lack of sufficient training on agricultural water use and management | 4.19 | 0.90 | 4.60 | 0.66 | -0.42 |
| Decrease in precipitation levels | 4.34 | 0.65 | 4.27 | 0.96 | 0.07 | Neglect of role of religious beliefs in water consumption | 2.97 | 1.09 | 3.42 | 1.31 | -0.45 |
| Reduced well discharge | 4.25 | 0.88 | 4.23 | 0.96 | 0.02 | Lack of dredging and maintenance of irrigation canals and drainage systems | 3.72 | 0.85 | 4.17 | 0.97 | -0.45 |
| inadequate insurance compensation for damages to agricultural products | 3.88 | 0.94 | 3.87 | 1.28 | 0.00 | Failure to restore and maintain Qanats | 3.41 | 1.16 | 3.88 | 1.31 | -0.47 |
| Unfair pricing of agricultural products | 3.81 | 0.90 | 3.87 | 1.18 | -0.06 | Aging and deteriorating urban and rural water supply networks | 3.78 | 0.87 | 4.26 | 0.92 | -0.47 |
| Disproportionate penalties for water-related offenses | 3.78 | 1.07 | 3.87 | 1.11 | -0.09 | challenges in the guaranteed purchase of agricultural products | 3.72 | 0.85 | 4.20 | 1.05 | -0.48 |
| Decline in groundwater quality | 3.69 | 1.06 | 3.81 | 0.98 | -0.12 | Increased agricultural chemical runoff into canals and rivers | 3.47 | 1.14 | 3.96 | 1.07 | -0.49 |

Table 6 (Continued)- Average opinions of experts and the local community of the region and differences in perspectives

| جدول ۶ (ادامه) - میانگین نظرات متخصصین و جامعه محلی منطقه و اختلاف نظرات آنها | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------|-----------------|------|------------|--|---------|------|-----------------|------|------------|
| Challenge | Experts | | Local Community | | Difference | Challenge | Experts | | Local Community | | Difference |
| | M | SD | M | SD | | | M | SD | M | SD | |
| Ineffectiveness of deterrent laws in water-related violations | 3.97 | 1.00 | 4.11 | 1.00 | -0.14 | Focus on agriculture-based employment | 3.34 | 1.12 | 3.91 | 1.10 | -0.56 |
| Weak oversight of crop selection by farmers | 4.03 | 0.90 | 4.17 | 1.03 | -0.14 | Insufficient awareness of regional water resource conditions | 3.69 | 1.00 | 4.26 | 0.92 | -0.57 |
| Lack of coordination among governmental and administrative bodies | 4.09 | 0.89 | 4.24 | 0.96 | -0.15 | Lack of sufficient training on potable water consumption | 3.75 | 1.11 | 4.35 | 0.85 | -0.60 |
| Availability of energy facilitating excessive water exploitation | 3.38 | 1.04 | 3.54 | 1.14 | -0.16 | Neglect of women's and households' role in water consumption | 3.28 | 1.17 | 3.94 | 1.02 | -0.66 |

نشان‌دهنده اهمیت نقش جامعه محلی و کشاورزان در مدیریت منابع آب است و ضرورت آموزش و آگاهی‌بخشی به کشاورزان در زمینه روش‌های صحیح آبیاری و مدیریت منابع آب را برجسته می‌کند. این نتیجه با پژوهش (Asali and Ahmadpour, 2023) در خصوص تحلیل سازوکارهای بهبود مدیریت منابع آب کشاورزی در اراضی شالیزاری مازندران همخوانی دارد. "عدم همکاری و هماهنگی دستگاه‌های دولتی- حاکمیتی" با میانگین ۴/۰۶۱، آخرین چالش با سهم "زیاد" محسوب می‌شود. این یافته نشان‌دهنده نیاز به همکاری و هماهنگی بین دستگاه‌های مختلف برای مدیریت صحیح منابع آب است. عدم همکاری و هماهنگی می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های متناقض و عدم اجرای صحیح سیاست‌های مدیریت منابع آب شود. این نتیجه با پژوهش (Rahbarqazi and Taleihur, 2024) در زمینه چالش‌های حکمرانی آب در ایران همخوانی دارد.

نکته قابل توجه این است که بخش قابل توجهی از چالش‌های موجود در حکمرانی آب، اجتماعی و فناوری هستند. از بین ۱۰ چالش کلیدی، ۷ مورد مستقیماً به جامعه محلی و فقدان فناوری در منطقه مربوط می‌شوند. به عبارت دیگر، ۷۰ درصد از چالش‌های کلیدی حکمرانی آب در حوضه رودخانه نکارود و دشت‌های شرقی

جدول ۷، دیدگاه گردوداران حکمرانی آب حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران را در خصوص سهم هر یک از چالش‌های موجود در ناترازی بیلان آب منطقه ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که ۲۰ چالش دارای سهم "خیلی زیاد" (میانگین بیش از ۴)، ۱۳ چالش دارای سهم "زیاد" (میانگین بین ۳ تا ۴) و ۱ چالش دارای سهم "متوسط" (میانگین بین ۲ تا ۳) در ناترازی منابع و مصارف آب منطقه هستند. در این میان، "افزایش برداشت آب زیرزمینی از طریق حفر چاه" با میانگین ۴/۵۵۶، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. این یافته نشان‌دهنده فشار فزاینده بر منابع آب زیرزمینی منطقه است که می‌تواند ناشی از عواملی مانند افزایش جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعتی، و عدم مدیریت صحیح منابع آب باشد. همچنین، "افزایش حفر چاه غیرمجاز" با میانگین ۴/۵۰۶ در رتبه سوم قرار دارد که مسئله برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی را تشدید می‌کند. این نتایج با یافته‌های پژوهش (Fazloula and Pouryazdankhah, 2021) و (Gholipor et al., 2023) همسو است و بر نقش محوری برداشت‌های بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در ایجاد بحران آب منطقه تأکید می‌کند. "عدم آموزش و آگاهی‌بخشی کافی در نحوه مصرف و مدیریت آب کشاورزی" با میانگین ۴/۵۱۱ در رتبه دوم قرار دارد. این یافته

ویژه به جنبه‌های اجتماعی و مشارکت جامعه در مدیریت منابع آب در منطقه تأکید می‌کند. علاوه بر این، بر اهمیت استفاده از فناوری‌های نوین در مدیریت آب و در نظر گرفتن تأثیرات تغییرات اقلیمی بر منابع آب منطقه‌ای تأکید دارند.

مازندران دارای ابعاد اجتماعی و فناوری هستند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مدیریت پایدار آب بدون مشارکت فعال جامعه محلی و کشاورزان محقق نمی‌شود. دو چالش کلیدی دیگر، آب کمی و یک چالش مربوط به تغییرات اقلیمی است. این یافته‌ها بر لزوم توجه

Table 7- Prioritization of key challenges and problems in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains

جدول ۷- اولویت‌بندی چالش‌ها و مشکلات اساسی حوزه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران

| Priority | Challenges | Mean | SD | Priority | Challenges | Mean | SD |
|----------|---|-------|------|----------|--|-------|------|
| 1 | Increased groundwater extraction through well drilling | 4.556 | 0.79 | 18 | Prevalence of intermediaries in agricultural product sales | 4.094 | 1.15 |
| 2 | Lack of sufficient training on agricultural water use and management | 4.511 | 0.75 | 19 | Lack of dredging and maintenance of irrigation canals and drainage systems | 4.078 | 0.97 |
| 3 | Increase in unauthorized well drilling | 4.506 | 0.84 | 20 | Lack of coordination among governmental and administrative bodies | 4.061 | 1.00 |
| 4 | Lack of modern technologies in domestic and industrial water use | 4.411 | 0.86 | 21 | Intensified river and canal water abstraction | 3.972 | 1.07 |
| 5 | Lack of modern technology in agriculture | 4.406 | 0.85 | 22 | Low water-use efficiency on farms | 3.967 | 0.93 |
| 6 | Lack of education on crop selection and its impact on water resources | 4.333 | 0.85 | 23 | Inadequate insurance compensation for damages to agricultural products | 3.883 | 1.13 |
| 7 | Use of outdated water and land management technologies | 4.333 | 0.90 | 24 | Unfair pricing of agricultural products | 3.872 | 1.07 |
| 8 | Lack of stakeholder consultation in decision-making and planning | 4.306 | 0.86 | 25 | Increased agricultural chemical runoff into canals and rivers | 3.839 | 1.10 |
| 9 | Decrease in precipitation levels | 4.283 | 0.92 | 26 | Disproportionate penalties for water-related offenses | 3.833 | 1.24 |
| 10 | Lack of sufficient training on potable water consumption | 4.244 | 0.93 | 27 | Focus on agriculture-based employment | 3.817 | 1.06 |
| 11 | Reduced well discharge | 4.228 | 0.94 | 28 | Neglect of women's and households' role in water consumption | 3.811 | 1.07 |
| 12 | Decrease in river water volume | 4.217 | 0.99 | 29 | Failure to restore and maintain Qanats | 3.806 | 1.28 |
| 13 | Ineffectiveness of deterrent laws in water-related violations | 4.206 | 0.96 | 30 | Decline groundwater quality | 3.789 | 0.97 |
| 14 | Aging and deteriorating urban and rural water supply networks | 4.172 | 0.93 | 31 | Seawater intrusion into the groundwater | 3.678 | 1.09 |
| 15 | Weak oversight of crop selection by farmers | 4.139 | 1.01 | 32 | Energy availability facilitating excessive water exploitation | 3.517 | 1.12 |
| 16 | Insufficient awareness of regional water resource conditions | 4.133 | 0.92 | 33 | Neglect of role of religious beliefs in water consumption | 3.339 | 1.29 |
| 17 | Challenges in the guaranteed purchase of agricultural products | 4.128 | 0.98 | 34 | Low cost of energy carriers such as diesel and electricity | 2.961 | 1.21 |

جدول ۸ و شکل ۵، تحلیل رتبه‌بندی چالش‌های حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران، بر اساس دیدگاه گرداران، نمایانگر مسائل حیاتی حکمرانی و مدیریت منابع آب منطقه است. یافته‌ها نشان می‌دهد که "افزایش برداشت آب زیرزمینی از طریق حفر چاه" به عنوان مهم‌ترین چالش در بخش مسائل کمی، با نتایج پژوهش Fazloula and Pouryazdankhah (2023) در خصوص افزایش برداشت آب زیرزمینی در این منطقه همسو است. آن پژوهش نیز بر نقش محوری برداشت‌های بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در ایجاد بحران آب منطقه تأکید دارد. این امر نشان‌دهنده ضرورت اتخاذ سیاست‌های سختگیرانه‌تر در مدیریت منابع آب زیرزمینی و ترویج روش‌های جایگزین تأمین آب است.

"کاهش میزان بارندگی" به عنوان چالش اصلی بخش تغییر اقلیم، با یافته‌های Zabardast Rostami et al. (2025) در زمینه ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر آبدهی رودخانه نکارود و زیر حوضه سد گلورد همخوانی دارد. این همخوانی نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی، به ویژه کاهش بارندگی، تأثیرات منفی قابل توجهی بر کشاورزی و اقتصاد منطقه دارد و ضرورت برنامه‌ریزی برای سازگاری با این تغییرات را برجسته می‌کند. در بخش فناوری، "عدم استفاده از فناوری‌های نوین در بخش شرب و صنعت" به عنوان چالش کلیدی شناسایی شد که با مطالعه Fazloula et al. (2024) مطابقت دارد. این موضوع نشان‌دهنده نیاز به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین برای افزایش بهره‌وری مصرف آب و کاهش هدررفت آن در بخش‌های شرب و صنعت است.

در حوزه ظرفیت‌سازی اجتماعی، "عدم آموزش کافی در نحوه مصرف و مدیریت آب کشاورزی" به عنوان مهم‌ترین چالش مطرح شد که با پژوهش Asali and Ahmadpour (2023) در خصوص

تحلیل سازوکارهای بهبود مدیریت منابع آب کشاورزی در اراضی شالیزاری مازندران همخوانی دارد. این همخوانی نشان می‌دهد که آموزش و آگاهی‌بخشی به کشاورزان نقش مهمی در بهبود مدیریت منابع آب کشاورزی دارد. در حوزه مسائل توسعه‌ای- مدیریتی، "عدم توجه و نظرخواهی از ذی‌نفعان مختلف در فرآیندهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی" به عنوان برجسته‌ترین چالش مطرح شد که با پژوهش Rahbarqazi and Taleihur (2024) در زمینه چالش‌های حکمرانی آب در ایران همخوانی دارد. این موضوع نشان‌دهنده ضرورت مشارکت ذی‌نفعان در فرآیندهای تصمیم‌گیری برای بهبود حکمرانی آب است.

در بخش مسائل فنی- مهندسی، "فرسودگی و عدم بهسازی شبکه آبرسانی شهری و روستایی" به عنوان چالش اصلی شناسایی شد که با مطالعه Gholipor et al. (2021) مطابقت دارد. این یافته نشان‌دهنده نیاز به سرمایه‌گذاری در بازسازی و نوسازی شبکه‌های آبرسانی برای کاهش هدررفت آب است. "وجود مشکلات متعدد در خرید تضمینی محصولات کشاورزی" به عنوان چالش کلیدی در بخش مسائل اقتصادی، با پژوهش Goli et al. (2025) در خصوص چالش‌های بخش کشاورزی استان مازندران همخوانی دارد. این موضوع نشان‌دهنده ارتباط بین مسائل اقتصادی و مدیریت منابع آب است و ضرورت توجه به این ارتباط در سیاست‌گذاری‌ها را برجسته می‌کند. در نهایت، "افزایش ورود سموم کشاورزی به کانال‌ها و رودخانه‌ها" به عنوان مهم‌ترین چالش در بخش مسائل کیفی، با پژوهش Taleghani et al. (2025) و Saghafi et al. (2025) در زمینه آلودگی‌های آب در منطقه همسو است. این یافته نشان‌دهنده تأثیر منفی فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت منابع آب و ضرورت اتخاذ رویکردهای پایدار در کشاورزی است.

Table 8- Integration of prioritization of key sectors and sub-sectors of water governance and management challenges in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains

جدول ۸- تلفیق اولویت‌بندی بخش‌ها و زیر بخش‌های مشکلات حکمرانی و مدیریت آب حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران

| Priorit | Sector | Sector Mean | Challenges and Issues | Mean | SD |
|---------|----------------|-------------|--|-------|------|
| 1 | Water Quantity | 4.344 | Increased groundwater extraction through well drilling | 4.556 | 0.79 |
| | | | Increased unauthorized well drilling | 4.506 | 0.84 |
| | | | Intensified river and canal water abstraction | 3.972 | 1.07 |
| 2 | Climate Change | 4.243 | Decrease in precipitation levels | 4.283 | 0.92 |
| | | | Reduced well discharge | 4.228 | 0.94 |
| | | | Decrease in river water volume | 4.217 | 0.99 |
| 3 | Technology | 4.127 | Lack of modern technologies in domestic and industrial water use | 4.411 | 0.86 |
| | | | Lack of modern technology in agriculture | 4.406 | 0.85 |

Table 8 (Continued)- Integration of prioritization of key sectors and sub-sectors of water governance and management challenges in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains
جدول ۸ (ادامه) - تلفیق اولویت‌بندی بخش‌ها و زیر بخش‌های مشکلات حکمرانی و مدیریت آب حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران

| Priority | Sector | Sector Mean | Challenges and Issues | Mean | SD |
|----------|----------------------------|-------------|--|-------|------|
| 3 | Technology | 4.127 | Use of outdated water and land management technologies | 4.333 | 0.90 |
| | | | low water-use efficiency on farms | 3.967 | 0.93 |
| | | | Energy availability facilitating excessive water exploitation | 3.517 | 1.12 |
| 4 | Social Capacity Building | 4.062 | Lack of sufficient training on agricultural water use and management | 4.511 | 0.75 |
| | | | lack of education on crop selection and its impact on water resources | 4.333 | 0.85 |
| | | | Lack of sufficient training on potable water consumption | 4.244 | 0.93 |
| | | | Insufficient awareness of regional water resource conditions | 4.133 | 0.92 |
| | | | Neglect of women's and households' role in water consumption | 3.811 | 1.07 |
| | | | Neglect of role of religious beliefs in water consumption | 3.339 | 1.29 |
| 5 | Development and Management | 4.060 | Lack of stakeholder consultation in decision-making and planning | 4.306 | 0.86 |
| | | | Ineffectiveness of deterrent laws in water-related violations | 4.206 | 0.96 |
| | | | Weak farmers' oversight for crop selection | 4.139 | 1.01 |
| | | | Lack of cooperation and coordination among government agencies | 4.061 | 1.00 |
| | | | Disproportionate penalties for water-related offenses | 3.833 | 1.24 |
| | | | Focus on agriculture-based employment | 3.817 | 1.06 |
| 6 | Engineering | 4.019 | Aging and deteriorating urban and rural water supply networks | 4.172 | 0.93 |
| | | | Lack of dredging and maintenance of irrigation canals and drainage systems | 4.078 | 0.97 |
| | | | Failure to restore and maintain Qanats | 3.806 | 1.28 |
| 7 | Economic | 3.790 | Challenges in the guaranteed purchase of agricultural products | 4.128 | 0.98 |
| | | | Prevalence of intermediaries in agricultural product sales | 4.094 | 1.15 |
| | | | inadequate insurance compensation for damages to agricultural products | 3.883 | 1.13 |
| | | | Unfair pricing of agricultural products | 3.872 | 1.07 |
| | | | Low cost of energy carriers such as diesel and electricity | 2.961 | 1.21 |
| 8 | Water Quality | 3.769 | Increased agricultural chemical runoff into canals and rivers | 3.839 | 1.10 |
| | | | Declining groundwater quality | 3.789 | 0.97 |
| | | | Seawater intrusion into the groundwater | 3.678 | 1.09 |

یافته‌های حاصل از تحلیل گروه‌داران نشان داد که نهادهایی مانند شرکت آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی، نمایندگان مجلس و غیره. در زمره گروه‌داران با قدرت و منفعت بالا قرار دارند، در حالی که گروه‌هایی مانند کشاورزان، شهروندان، تشکل‌های زیست‌محیطی و غیره. با وجود منفعت بالا، از قدرت نهادی اندکی برخوردارند. این شکاف در ساختار قدرت، نشانه‌ای از نابرابری در فرآیندهای تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری است و موجب کاهش مشروعیت و اثربخشی سیاست‌های آبی در منطقه می‌شود. در همین راستا، تحلیل DPSIR نشان داد که بسیاری از نیروهای محرک و فشارهای وارد بر منابع آب، نظیر برداشت بی‌رویه از آب‌های

این پژوهش با تلفیق دو رویکرد تحلیلی، تلاش کرده است تا چالش‌های حکمرانی منابع آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران را از منظر نهادی و سیستمی به صورت هم‌زمان بررسی کند. از یک سو، تحلیل گروه‌داران با استفاده از ماتریس قدرت و منفعت به شناسایی ساختار قدرت، منافع و جایگاه تصمیم‌گیری گروه‌داران کلیدی در حکمرانی آب منطقه پرداخته است. از سوی دیگر، چارچوب مفهومی DPSIR به همراه رویکرد همبست آب، انرژی و غذا برای تبیین روابط علی میان نیروهای محرک، فشارها، وضعیت، اثرات و پاسخ‌های مدیریتی در سطح کلان سامانه منابع طبیعی به کار گرفته شده است.

زیرزمینی، تداوم الگوی کشت نامتوازن، و ناهماهنگی میان نهادهای، در پیوند مستقیم با کنش‌ها یا کاستی‌های نهادهای گروداران حکمرانی هستند.

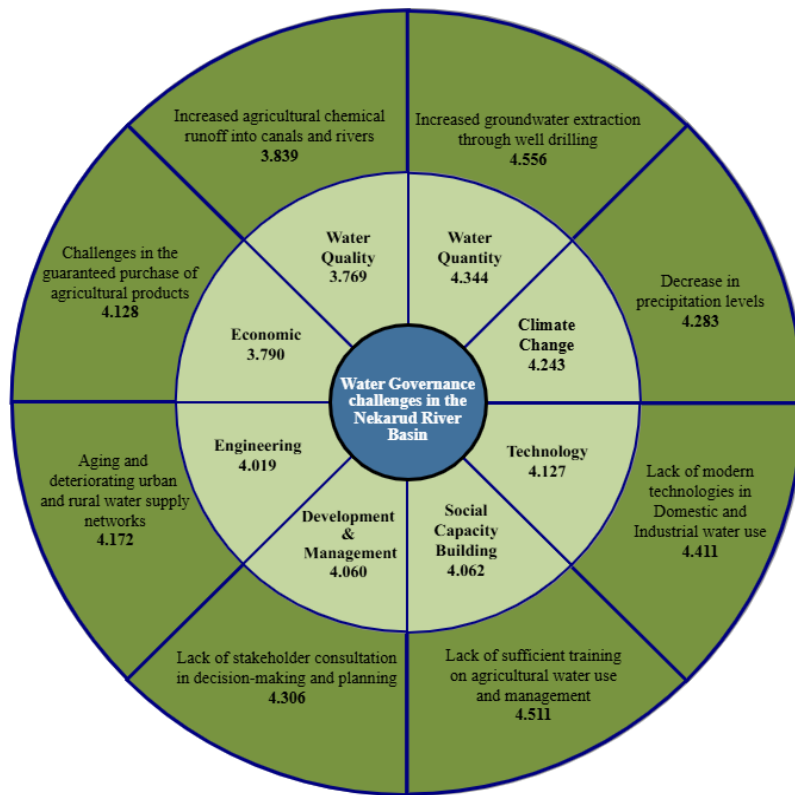


Fig. 5- Prioritization of sectors and sub-sectors of water governance challenges in the NekaRud River Basin and Eastern Mazandaran Plains

شکل ۵- تلفیق اولویت‌بندی بخش‌ها و زیر بخش‌های مشکلات حکمرانی و مدیریت آب حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران

اصلاحی با درنظر گرفتن پیچیدگی گروداران و نیروهای سامانه طراحی شود. افزون بر این، پیوند این دو سطح تحلیلی، کاربرد مستقیمی در پیشنهاد سیاستی دارد. گرودارانی که در ناحیه «منفعت بالا- قدرت پایین» قرار دارند (نظیر کشاورزان)، بیشترین آسیب‌پذیری را در برابر تبعات ناکارآمدی حکمرانی دارند. این در حالی است که مشارکت واقعی آن‌ها در تصمیم‌گیری می‌تواند مشروعیت، مقبولیت و پایداری سیاست‌ها را ارتقا بخشد. در مقابل، گرودارانی که قدرت بالایی دارند اما به دلیل بخشی‌نگری، هماهنگی بین‌دستگاهی را محقق نکرده‌اند، باید با سازوکارهای حقوقی و ساختاری ملزم به تقویت همکاری فرابخشی شوند؛ به ویژه در شرایطی که فشارهای بین‌بخشی حاصل از پیوند آب، انرژی و غذا روزه‌روز در حال افزایش است.

به عبارت دیگر، این دو بخش نه تنها مجزا نیستند، بلکه به طور کامل عمل می‌کنند؛ تحلیل گروداران به پاسخ این پرسش می‌پردازد که «چه کسانی در فرآیند حکمرانی نقش دارند و چگونه؟» و چارچوب DPSIR به ما کمک می‌کند تا دریابیم که چه رابطه علی‌ای میان نیروهای محرک انسانی و طبیعی، فشارهای وارد بر سامانه منابع طبیعی، تغییر در وضعیت آن، پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی ناشی از این تغییرات، و واکنش‌های نهادی و سیاستی در برابر آن‌ها برقرار است؟». به طور خاص، برای مثال تداوم کشت دوم برنج علی‌رغم هشدارهای زیست‌محیطی، نتیجه تضاد منافع میان نهادهای دارای قدرت تصمیم‌گیری (مانند جهاد کشاورزی) و نهادهای ناظر (مانند شرکت آب منطقه‌ای) و همچنین غیبت مؤثر کشاورزان در فرآیندهای سیاست‌گذاری است. بنابراین، تحلیل نهادی و سیستم‌محور این امکان را فراهم می‌آورد که هم زمینه‌های بروز مساله شناسایی شود و هم راهبردهای

در مجموع، این نتایج تصویری جامع از چالش‌های کلیدی حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران را ارائه می‌دهد و بر ضرورت اتخاذ رویکردهای جامع و یکپارچه در مدیریت منابع آب تأکید می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مواجهه با چالش‌های حکمرانی منابع آب در منطقه مورد مطالعه، نیازمند رویکردی تلفیقی است که از یک سو پویایی‌های نهادی و اجتماعی گروداران را بشناسد و از سوی دیگر، پیچیدگی‌های سیستمی و زیست‌محیطی حاکم بر منابع طبیعی را تحلیل کند. این ترکیب روش‌شناسی، نه تنها به غنای تحلیلی مقاله افزوده، بلکه الگوی تحلیلی پیشنهادی را به الگویی قابل تعمیم برای دیگر مناطق دارای تنوع کُنشگر و پیچیدگی زیست‌محیطی تبدیل کرده است. با توجه به محدودیت‌های این پژوهش، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، به بررسی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر هر یک از چالش‌های شناسایی شده و ارائه راهکارهای عملی برای حل آن‌ها پرداخته شود.

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

رویدادهای حدی مانند خشکسالی و سیل، در ادبیات نوین حکمرانی آب به‌عنوان فرصتی برای اصلاح ساختار موجود در مدیریت منابع آب تلقی می‌شود. با این حال، در شرایط نرمال هیدرولوژیکی، غالباً ضرورت تغییر از سوی سیاست‌گذاران نادیده گرفته می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق مازندران با چالش‌های چندبعدی مواجه است که ریشه در غلبه گفتمان توسعه‌محور آب، تضاد منافع بین نهادی و میان نهادها و جوامع محلی، عدم استفاده از فناوری نوین، فقدان اراده سیاسی کافی، ناکارآمدی در آگاهی‌بخشی و ظرفیت‌سازی اجتماعی دارد.

بر اساس یافته‌ها، چالش‌های کمی آب با میانگین ۴/۳۴۴، در مقایسه با چالش‌های مرتبط با تغییرات اقلیمی (میانگین ۲/۲۴۳)، به عنوان اصلی‌ترین مانع در مسیر حکمرانی مؤثر منابع آب در منطقه شناسایی شده‌اند. در مراتب بعدی، مسائل فناورانه (میانگین ۴/۱۲۷) و ظرفیت‌سازی اجتماعی (میانگین ۴/۰۶۲) نیز از جمله عوامل مهمی هستند که در تشدید وضعیت موجود و تضعیف تاب‌آوری سیستم حکمرانی آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران نقش‌آفرینی می‌کنند. علاوه بر این، اختلاف‌نظرهای قابل‌توجهی میان متخصصان و جامعه محلی درباره موضوعاتی نظیر میزان برداشت، بهره‌وری آب، نقش زنان و آموزش مشاهده شد که نشان‌دهنده شکاف در درک مشترک، اولویت‌بندی و نوع مواجهه با چالش‌هاست که لزوم اتخاذ رویکردهای مشارکتی

برای ایجاد درک مشترک از مسائل در بین گروداران مؤثر شناسایی شده حکمرانی آب منطقه را بیش از پیش آشکار می‌سازد. همچنین، تحلیل ترکیبی داده‌ها نشان می‌دهد که حدود ۷۰ درصد چالش‌های اساسی حکمرانی آب در منطقه ماهیت اجتماعی و فناورانه دارند؛ موضوعی که بیانگر نیاز به توجه همزمان به ابعاد سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مدیریت منابع آب است. ارتقاء حکمرانی و مدیریت پایدار منابع آب در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران مستلزم مجموعه‌ای از اقدامات نهادی، فنی و سیاستی است. بر این اساس، اقدامات پیشنهادی به شرح زیر عبارتند از:

۱- ایجاد نهادهای فرابخشی در سطح حوضه آبریز نکارود و سازوکارهای مشارکتی در دشت‌های شرق استان مازندران برای ارتقاء انسجام نهادی؛

۲- توانمندسازی گروداران شناسایی شده در حوضه آبریز نکارود و دشت‌های شرق استان مازندران از طریق آموزش هدفمند و افزایش ظرفیت مشارکت در فرآیندهای تصمیم‌گیری و اجرا؛

۳- توجه و بهره‌گیری از نظام‌های سنتی مدیریت آب موجود در منطقه شرق استان مازندران و تلفیق آن با نظام مدیریت فعلی برای تقویت مدیریت منابع آب؛

۴- سرمایه‌گذاری هدفمند در فناوری‌های هوشمند و نوسازی برخی از زیرساخت‌های آبی در منطقه مورد مطالعه؛

۵- بازنگری در سیاست‌های کشاورزی منطقه شرق استان مازندران، با رویکرد بهره‌وری منابع و ارتقا سطح معیشت کشاورزان منطقه.

در پایان پژوهش، مجموعه‌ای از پیشنهادهای کاربردی و مبتنی بر یافته‌ها برای ارتقاء حکمرانی و مدیریت منابع آب در منطقه ارائه شده است، که می‌تواند به عنوان راهنمایی عملی برای نهادهای اجرایی و برنامه‌ریزان مورد استفاده قرار گیرد (جدول ۹).

Table 9- Recommendations for enhancing water governance and management in the study area
جدول ۹- پیشنهادهای ارتقا سطح حکمرانی و مدیریت آب منطقه مورد مطالعه

| Water Governance Enhancement Recommendations | Water Management Enhancement Recommendations |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Establish a watershed coordination council in the region, focusing on climate change adaptation and creating technical-engineering, social-economic, and developmental working groups, as well as forming water users' associations for water and agricultural management under this council. • Focus on strategic river basin planning rather than water resource development planning. • Engage effectively with existing traditional water management systems in the region and create awareness and capacity-building programs for empowering local communities in water management. • Focus on land use planning rather than unilateral agricultural development, emphasizing rural development to improve the livelihoods of rural populations and reduce pressure on water resources. • Pay attention to crop pattern reforms based on land-use planning, the water-energy-food nexus, and the livelihoods of local farmers. | <p>Program-Oriented Recommendations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creating an office in the Mazandaran Regional Water Company for social water issues • Developing integrated water-energy-food (WEF Nexus) policies to align water management with energy and agricultural policies in the region. • Reviewing laws related to illegal wells, agricultural insurance, and water pricing to create sustainable incentives in the region. • Preparing allocation and management plans for different rainfall periods (normal, dry, and extremely dry) and timeframes (short, medium, and long-term), involving stakeholders. <p>Economics-Oriented Recommendations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Providing incentives for alternative employment creation, such as establishing processing industries for agricultural products, and report on the provincial business development and sustainable employment plan (Takapo plan) in the region. • Establishing risk-sensitive insurance schemes alongside equitable pricing of agricultural products in the region. <p>Infrastructure-Oriented Recommendations:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completing and optimizing the performance of the canals and drainage networks of the Gelvard Dam. • Completing and fully implement comprehensive land drainage projects in the region. |

۵- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از قواعد رسمی کشور، گزارش‌های مختلف استانی، مصاحبه با افراد مرتبط با مساله بوده است. لذا بدین‌وسیله از همکاری بنیاد ملی نخبگان کشور، شرکت آب منطقه‌ای مازندران و دیگر سازمان‌ها و افراد دخیل در پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

- 1- Drivers, Pressures, State, Impact, and Response
- 2- Water Energy Food Nexus
- 3- Drivers
- 4- Pressures
- 5- State
- 6- Impacts
- 7- Responses

- Afedor D, Amankwah E, & Takase M (2024) Application of DPSIR model to ascertain driving forces and their impacts on the Volta basin. *Heliyon* 10(19):e38734
- Antwi S H, Stephens C G, Rolston A, Getty D, & Linnane S (2025) Public participation in environmental decision-making: A Water sector perspective. *Environmental and Sustainability Indicators* 26:100656
- Asali M & Ahmadvpour A (2023) Analysis of mechanisms to improve the agricultural water resources management in paddy fields. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal* 18:197–211 (In Persian)
- Baocheng H, Jamil A, Bellaoulah M, Mukhtar A, & Clauvis N K (2024) Impact of climate change on water scarcity in Pakistan, Implications for water management and policy. *Journal of Water and Climate Change* 15(8):3602–3623
- Benarroch A, Rodríguez-Serrano M, & Ramírez-Segado A (2021) New Water culture versus the traditional design and validation of a questionnaire to discriminate between both. *Sustainability* 13(4):25-39
- Deng W, Li M, & Guo Y (2025) Research on fuzzy evaluation of ecological safety of land resources in Pearl River Delta area based on DPSIR framework. *Scientific Reports* 15(1):8059
- Fazloulou R & Pouryazdankhah H (2023) Investigation the citrus yield reduction affected by groundwater salinity in Mazandaran Province. *Journal of Watershed Management Research* 14(27):52–62
- Fazloulou R, Saraf S, Vejahat J, & Emadi A (2024) Application of artificial intelligence-based methods in estimating water consumption productivity (Case Study: Sari City). *Journal of Water and Sustainable Development* 11(3):131–142 (In Persian)
- Gholipor E, Alipor A, & Jamali S M (2021) Drinking water situation in Mazandaran province; challenges ahead, solutions and spatial planning. *International Conference on Crisis Management, Land Planning and Sustainable Development* 16(7):124–131 (In Persian)
- Goli I, Kriauciūnienė Z, Zhang R, Bijani M, Kabir Koochi P, Rostamkalaei S A, Lopez-Carr D, & Azadi H (2024) Contributions of climate smart agriculture toward climate change adaptation and food security: The case of Mazandaran Province, Iran. *Trends in Food Science and Technology* 152:385-402
- Guo L, Wu Y, Huang F, Jing P, & Huang Y (2024) An approach to complex transboundary water management in Central Asia: Evolutionary cooperation in transboundary basins under the water-energy-food-ecosystem nexus. *Journal of Environmental Management* 351:119940
- Hao L, Zhang S, Zhang F, Ren Y, Zhang X, & Yan J (2025) Balancing water saving, market attractiveness, and pollution control in crop spatial planting structure planning of arid regions. *Agricultural Water Management* 309:109348
- Jafari F, Moradi H, & Bagheri A (2024) River discharge changes in eastern watersheds of Mazandaran Province under the impact of climate change. *Journal of Watershed Management Research* 15(1):14–28 (In Persian)
- Kapetas L, Kazakis N, Voudouris K, & McNicholl D (2019) Water allocation and governance in multi-stakeholder environments: insight from Axios Delta, Greece. *Science of The Total Environment* 695:133831
- Kehinde M O, Bharadwaj L A, Bataebo S, & Schuster-Wallace C J (2025) Principles, barriers, and challenges of Indigenous water governance around the world. *Environmental Science & Policy* 164:103987
- Kikha A, Khanlari A, Kikha A H, & Saboohi M (2020) The impact of climate change on land use and agricultural performance in Mazandaran Province. *Environmental Science and Technology* 22(10):93–104 (In Persian)
- Lazaro L L B, Giatti L L, Bermann C, Giarolla A, & Ometto J (2021) Policy and governance dynamics in the water-energy-food-land nexus of biofuels: Proposing a qualitative analysis model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 149:111384
- Lee M, Yoon J H, Yang J E, Namkoong S, & Kim H (2024) Stakeholder analysis for effective implementation of water management system: Case of groundwater charge in South Korea. *Heliyon* 10(3):84-103
- Li J, He W, Jiang E, Yuan L, Qu B, Degefu D M, & Ramsey T S (2024) Evaluation and prediction of water security levels in Northwest China based on the DPSIR model. *Ecological Indicators* 163:112045
- Malekhosseini B, Holisaz A, & Mohammadi Kangarani H (2024) Pathology of the vertical relationship between government and stakeholders in water resource management. *Majlis and Rahbord* 31(119):73–104 (In Persian)
- MayaJariego I (2024) Using stakeholder network analysis to enhance the impact of participation in water governance. *Humanities and Social Sciences Communications* 11(1):1–6

- Mazandaran Agricultural Jihad Organization (2018) Cultivated area and agricultural production statistics of mazandaran province. 1–238 (In Persian)
- Mazandaran Water and Wastewater Company (2020) Mazandaran Province comprehensive drinking water plan. Mazandaran Water and Wastewater Company 1-164 (In Persian)
- Mfarrej M F B (2025) Exploring the nexus between climate change, water scarcity, and security dynamics in the Middle East and North Africa. *Next Research* 100168
- Ministry of Energy (2016a) Water resources balance update report. Baseline studies of surface and groundwater 1-18 (In Persian)
- Ministry of Energy (2021b) Water resources balance update report. Baseline Studies of Surface and Groundwater, Mazandaran Regional Water Company 1-21 (In Persian)
- Ministry of Energy (2021c) Mazandaran Province water development document. Report on Integrated Assessments of Water Resources and Uses 1-196 (In Persian)
- Mishra B K, Kumar P, Saraswat C, Chakraborty S, & Gautam A (2021) Water security in a changing environment: Concept, challenges and solutions. *Water* 13(4):490-509
- Morid S, Hashemi F, Arab D, & Rajabi Hashjin M (2022) Required substrates and processes for adaptation to climate change in the official water sector organization of the Iran's Ministry of Energy. *Iran-Water Resources Research* 18(2):82–97 (In Persian)
- Nabiafjadi S, Sharifzadeh M, Fami H S, & Ahmadvand M (2024) A comparative analysis of good water governance in Iran's water-poor basins. *Water Resources Management* 16(3):1–20 (In Persian)
- Ouyang R, Mu E, Yu Y, Chen Y, Hu J, Tong H, & Cheng Z (2024) Assessing the effectiveness and function of the water resources tax policy pilot in China. *Environment, Development and Sustainability* 26(1):2637–2653
- Pahl-Wostl C, Gorris P, Jager N, Koch L, Lebel L, Stein C, Venghaus S, & Withanachchi S (2021) Scale-related governance challenges in the water–energy–food nexus: Toward a diagnostic approach. *Sustainability Science* 16(2):615–629
- Pirnia A, Habibnejad Roshan M, & Soleimani K (2015) Analysis of temperature and precipitation changes in the southern coasts of the Caspian Sea and their comparison with global and Northern Hemisphere trends. *Watershed Management Research Journal* 6(11):90–102 (In Persian)
- Rahbarqazi M & Taleihur R (2024) Challenges of water governance in Iran: Analyzing causes and consequences from a grounded theory perspective. *Politics Quarterly* 54(3):32-47 (In Persian)
- Sadeghi S, Shahnazari A (2024) Evaluation and prioritization of strategies to improve the current situation of the agricultural sector of Mazandaran Province using the Fuzzy TOPSIS Method. *Journal of Entrepreneurial Strategies in Agriculture* 11(1):1–16 (In Persian)
- Saghafi S, Taghizade Firozjaee T, & Golbabaee Kootenaee F (2025) Assessment of drinking water quality in Mazandaran Province, Iran. *Iranica Journal of Energy & Environment* 16(2):364–371 (In Persian)
- Salehpor Milani M M, Rezaian A R, & Zaradini F (2023) The zoning of flood risk potential in the Nekarod Cachment, Neka- Mazandaran. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards* 10(1):23–40 (In Persian)
- Shakeri Rostami H, Bagheri A, & Sadoddin A (2022) Assessment of flood risk governance in the 2019 flood events in Golestan Province. *Iran-Water Resources Research* 18(1):145–165 (In Persian)
- Song S, Wen H, Wang S, Wu X, Cumming G S, & Fu B (2024) Quantifying the effects of institutional shifts on water governance in the Yellow River Basin: A social-ecological system perspective. *Journal of Hydrology* 629:130638
- Statistical Center Iran (2016) Detailed results of the 1395 general population and housing census. (In Persian)
- Taleghani N, Moridi A, & Khalili R (2025) Temporal and spatial zoning of qualitative and toxic pollution along the protected Mazandaran River. *Journal of Water and Irrigation Management* 14(1):64-82 (In Persian)
- Vannevel R (2018) Using DPSIR and balances to support water governance. *Water* 10(2):118-136
- Whitley H (2024) Exogenous, endogenous, and peripheral actors: A situational analysis of stakeholder inclusion within transboundary water governance. *Sustainability* 16(9):3647
- Zabardast Rostami H, Raeeini Sarjaz M, & Gholami Sefidkouhi M (2021) Assessment of climate change effects on river flow of Gelevard Dam Basin. *Journal of Watershed Management Research* 12(24):205–216 (In Persian)