



Identification of key social-ecological drivers of integrated management of Taleghan watershed

Mehdi Ghorbani^{1✉} | Melika Maleki Aderani² | Khaled Ahmadaali³ | Majid Rahimi⁴ | Hannaneh Sadat Sadat Mousavi⁵

1. Corresponding Author, Department of Arid and Mountainous Areas Rehabilitation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: mehghorbani@ut.ac.ir
2. Department of Arid and Mountainous Areas Rehabilitation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: malekimelika379@gmail.com
3. Department of Irrigation and Reclamation Engineering, Faculty of Agriculture, Faculties of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: khahmadauli@ut.ac.ir
4. Researcher, Social Business Institute, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: rahimi74@ut.ac.ir
5. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: h.sadatmousavi@ut.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received 23 March 2025 Received in revised form 18 May 2025 Accepted 17 June 2025 Published online 20 June 2025 Keywords: <i>Complex systems,</i> <i>Social-ecological system,</i> <i>Social network analysis,</i> <i>Social participation,</i> <i>Taleghan watershed.</i>	Integrated Watershed Management (IWM) is an integrated approach that addresses economic, social, and environmental issues simultaneously with the aim of coordinated management of water, soil, and vegetation resources. This research was conducted with the goal of identifying the social and ecological drivers affecting the integrated management of the Taleghan watershed. In order to identify the social and ecological drivers and extract and examine the relationships between the drivers affecting the integrated management of the Taleghan watershed, the research literature review method was used, and the network analysis method was used to examine the relationships between the drivers affecting the comprehensive management of the watershed. For this purpose, the collected data were examined and analyzed using UCINET 6 software. Analysis of the Taleghan Integrated Watershed Management Network showed that the network density was 21%, the network concentration was 47.22%, the periphery was 33.44%, and the network transferability was 63.87%, which indicates mutual interactions and easy transfer of information. The average geodesic distance was 2.085, which indicates the proximity of the drivers. The central drivers included environmental attitudes, education and awareness, community participation, and government policies, which had a direct impact on management, while peripheral drivers such as local culture, economic development, and legal systems had an indirect impact. Considering the challenges such as soil erosion, land use changes and water resource pollution that result from lack of effective management, adopting integrated approaches is essential to solve this need. Therefore, this research can be a basis for developing effective management policies and programs that aim to preserve natural resources and improve the quality of life of the region's residents.
Cite this article: Ghorbani, M., Maleki Aderani, M., Ahmadaali, K., Rahimi, M., & Sadat Mousavi, H.S. (2025). Identification of key social-ecological drivers of integrated management of Taleghan watershed. <i>Journal of Natural Environment</i>, 78 (1), 57-72. DOI: http://doi.org/10.22059/jne.2025.392514.2790	
© The Author(s). Publisher: University of Tehran Press. DOI: http://doi.org/10.22059/jne.2025.392514.2790	



شناسایی پیشران‌های کلیدی اجتماعی-اکولوژیک مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان

مهدی قربانی^۱ | ملیکا ملکی آدرانی^۲ | خالد احمدآلی^۳ | مجید رحیمی^۴ | حنا سادات سادات موسوی^۵

۱. نویسنده مسئول، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: mehghorbani@ut.ac.ir

۲. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: malekimelika379@gmail.com

۳. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: khahmadauli@ut.ac.ir

۴. پژوهشگر، مؤسسه کسب و کار اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: rahimi74@ut.ac.ir

۵. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: h.sadatmousavi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	مدیریت جامع حوزه آبخیز (IWM) رویکردی جامع است که با هدف مدیریت هماهنگ منابع آب، خاک و پوشش گیاهی، به مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی به طور همزمان می پردازد. این پژوهش با هدف شناسایی پیشران‌های اجتماعی-اکولوژیک مؤثر بر مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان انجام شده است. به منظور شناسایی پیشران‌های اجتماعی-اکولوژیک و استخراج و بررسی روابط میان پیشران‌های مؤثر بر مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان از روش مرور منابع پژوهشی استفاده و با روش تحلیل شبکه به بررسی روابط میان پیشران‌های اثرگذار بر مدیریت جامع حوزه پرداخته شد. بدین منظور داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار UCINET 6 مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. تحلیل شبکه مدیریت یکپارچه حوزه آبخیز طالقان نشان داد که تراکم شبکه ۲۱٪، تمرکز شبکه ۴۷/۲۲٪، دوسویگی ۳۳/۴۴٪ و انتقال پذیری شبکه ۶۳/۸۷٪ بود که تعاملات متقابل و انتقال آسان اطلاعات را نشان می دهد. میانگین فاصله ژئودزیک نیز ۲/۰۸۵ بود که نزدیکی پیشران‌ها را بیان می کند. پیشران‌های مرکزی شامل نگرش‌های محیط زیستی، آموزش و آگاهی، مشارکت جامعه و سیاست‌های دولتی بودند که تأثیر مستقیمی بر مدیریت داشتند، در حالی که پیشران‌های پیرامونی مانند فرهنگ محلی، توسعه اقتصادی و سیستم‌های قانونی به طور غیرمستقیم اثرگذار بودند. با توجه به چالش‌هایی مانند فرسایش خاک، تغییرات کاربری اراضی و آلودگی منابع آب که ناشی از عدم مدیریت مؤثر هستند، اتخاذ رویکردهای یکپارچه برای حل این ضرورت می یابد. بنابراین، این تحقیق می تواند مبنایی برای توسعه سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریتی مؤثر باشد که هدف آن حفظ منابع طبیعی و ارتقای کیفیت زندگی ساکنان منطقه است.
کلیدواژه‌ها: تحلیل شبکه‌های اجتماعی، نظام اجتماعی-اکولوژیک، نظام‌های پیچیده، مشارکت اجتماعی، مدیریت حوزه آبخیز.	

استناد: قربانی، مهدی؛ ملکی آدرانی، ملیکا؛ احمدآلی، خالد؛ رحیمی، مجید؛ و سادات موسوی، حنا سادات (۱۴۰۴). شناسایی پیشران‌های کلیدی اجتماعی-اکولوژیک

مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان. محیط زیست طبیعی، ۷۸ (۱)، ۷۲-۵۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2025.392514.2790>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

آبخیزداری به عنوان یک جزء حیاتی در توسعه پایدار شناخته می‌شود، به‌ویژه در شرایط افزایش تقاضای آب جهانی، تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت (Naji et al., 2024). حوزه آبخیز طالقان در ایران به عنوان یک مطالعه موردی مهم، بر ضرورت رویکردهای مدیریت یکپارچه تأکید می‌کند که هم یکپارچگی اکولوژیک و هم عوامل اقتصادی-اجتماعی را در نظر می‌گیرد (Haji Mohammadi et al., 2024). مدیریت مؤثر حوزه‌های آبخیز نیازمند درک تعاملات پیچیده بین فعالیت‌های انسانی و فرآیندهای محیطی است که اغلب با حلقه‌های بازخوردی مشخص می‌شود و می‌تواند نتایج پایداری را افزایش یا کاهش دهد (Bodin, 2017; Rahimi et al., 2024). اهمیت آبخیزداری در اطمینان از استفاده پایدار و مدیریت منابع آب، که برای آب آشامیدنی، کشاورزی، صنعت و حفظ تنوع زیستی ضروری هستند، غیرقابل انکار است (Tang and Adesina, 2022). در مناطق مختلف مانند حوزه آبخیز طالقان، که کمبود آب و تخریب محیط‌زیست مسائل مهمی هستند، مدیریت مؤثر حوزه آبخیز می‌تواند این چالش‌ها را کاهش دهد (Ebrahimiazarkharan et al., 2020).

ضرورت مدیریت جامع حوزه آبخیز در سال‌های اخیر به دلیل تأثیرات قابل توجه محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی آن به طور فزاینده‌ای آشکار شده است. مدیریت جامع حوزه آبخیز (IWM) یک رویکرد جامع است که با هدف مدیریت هماهنگ منابع طبیعی، به مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی به‌طور همزمان می‌پردازد (Basuki et al., 2022). این رویکرد برای اطمینان از استفاده پایدار و حفاظت از منابع آبی که برای بقای انسان، تعادل اکولوژیک و توسعه اقتصادی حیاتی هستند، ضروری است. مدیریت جامع حوزه آبخیز شامل مدیریت جامع همه منابع طبیعی در یک حوزه آبخیز، از جمله آب، زمین و زیست‌بوم‌ها، برای دستیابی به توسعه پایدار است (Tang and Adesina, 2022). این رویکرد بر ادغام روش‌های مدیریتی مختلف و مشارکت گرداران برای پرداختن به مسائل متصل در یک حوزه آبخیز تأکید دارد (Wang et al., 2016; Vasić et al., 2024; Ghafari et al., 2024). درگیر کردن جوامع محلی، نهادهای دولتی و سایر گرداران در برنامه‌ریزی و اجرای روش‌های مدیریت حوزه آبخیز برای تضمین موفقیت و پایداری این تلاش‌ها ضروری است (Narendra et al., 2021). روش‌های مشارکتی به ایجاد توافق، حل تعارضات و بهره‌گیری از دانش و منابع محلی کمک می‌کنند. مدیریت جامع حوزه آبخیز نیازمند تعادل بین اهداف مختلفی مانند به حداقل رساندن تأثیرات محیط‌زیستی، حداکثر کردن منافع اقتصادی و تضمین عدالت اجتماعی است (Reed et al., 2016). این امر مستلزم استفاده از ابزارها و مدل‌های تصمیم‌گیری است که می‌توانند با تجارت‌های پیچیده مقابله کرده و استفاده بهینه از منابع را بهینه کنند.

باتوجه به ماهیت پویای حوزه‌های آبخیز و عدم قطعیت‌های مرتبط با تغییرات محیط‌زیستی و اجتماعی-اقتصادی، مدیریت سازگار یکی از اجزای کلیدی مدیریت جامع حوزه آبخیز است (O'Connell, 2017). این رویکرد شامل پایش مداوم، یادگیری و تنظیم روش‌های مدیریت براساس اطلاعات جدید و شرایط متغیر است. استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند سنجش از دور، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌های شبیه‌سازی نیز اثربخشی مدیریت حوزه آبخیز را با ارائه داده‌های دقیق، تسهیل تحلیل و پشتیبانی از فرآیندهای تصمیم‌گیری افزایش می‌دهد (Cao et al., 2022).

مدیریت مؤثر جامع حوزه آبخیز نیازمند هماهنگی بین نهادها و بخش‌های مختلف است که به دلیل تفاوت در مأموریت‌ها، اولویت‌ها و ظرفیت‌ها می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. برای غلبه بر این چالش‌ها، توسعه ساختارهای حکمرانی یکپارچه و تقویت همکاری بین گرداران حیاتی است (Wang et al., 2016). همچنین، تغییرات اقلیمی خطرات قابل توجهی برای منابع آب ایجاد می‌کنند، از جمله تغییر الگوهای بارشی، افزایش دفعات وقوع رویدادهای آب و هوایی شدید و افزایش دما. بنابراین، مدیریت جامع حوزه آبخیز باید استراتژی‌هایی برای سازگاری با تغییرات اقلیمی را دربرگیرد تا تاب‌آوری حوزه‌های آبخیز را افزایش داده و پایداری منابع آب را تضمین کند (Wasko et al., 2021).

از طرفی، ایجاد سیاست‌ها و چارچوب‌های قانونی حمایتی برای ترویج روش‌های مدیریت جامع حوزه آبخیز ضروری است (Pahl-Wostl et al., 2020). این شامل ایجاد انگیزه‌هایی برای استفاده پایدار از منابع، اجرای مقررات برای حفاظت از کیفیت آب و تضمین همسو شدن روش‌های مدیریت با اهداف توسعه گسترده‌تر می‌شود. ظرفیت‌سازی جوامع محلی، نهادهای دولتی و سایر گرداران برای اجرای موفقیت‌آمیز مدیریت جامع حوزه آبخیز نیز حیاتی است (Bremer et al., 2020). این شامل ارائه

آموزش، منابع و پشتیبانی فنی برای افزایش توانایی آنها در مدیریت مؤثر منابع حوزه آبخیز می‌شود. در نهایت، مدیریت جامع حوزه آبخیز به مسائل پیچیده و متصل مرتبط با آب، زمین و زیست‌بوم‌ها درون یک حوزه آبخیز می‌پردازد. با ترویج استفاده پایدار از منابع، توسعه اقتصادی، حفاظت از محیط‌زیست و رفاه اجتماعی، مدیریت جامع حوزه آبخیز نقشی حیاتی در دستیابی به توسعه پایدار و جلوگیری از بحران‌های آبی ایفا می‌کند. موفقیت آن به مشارکت مؤثر گرداران، مدیریت سازگار، یکپارچه‌سازی فناوری و سیاست‌ها و نهادهای حمایتی بستگی دارد. در مطالعات مختلف مرتبط با مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، نقش مؤثر عوامل اجتماعی و محیطی برجسته شده است. Zeng و همکاران (۲۰۲۳) مشارکت مؤثر ذی‌نفعان را عامل کلیدی در تقویت اعتماد و بهبود حکمرانی محیطی معرفی می‌کنند. Amouzegari و همکاران (۲۰۲۴) با تحلیل حوزه آبخیز کارون، ضرورت آمادگی در برابر وقایع حدی و بهره‌گیری از رویکرد تفکر سیستمی در مواجهه با تغییرات اقلیمی را برجسته ساخته‌اند. Ghorbani و همکاران (۲۰۲۴) نیز بر نقش ساختار اجتماعی در ارتقای همکاری میان ذی‌نفعان و مدیریت مؤثر منابع تأکید دارند. در حوزه مدیریت شهری، Moradi و Chadehagani (۲۰۱۹) به نقش کنشگران کلیدی در جهت‌دهی به تصمیمات سیاسی و تعامل نهادی در بهره‌برداری پایدار از منابع اشاره کرده‌اند. همچنین، Lin و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده‌اند که ساختارهای شبکه‌ای با تقویت ارتباطات میان ذی‌نفعان، زمینه‌ساز بهبود مدیریت منابع در بسترهای اجتماعی-اکولوژیک پیچیده هستند. از این‌رو این پژوهش با هدف شناسایی پیشران‌های اجتماعی-اکولوژیک مؤثر بر مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان و تعیین میزان تأثیر هر یک از این پیشران‌ها در مدیریت جامع این حوزه انجام شده است.

روش‌شناسی پژوهش

منطقه پژوهش: محدوده مورد مطالعه از منظر موقعیت جغرافیایی میان مختصات $36^{\circ}05'$ تا $36^{\circ}08'$ عرض شمالی و $50^{\circ}05'$ تا $51^{\circ}05'$ طول شرقی واقع شده است (Ebrahimi et al., 2020). منطقه طالقان کوهستان‌های بسیار مرتفع و گاهاً صعب‌العبور دارد. این منطقه از غرب به توابع قزوین، کردان و برغان، از جنوب به شهرستانک، از شمال شرق به حوزه نوشهر و از شمال غرب به حوزه الموت محدود شده است (Nazari Samani et al., 2013). حوزه آبخیز طالقان یکی از شاخه‌های آبخیز سفیدرود محسوب می‌شود که در دامنه جنوبی رشته‌کوه‌های البرز در شمال غرب کرج واقع شده است. این منطقه با وسعتی حدود ۱۱۱ هزار هکتار، در فاصله ۱۰۵ کیلومتری مرکز استان البرز (کرج) و ۱۲۰ کیلومتری شمال غربی تهران قرار گرفته است. حدود ۶۳ درصد از مساحت این شهرستان به دلیل وجود ارتفاعات و شیب‌های منتهی به سد طالقان، به عنوان یکی از منابع مهم تأمین آب در زمرة اراضی حفاظتی قرار گرفته است (Ebrahimi et al., 2020). ارتفاع حوزه از سطح دریا ۲۷۳۵ متر است و میانگین درجه حرارت و بارش سالانه در منطقه به ترتیب $11/4$ درجه سانتی‌گراد و $485/8$ میلی‌متر است (Mohammadi et al., 2024). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه را نمایش می‌دهد.

روش پژوهش: در این تحقیق، از روش تحلیل شبکه اجتماعی برای استخراج و بررسی روابط میان عوامل و پیشران‌های مؤثر بر مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان استفاده شده است. هدف اصلی این پژوهش، ارائه یک درک جامع از پیچیدگی‌های پویایی‌های اجتماعی-اکولوژیک در مدیریت جامع این حوزه آبخیز بوده است. در این راستا، پیشران‌های محتمل تأثیرگذار بر مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان در جدول ۱ ذکر شده‌اند. این پیشران‌ها با استفاده از مرور منابع پژوهشی مرتبط و روش مرور کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده‌اند. سپس با استفاده از روش تحلیل شبکه پیشران‌ها، کلیدی بودن پیشران‌ها و ساختار این شبکه مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها: به منظور تحلیل شبکه، داده‌های مربوط به پیشران‌ها از منابع مختلف جمع‌آوری شدند. این داده‌ها از ادبیات موجود، نظرسنجی‌ها، و مطالعات قبلی که بر مدیریت جامع حوزه آبخیز تمرکز داشتند، استخراج شدند. یک پرسشنامه تحلیل شبکه توسط ۳۷ متخصص که قبلاً تحقیقاتی در مورد حوزه آبخیز طالقان انجام داده بودند، تکمیل شد. ابزارهای تحلیل شبکه برای نقشه‌برداری از روابط بین این عوامل به کار گرفته شدند. داده‌های جمع‌آوری شده سازماندهی شدند تا ارتباطات میان پیشران‌ها تجسم یابد و درک واضح‌تری از چگونگی تأثیرگذاری آنها بر یکدیگر فراهم شود. سوال اصلی طراحی شده در این پژوهش وجود

رابطه اثرگذاری بین پیشران‌های مورد نظر براساس نظر متخصصین بوده است و از طیف لیکرت جهت تکمیل آن استفاده شده است.

شاخص‌های سطح کلان شبکه شامل تراکم، تمرکز درجه، دوسوییگی، انتقال‌پذیری و میانگین فاصله ژئودزیک با هدف ارزیابی و دریافت شمای کلی از شبکه پیشران‌های مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان محاسبه شدند. همچنین شاخص مرکز-پیرامون نیز به‌عنوان یک شاخص سطح میانی شبکه به‌منظور شناسایی پیشران‌های مرکزی و پیرامونی در این شبکه محاسبه شد. شاخص‌های سطح خرد شبکه، شامل مرکزیت درجه، مرکزیت بینابینی و مرکزیت مجاورت نیز برای ارزیابی تأثیر و اهمیت هر عامل در چارچوب کلی شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان محاسبه شدند. تحلیل شبکه روشی است که برای تجزیه و تحلیل و تجسم روابط و تعاملات میان موجودیت‌های مختلف به کار می‌رود و به محققان این امکان را می‌دهد تا ساختار و پویایی‌های سیستم‌های پیچیده را شناسایی کنند (Rahimi et al., 2023). شاخص‌های مرکزیت در این تحلیل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند، زیرا اهمیت گره‌ها (یا عوامل) را در یک شبکه کمی‌سازی می‌کنند (Nezami et al., 2024). بدین‌منظور داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار UCINET 6 مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند. همچنین گراف روابط پیشران‌ها در نرم‌افزار Gephi 10.1 طراحی گردیده و تحلیل‌های مربوطه انجام شد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (منبع: محاسبات تحقیق)

جدول ۱- پیشران‌های شناسایی شده مؤثر بر مدیریت جامع حوزی آبخیز طالقان (منبع: محاسبات تحقیق)

پیشران	گزاره	منبع
نگرش‌های محیط‌زیستی	باورها و نگرش‌های مردم نسبت به حفاظت از حوزه آبخیز	(Noor et al., 2018; Karimi et al., 2019; Chen et al., 2023)
آموزش و آگاهی	سطح آموزش عمومی در مورد مدیریت حوزه آبخیز	(Noor et al., 2018; Thapa et al., 2022; Motavalli et al., 2024)
فرهنگ محلی	سنت‌ها و ارزش‌های فرهنگی مرتبط با استفاده از منابع طبیعی	(Saber et al., 2014; Noor et al., 2018; Barzegar et al., 2019; Nugroho et al., 2023)
مشارکت اجتماعی	میزان مشارکت مردم در تصمیم‌گیری‌های محیطی	(Soleimi Kouhi et al., 2017; Ebrahimi Azarkharan et al., 2019; Fatemi et al., 2021; Naderi et al., 2023)
اعتماد به نهادهای محلی	اعتماد جامعه به سازمان‌ها و نهادهای مرتبط با مدیریت آبخیز	(Salimi Kouhi et al., 2017; Bremer et al., 2020; Rahimi et al., 2022)
تجربه‌های گذشته	تأثیر تجربیات مثبت یا منفی گذشته مردم در مدیریت حوزه آبخیز	(Noor et al., 2018; Cao et al., 2022; Kouhani et al., 2024)
رسانه‌ها و اطلاع‌رسانی	نقش رسانه‌ها در افزایش آگاهی عمومی	(Noor et al., 2018; Naseryan Asl et al., 2021; Kornilov et al., 2022)
توسعه اقتصادی	تأثیر وضعیت اقتصادی بر رفتارهای مصرفی آب	(Noor et al., 2018; Zhang et al., 2022; Abkar et al., 2023)
سیاست‌های دولتی	تأثیر سیاست‌های ملی و محلی بر مدیریت حوزه آبخیز	(Noor et al., 2018; Ahmadi et al., 2020; Shaikh et al., 2024)
نظام‌های حقوقی	قوانین و مقررات مربوط به حفاظت از حوزه آبخیز	(Bani Asadi et al., 2017; Noor et al., 2018)
سازمان‌های غیر دولتی	نقش سمن‌ها در ارتقای آگاهی و آموزش	(Rahimi et al., 2023; Mosaferi Ziaoddini et al., 2024)
توزیع قدرت	نحوه توزیع قدرت در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و تأثیر آن بر جامعه	(Salimi Kouhi et al., 2017; Ghorbani et al., 2021; Rahimi et al., 2022)
مهاجرت	اثرات مهاجرت بر فشار بر حوزه آبخیز و تغییرات اجتماعی	(Moammari et al., 2022; Razmi et al., 2022; Abkar et al., 2023; Leder, 2024)
حمایت دولت	نقش حمایت‌های دولتی در پروژه‌های مدیریت حوزه آبخیز	(Daneshi et al., 2015; Wang et al., 2021; Molaei et al., 2023)
شبکه‌های اجتماعی	تأثیر شبکه‌های اجتماعی بر تبادل اطلاعات و آگاهی‌بخشی	(Ghorbani et al., 2015; Ebrahimi et al., 2019; Ghorbani et al., 2021)
پژوهش‌های علمی	نقش پژوهش‌های علمی در شناسایی چالش‌ها و راهکارها	(Bani Asadi et al., 2017; Widianingsih et al., 2021; Saedian et al., 2023)
آسیب‌پذیری اجتماعی	آسیب‌پذیری گروه‌های مختلف اجتماعی نسبت به تغییرات محیطی و اقتصادی	(Chamani et al., 2022; Shahraki et al., 2022; Scanlon et al., 2023; Ahmadi et al., 2023)
توسعه زیرساخت‌ها	نیاز به زیرساخت‌های مناسب برای مدیریت حوزه آبخیز	(Mikaeili Tabrizi et al., 2014; Abkar et al., 2023; Zarei Dastkordi et al., 2023; Canteiro et al., 2024)
تغییرات اقلیمی	تأثیر تغییرات اقلیمی بر الگوهای بارش و دما	(Asadi Nelivan et al., 2013; Mohammadi et al., 2014; Noor et al., 2018; Parkes et al., 2024; Sadeghi et al., 2024)
تغییرات کاربری اراضی	اثر تغییرات در کاربری زمین بر کیفیت و کمیت حوزه آبخیز	(Mohammadi et al., 2014; Noor et al., 2018; Fenta et al., 2023; Shad et al., 2023; Shafiee Zadeh et al., 202)
تنوع زیستی	تأثیر تنوع زیستی بر پایداری اکوسیستم‌های آبی	(Kiani et al., 2014; Kazemzadeh et al., 2021; Kharazi et al., 2022; Tjahjono et al., 2024)
فرسایش خاک	تأثیر فرسایش بر کیفیت خاک و حوزه آبخیز	(Kazemzadeh et al., 2021; Desta et al., 2024)
آلودگی حوزه آبخیز	اثرات آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی	(Armin et al., 2016; Nazari Samani et al., 2022; Rauh et al., 2024)

پیشران	گزاره	منبع
مدیریت الگوی کشت	تأثیر روش‌های کشاورزی بر حوزه آبخیز	(Daneshi et al., 2015; Mazraeh et al., 2022; Nugroho et al., 2023)
استفاده از فناوری‌های نوین	کاربرد فناوری‌های جدید در بهبود مدیریت حوزه آبخیز	(Fenta et al., 2023; Shafiei et al., 2023; Artimani et al., 2024)
حفاظت از خاک	اهمیت حفظ خاک برای جلوگیری از فرسایش و حفظ رطوبت	(Telles et al., 2023; Parvizi et al., 2024; Ahmadi Lemraski et al., 2024)
منابع طبیعی موجود	وضعیت فعلی منابع طبیعی مانند جنگل‌ها و مراتع	(Heydari et al., 2018; Jam et al., 2023; Abkar et al., 2024)
مدیریت پسماندها	تأثیر مدیریت صحیح پسماندها بر کیفیت حوزه آبخیز	(Sheikh et al., 2019; Kiani et al., 2021; Cheng et al., 2023; Rezapour et al., 2024)
جریان‌های آب سطحی	تغییرات در جریان‌های آب سطحی و تأثیر آن بر اکوسیستم	(Sudriani et al., 2023; Khadempour et al., 2024; Rezaei, 2024)
آب زیرزمینی	وضعیت ذخایر آب زیرزمینی و چالش‌های مرتبط با آن	(Woldearegay et al., 2024; Rezaei, 2024; Salajegheh et al., 2024)
نقش گیاهان بومی	تأثیر گیاهان بومی بر حفظ خاک و جلوگیری از فرسایش	(Segzi et al., 2019; Dehdari et al., 2021; Rigonato et al., 2023)
تنظیم اکوسیستم‌ها	نقش تنظیم‌کننده‌های طبیعی در حفظ تعادل اکولوژیکی	(Naderi et al., 2020; Fu et al., 2023; Mohammadiyari et al., 2024)

یافته‌های پژوهش

براساس جدول ۲، نتایج پژوهش نشان داد که پاسخ‌دهندگان (۳۷ نفر) عمدتاً در گروه سنی بین ۳۰ تا ۵۰ سال (۵۵/۶٪) قرار داشته، در حالی که ۱۸/۵٪ کمتر از ۳۰ سال و ۲۵/۹٪ بیشتر از ۵۰ سال سن داشته‌اند. از نظر جنسیت، ۵۹/۳٪ مرد و ۴۰/۷٪ زن بودند. همچنین، اکثریت پاسخ‌دهندگان (۸۸/۹٪) در نهادهای دولتی مشغول به کار بوده در حالی که تنها ۱۱/۱٪ در نهادهای غیر دولتی مشغول به فعالیت بوده‌اند. در زمینه سمت شغلی، ۷۷/۳٪ کارشناسان و ۲۲/۲٪ مدیران بودند. از نظر تحصیلات نیز، ۴۸/۱٪ دارای مدرک کارشناسی، ۳۷/۱٪ کارشناسی ارشد و ۱۴/۸٪ دکتری تخصصی بودند. این تنوع در تحصیلات نشان‌دهنده سطح بالای دانش و تخصص در میان پاسخ‌دهندگان است. انتخاب این متخصصین جهت تکمیل پرسشنامه براساس سابقه تحقیقاتی و اجرایی در حوزه آبخیز طالقان بوده است.

جدول ۲- جدول فراوانی مشخصات توصیفی پاسخگویان (درصد) (منبع: یافته‌های تحقیق)

سن		جنسیت		نهاد		سمت		تحصیلات			
کمتر از ۳۰	بین ۳۰ تا ۵۰	بیشتر از ۵۰	مرد	زن	دولتی	غیردولتی	مدیر	کارشناس	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری تخصصی
۱۸/۵	۵۵/۶	۲۵/۹	۵۹/۳	۴۰/۷	۸۸/۹	۱۱/۱	۲۲/۲	۷۷/۳	۴۸/۱	۳۷/۱	۱۴/۸

نتایج شاخص‌های سطح کلان شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان: نتایج شاخص‌های سطح کلان تحلیل شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان، ویژگی‌های مهمی از این شبکه را آشکار می‌کند (جدول ۳). تراکم شبکه با ۲۱٪ ثبت شده است، که نشان‌دهنده سطح پایین یکپارچگی و انسجام در روابط میان پیشران‌ها است. تمرکز شبکه ۴۷/۲۲٪ است، که حاکی از نقش محوری برخی پیشران‌ها در تصمیم‌گیری‌ها است. دوسویگی با میزان ۳۳/۴۴٪، وجود تعاملات متقابل و محدود میان پیشران‌ها را نشان می‌دهد. انتقال‌پذیری با ۶۳/۸۷٪، انتقال آسان اطلاعات و منابع بین پیشران‌ها را تأیید می‌کند، که می‌تواند به پیچیدگی مدیریت این حوزه کمک کند. میانگین فاصله ژئودزیک ۲/۰۸۵ محاسبه شد، که نشان‌دهنده نزدیکی نسبی پیشران‌ها به یکدیگر است و می‌تواند به تسهیل ارتباطات مؤثر بین آنها اشاره کند. این نتایج می‌توانند به شناسایی پیشران‌های کلیدی در مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان کمک کنند و مبنای مناسبی برای مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها فراهم آورند.

جدول ۳- شاخص‌های سطح کلان شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان (منبع: یافته‌های تحقیق)

شبکه	تراکم (درصد)	تمرکز (درصد)		دوسویگی	انتقال پذیری	میانگین فاصله ژئودزیک
		ورودی	خروجی			
مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان	۲۱	۴۷/۲۲	۳۳/۴۴	۶۳/۸۷	۱۴/۱۹	۲/۰۸۵

نتایج شاخص‌های سطح میانی شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان: جدول ۴ به شناسایی پیشران‌های مرکزی و پیرامونی در مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان پرداخته است. پیشران‌های مرکزی شامل عوامل کلیدی هستند که تأثیر مستقیمی بر مدیریت جامع حوزه آبخیز دارند. این عوامل عبارتند از: نگرش‌های محیط‌زیستی، آموزش و آگاهی، مشارکت اجتماعی، رسانه‌ها و اطلاع‌رسانی، سیاست‌های دولتی، حمایت دولت، آسیب‌پذیری اجتماعی، تغییرات اقلیمی، تنوع زیستی، مدیریت الگوی کشت، استفاده از فناوری‌های نوین. این عوامل به‌عنوان پیشران‌هایی برای تغییرات مثبت در سیاست‌ها و رفتارهای مرتبط با مدیریت جامع حوزه آبخیز عمل می‌کنند و نیاز به توجه ویژه در فرآیند مدیریت دارند.

از سوی دیگر، پیشران‌های پیرامونی شامل عواملی هستند که به‌طور غیرمستقیم بر شبکه تأثیر می‌گذارند. این عوامل عبارتند از: فرهنگ محلی، اعتماد به نهادهای محلی، تجربه‌های گذشته، توسعه اقتصادی، نظام‌های حقوقی، سازمان‌های غیر دولتی، توزیع قدرت، شبکه‌های اجتماعی، پژوهش‌های علمی، توسعه زیرساخت‌ها، تغییرات کاربری اراضی، فرسایش خاک، آلودگی منابع آب، حفاظت از خاک، منابع طبیعی موجود، مدیریت پسماندها و جریان‌های آب سطحی و آب زیرزمینی. این پیشران‌ها به‌عنوان زمینه‌سازهایی برای پیشران‌های مرکزی عمل کرده و می‌توانند تأثیرات آنها را تقویت یا تضعیف کنند. تحلیل این پیشران‌ها به درک بهتر ساختار شبکه و روابط پیچیده بین عوامل اجتماعی و اکولوژیک کمک کرده و مبنای مناسبی برای مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها در مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان فراهم می‌آورد.

جدول ۴- پیشران‌های مرکزی-پیرامونی شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان (منبع: یافته‌های تحقیق)

پیشران‌های مرکزی	پیشران‌های پیرامونی
نگرش‌های محیط‌زیستی، آموزش و آگاهی، مشارکت اجتماعی، رسانه‌ها و اطلاع‌رسانی، سیاست‌های دولتی، حمایت دولت، آسیب‌پذیری اجتماعی، تغییرات اقلیمی، تنوع زیستی، مدیریت الگوی کشت، استفاده از فناوری‌های نوین	فرهنگ محلی، اعتماد به نهادهای محلی، تجربه‌های گذشته، توسعه اقتصادی، نظام‌های حقوقی، سازمان‌های غیر دولتی، توزیع قدرت، شبکه‌های اجتماعی، پژوهش‌های علمی، توسعه زیرساخت‌ها، تغییرات کاربری اراضی، فرسایش خاک، آلودگی منابع آب، حفاظت از خاک، منابع طبیعی موجود، مدیریت پسماندها، جریان‌های آب سطحی، آب زیرزمینی، نقش گیاهان بومی، تنظیم اکوسیستم‌ها

نتایج شاخص‌های سطح خرد شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان: جدول ۵ به تحلیل چهار نوع مرکزیت در شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان پرداخته است. این شاخص‌ها شامل مرکزیت درجه ورودی، مرکزیت درجه خروجی، مرکزیت بینابینی و مرکزیت مجاورت بوده است. این شاخص‌ها به درک بهتر نقش و اهمیت هر پیشران در شبکه کمک می‌کنند. مرکزیت درجه ورودی نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری یک پیشران در جذب منابع و اطلاعات از سایر پیشران‌ها است. به‌عنوان مثال، آموزش و آگاهی با مرکزیت درجه ورودی ۳۰٪ و خروجی ۳۶/۶۷٪، یکی از پیشران‌های کلیدی است که توانایی جذب و انتقال اطلاعات را دارد. این موضوع اهمیت آموزش و آگاهی را در فرآیند مدیریت جامع حوزه آبخیز تأکید می‌کند. در مقابل، توسعه اقتصادی با پایین‌ترین مقادیر مرکزیت درجه ورودی (۳/۳۳٪) و خروجی (۶/۶۷٪)، نقش کمتری در شبکه دارد.

مرکزیت درجه خروجی نشان‌دهنده توانایی یک پیشران در انتقال اطلاعات و منابع به سایر پیشران‌ها است. این شاخص در کنار مرکزیت ورودی، اهمیت یک پیشران را در تعاملات شبکه نشان می‌دهد. مرکزیت بینابینی به نقش واسطه‌ای یک پیشران در تسهیل ارتباطات بین دیگر پیشران‌ها اشاره دارد. حفاظت از خاک با ۱۹/۵۵٪ بالاترین مقدار مرکزیت بینابینی را دارد که نشان‌دهنده اهمیت آن به‌عنوان یک پیشران کلیدی در ارتباطات میان سایر عوامل است. مرکزیت مجاورت به نزدیکی یک پیشران به دیگر پیشران‌ها اشاره دارد و نشان‌دهنده تعاملات نزدیک آنها با سایر عوامل است. حفاظت از خاک (۷۵٪) و استفاده از فناوری‌های نوین

(۶۳/۸۳٪) بالاترین مقادیر مرکزیت مجاورت را دارند، که اهمیت این دو عامل در تقویت همکاری‌ها و ایجاد شبکه‌ای مؤثر برای مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان را تأکید می‌کند.

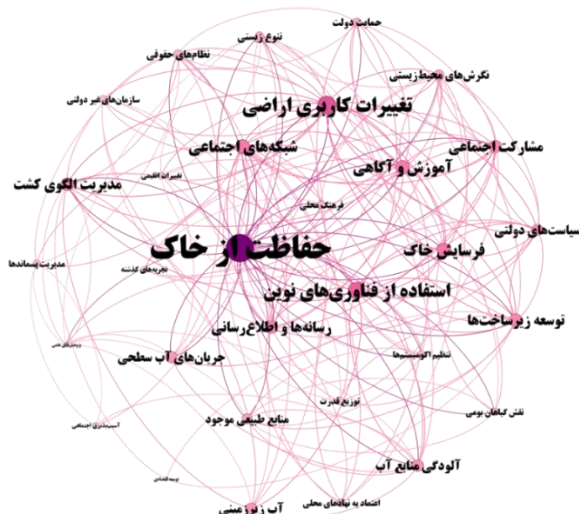
جدول ۵- شاخص‌های سطح خرد شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان (منبع: یافته‌های تحقیق)

پیشران	مرکزیت درجه ورودی	مرکزیت درجه خروجی	پیشران	مرکزیت درجه ورودی	مرکزیت درجه خروجی	پیشران	مرکزیت درجه ورودی	مرکزیت درجه خروجی
نگرش‌های محیط‌زیستی	۲۰/۰۰	۳۳/۳۳	توسعه زیرساخت‌ها	۵۶/۶۰	۳/۰۹	مرکزیت مجاورت	۵۷/۶۹	۵/۹۸
آموزش و آگاهی	۳۰/۰۰	۳۶/۶۷	تغییرات اقلیمی	۶۱/۲۲	۵/۷۹	مرکزیت بینابینی	۴۶/۸۷	۰/۶۷
فرهنگ محلی	۱۳/۳۳	۱۰/۰۰	تغییرات کاربری اراضی	۵۰/۸۴	۰/۹۹	مرکزیت مجاورت	۶۲/۵۰	۶/۹۹
مشارکت اجتماعی	۲۶/۶۷	۳۳/۳۳	تنوع زیستی	۵۷/۶۹	۴/۲۷	مرکزیت مجاورت	۵۶/۶۰	۳/۲۶
اعتماد به نهادهای محلی	۱۳/۳۳	۱۰/۰۰	فرسایش خاک	۴۶/۱۵	۰/۰۸	مرکزیت بینابینی	۵۶/۶۰	۳/۳۵
تجربه‌های گذشته	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	آلودگی منابع آب	۴۱/۶۶	۰/۱۲	مرکزیت بینابینی	۵۶/۶۰	۳/۴۸
رسانه‌ها و اطلاع‌رسانی	۲۶/۶۷	۳۰/۰۰	مدیریت الگوی کشت	۵۶/۶۰	۲/۰۴	مرکزیت مجاورت	۵۵/۵۵	۴/۱۷
توسعه اقتصادی	۳/۳۳	۶/۶۷	استفاده از فناوری‌های نوین	۴۰/۵۴	۰/۰۸	مرکزیت مجاورت	۶۳/۸۳	۷/۰۷
سیاست‌های دولتی	۲۳/۳۳	۲۳/۳۳	حفاظت از خاک	۵۴/۵۴	۰/۷۲	مرکزیت مجاورت	۷۵/۰۰	۱۹/۵۵
نظام‌های حقوقی	۱۶/۶۷	۲۶/۶۷	منابع طبیعی موجود	۵۴/۵۴	۲/۵۳	مرکزیت مجاورت	۵۲/۶۳	۱/۱۱
سازمان‌های غیر دولتی	۱۳/۳۳	۱۰/۰۰	مدیریت پسماندها	۴۶/۱۵	۰/۳۷	مرکزیت مجاورت	۴۷/۶۱	۰/۷۵
توزیع قدرت	۱۳/۳۳	۱۰/۰۰	جریان‌های آب سطحی	۴۵/۴۵	۰/۳۹	مرکزیت مجاورت	۵۱/۷۲	۰/۸۶
حمایت دولت	۱۶/۶۷	۲۰/۰۰	آب زیرزمینی	۵۲/۶۳	۰/۶۰	مرکزیت مجاورت	۵۱/۷۲	۱/۱۳
شبکه‌های اجتماعی	۳۰/۰۰	۴۳/۳۳	نقش گیاهان بومی	۶۵/۲۱	۱۳/۵۲	مرکزیت مجاورت	۴۷/۶۱	۰/۱۹
پژوهش‌های علمی	۳/۳۳	۳۰/۰۰	تنظیم اکوسیستم‌ها	۵۴/۵۴	۲/۵۲	مرکزیت مجاورت	۴۸/۳۸	۰/۶۰
آسیب‌پذیری اجتماعی	۶/۶۷	۶/۶۷		۴۴/۷۷	۰/۰۸	مرکزیت مجاورت		

نتایج جدول ۵ نشان داد که در شبکه مدیریت جامع آبخیز طالقان، چندین پیشران کلیدی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرند. نگرش‌های محیط‌زیستی با مرکزیت درجه ورودی ۲۰٪ و خروجی ۳۳/۳۳٪، به عنوان یک عامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری‌های مدیریتی خود را نشان می‌دهند. مشارکت اجتماعی نیز با ۲۶/۶۷٪ ورودی و ۳۳/۳۳٪ خروجی، نقش مهمی در ایجاد تعاملات مثبت میان گروداران ایفا می‌کند. آلودگی منابع آب با ۲۳/۳۳٪ ورودی و ۱۶/۶۷٪ خروجی، چالش‌هایی را نمایان می‌کند که باید در مدیریت جامع این حوزه به آنها توجه شود. تغییرات کاربری اراضی با مرکزیت درجه ورودی ۴۰٪ و خروجی ۳۶/۶۷٪، تأثیرات قابل توجهی بر ساختار اکوسیستم‌ها و منابع طبیعی این منطقه دارد. تحلیل این شاخص‌ها نه تنها به شناسایی نقاط قوت و ضعف در روابط بین عوامل مختلف کمک می‌کند، بلکه مبنای مناسبی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی فراهم می‌آورد تا بتوان راهکارهای

مؤثری برای بهبود مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان ارائه داد. این نتایج می‌توانند به‌عنوان یک ابزار راهنما برای سیاست‌گذاران و مدیران محلی مورد استفاده قرار گیرند تا براساس شواهد موجود، برنامه‌های مؤثری برای حفظ منابع طبیعی و توسعه پایدار منطقه طراحی کنند.

برای نمایش موقعیت پیشران‌ها در شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان، از نمودارهای مختلفی استفاده شده است که براساس چهار شاخص سطح خرد، روابط متقابل و ساختار شبکه‌ای پیشران‌ها را به‌صورت واضح نشان می‌دهند. این نمودارها به تحلیل و درک بهتر پویایی‌های موجود در مدیریت آبخیز کمک می‌کنند. شکل ۲ موقعیت پیشران‌ها را براساس شاخص مرکزیت درجه ورودی نشان می‌دهد. این شاخص میزان تأثیرگذاری هر پیشران در جذب اطلاعات و منابع از سایر پیشران‌ها را مشخص می‌کند و به شناسایی پیشران‌های کلیدی که نقش محوری‌تری در فرآیندهای ورودی دارند، کمک می‌کند. شکل ۳ به شاخص مرکزیت درجه خروجی اختصاص دارد و موقعیت پیشران‌ها را براساس توانایی آنها در انتقال اطلاعات و منابع به دیگر پیشران‌ها نشان می‌دهد. این اطلاعات برای شناسایی پیشران‌هایی که توانایی بالایی در انتشار اطلاعات دارند، بسیار مفید است. شکل ۴، موقعیت پیشران‌ها براساس شاخص مرکزیت بینابینی ترسیم شده است. این شاخص نشان‌دهنده نقش واسطه‌ای هر پیشران در تسهیل ارتباطات بین دیگر پیشران‌هاست و به شناسایی عوامل کلیدی که ارتباطات را تسهیل می‌کنند، کمک می‌کند. شکل ۵ موقعیت پیشران‌ها را براساس شاخص مرکزیت مجاورت نمایش می‌دهد. این شاخص نشان‌دهنده نزدیکی و تعاملات نزدیک بین پیشران‌هاست و می‌تواند به ما بگوید کدام پیشران‌ها در شبکه دارای روابط قوی‌تری هستند.



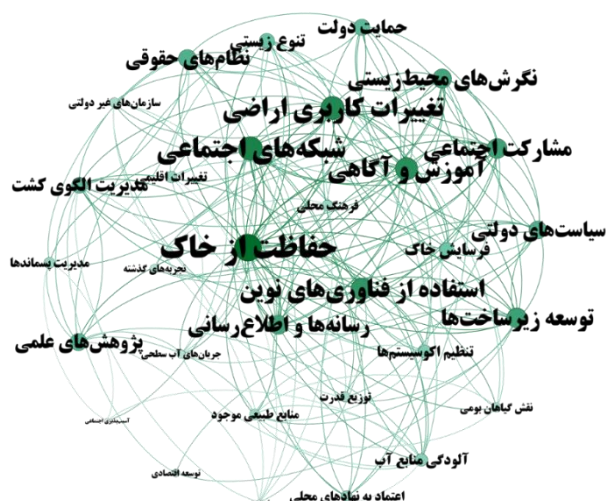
شکل ۲- موقعیت پیشران‌ها در شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان براساس شاخص مرکزیت درجه ورودی (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۳- موقعیت پیشران‌ها در شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان براساس شاخص مرکزیت درجه خروجی (منبع: یافته‌های تحقیق)



شکل ۴- موقعیت پیشران‌ها در شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان براساس شاخص مرکزیت بینایی (منبع: یافته‌های تحقیق)

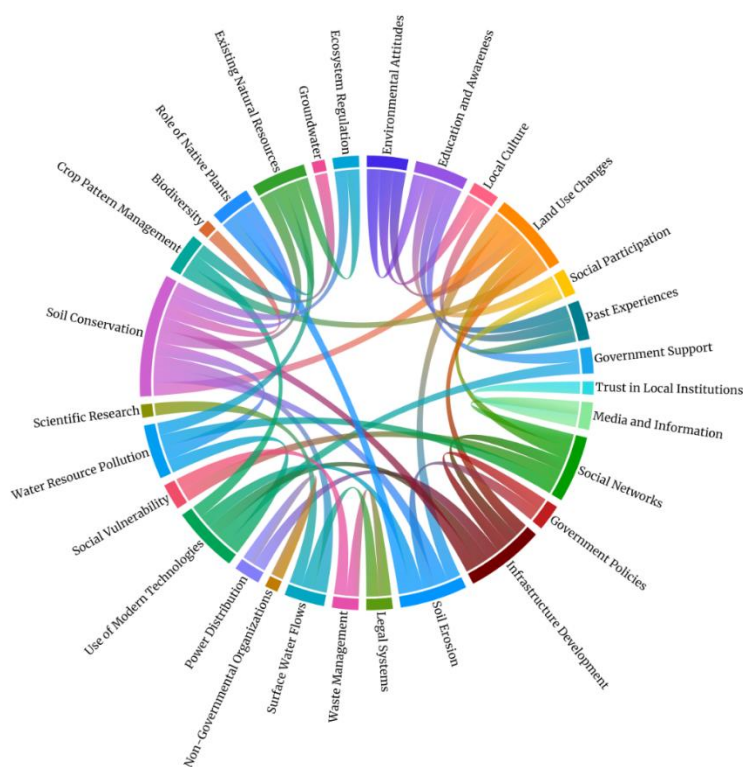


شکل ۵- موقعیت پیشران‌ها در شبکه مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان براساس شاخص مرکزیت مجاورت (منبع: یافته‌های تحقیق)

شکل ۶ به ترسیم نمودار کورد دیاگرام پرداخته که روابط مهم پیشران‌های کلیدی مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان را به‌وضوح نشان می‌دهد. این نمودار تعاملات و ارتباطات میان پیشران‌های مختلف را به‌صورت گرافیکی نمایش می‌دهد و روابط بین آنها را با استفاده از خطوط متصل‌کننده مشخص می‌کند. این خطوط نوع و شدت ارتباطات بین پیشران‌ها را نشان می‌دهند، به‌طوری که می‌توان پی برد کدام عوامل به یکدیگر وابسته‌اند و چگونه می‌توانند بر یکدیگر تأثیر بگذارند. پیشران‌هایی مانند نگرش‌های محیط‌زیستی و آموزش و آگاهی به‌عنوان عوامل مرکزی در این شبکه شناسایی شده‌اند که تأثیرات قابل توجهی بر سایر پیشران‌ها دارند. این پیشران‌ها می‌توانند به‌عنوان پیشران‌هایی برای تغییرات مثبت در سیاست‌ها و رفتارهای مرتبط با مدیریت جامع حوزه آبخیز عمل کنند.

علاوه بر این، پیشران‌هایی مانند حفاظت از خاک و استفاده از فناوری‌های نوین نیز در این نمودار به‌وضوح مشاهده می‌شوند، که نشان‌دهنده اهمیت آنها در تسهیل ارتباطات میان پیشران‌ها است. وجود روابط قوی بین این پیشران‌ها می‌تواند به بهبود عملکرد کلی سیستم مدیریت آبخیز کمک کند. نمودار کورد دیاگرام همچنین می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و قوت در ساختار شبکه کمک کند. با تحلیل دقیق این روابط، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند برنامه‌های مدیریتی مؤثرتری طراحی کنند که براساس تعاملات واقعی بین پیشران‌ها بنا شده باشد. در نهایت، این شکل نه تنها به درک بهتر از پویایی‌های موجود در مدیریت جامع حوزه آبخیز

طالقان کمک می‌کند، بلکه می‌تواند مبنای مناسبی برای توسعه استراتژی‌های مدیریتی پایدار و کارآمد باشد که نیازهای محیطی، اجتماعی و اقتصادی منطقه را در نظر بگیرد.



شکل ۶- مهم‌ترین روابط پیشران‌های کلیدی مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان (منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث و نتیجه‌گیری

حفاظت از خاک به‌عنوان مهم‌ترین پیشران در حفظ سلامت و عملکرد حوزه‌های آبخیز شناخته شده است. این حفاظت با معیارهای مرکزی قوی در تمام زمینه‌ها، به جلوگیری از فرسایش، حفظ حاصلخیزی خاک و افزایش احتباس آب کمک می‌کند، که برای کشاورزی پایدار و سلامت اکوسیستم ضروری است. این یافته‌ها با تحقیقات Bodin (۲۰۱۷) و (Rahimi et al., 2024) همسو است که بر اهمیت مدیریت خاک در حفظ یکپارچگی اکولوژیک تأکید می‌کنند.

همچنین، تغییرات کاربری زمین به‌عنوان یک پیشران حیاتی در نظر گرفته می‌شود. ماهیت پویای کاربری اراضی و تأثیر آن بر آبخیزداری مستلزم نظارت و سازگاری مستمر است. تغییر کاربری زمین می‌تواند بر جریان آب، فرسایش خاک و تنوع زیستی تأثیر بگذارد. بنابراین، استراتژی‌های مدیریت مؤثر باید این تغییرات را در نظر گرفته و به کاهش اثرات منفی و افزایش نتایج مثبت بپردازند. این موضوع با مشاهدات Tang و Adesina (۲۰۲۲) در مورد تأثیر استفاده از زمین بر منابع آب مطابقت دارد.

استفاده از فناوری‌های مدرن به‌عنوان یکی از پیشران‌های مهم در مدیریت آبخیز شناخته شده‌اند. این فناوری‌ها با میزان شاخص مرکزیت درجه و مرکزیت مجاورت بالا، نقش مهمی در تسهیل هماهنگی و همکاری بین گردوداران ایفا می‌کنند. شبکه‌های اجتماعی و مشارکت اجتماعی نیز به‌همان اندازه پیشران‌های مهم هستند. مرکزیت خارج از درجه بالا در شبکه‌های اجتماعی نشان‌دهنده نقش آنها در تسهیل هماهنگی و همکاری بین گردوداران است. مشارکت اجتماعی با مرکزیت بینابینی بالا، اهمیت مشارکت جامعه در مدیریت جامع آبخیز (IWM) را برجسته می‌کند.

مطالعات اخیر مانند تحقیقات Liu و همکاران (۲۰۲۲) و Jupiter و همکاران (۲۰۲۴) نشان داده‌اند که شبکه‌های اجتماعی قوی و رویکردهای مشارکتی، انعطاف‌پذیری و اثربخشی شیوه‌های مدیریت آبخیز را افزایش می‌دهند. با مشارکت جوامع محلی در فرآیندهای تصمیم‌گیری، گردوداران می‌توانند اطمینان حاصل کنند که استراتژی‌های مدیریت از نظر فرهنگی مرتبط هستند، به‌طور

گسترده پذیرفته شده‌اند و در دراز مدت پایدار خواهند بود. این رویکرد نه تنها به توسعه پایدار کمک می‌کند، بلکه باعث می‌شود که مدیریت آبخیز با نیازهای محلی و فرهنگی جامعه مطابقت داشته باشد.

آموزش و آگاهی نقش مهمی در گسترش دانش و تأثیرگذاری بر رفتار دارند. افزایش آگاهی و آموزش در جامعه می‌تواند اثربخشی کلی شبکه مدیریت یکپارچه آبخیز (IWM) را به طور قابل توجهی بهبود بخشد. این موضوع با یافته‌های Ferreira و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت دارد که بر اهمیت آموزش در تقویت توسعه پایدار و ترویج شیوه‌هایی که از سلامت حوزه آبخیز حمایت می‌کنند، تأکید کرده‌اند. در مقابل، پیشران‌هایی مانند فرسایش خاک، آلودگی منابع آب و تغییرات کاربری زمین بیشترین تأثیر منفی را بر IWM دارند که این یافته‌ها با نتایج پژوهش Welsh (۲۰۲۴) و همچنین نتایج تحقیق Dogan و Karpuzcu (۲۰۲۲) همخوانی دارد. فرسایش خاک با مرکزیت بالا و نزدیکی زیاد، تهدیدی قابل توجه برای پایداری حوزه است. این پدیده می‌تواند منجر به از دست دادن خاک حاصلخیز، کاهش بهره‌وری کشاورزی و افزایش رسوب در آب‌ها شود. بنابراین، رسیدگی به فرسایش خاک از طریق اقدامات حفاظتی و مدیریت پایدار زمین برای حفظ یکپارچگی حوزه آبخیز ضروری است، همان‌طور که توسط Ebrahimiazarkharan و همکاران (۲۰۲۰) تأکید شده است.

آلودگی منابع آب نیز یکی از مسائل مهمی است که بر IWM تأثیر منفی می‌گذارد. آلاینده‌های رواناب کشاورزی، تخلیه‌های صنعتی و شهرنشینی می‌توانند کیفیت آب را کاهش داده و به اکوسیستم‌های آبی آسیب برسانند. مداخلات هدفمند برای کاهش آلودگی، مانند اجرای بهترین شیوه‌های مدیریت (BMPs^۱) و تقویت چارچوب‌های نظارتی، برای کاهش این اثرات و حفاظت از منابع آب ضروری است (Tang and Adesina, 2022). یکی از محدودیت‌های این تحقیق احتمال سوگیری پاسخ‌دهندگان در تکمیل پرسشنامه‌ها بوده است، زیرا نظرات آنها ممکن است تحت تأثیر تجربیات شخصی یا وابستگی‌های سازمانی قرار گرفته باشد. علاوه بر این، محدودیت دیگری که در این پژوهش وجود داشت، عدم دسترسی به داده‌های به‌روز و جامع در برخی از حوزه‌های مرتبط با مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان بود که می‌تواند بر دقت نتایج تأثیرگذار باشد.

نتایج این تحقیق بر پیچیدگی‌های موجود در مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان تأکید می‌کند. با توجه به چالش‌هایی مانند فرسایش خاک، تغییرات کاربری اراضی و آلودگی منابع آب که ناشی از عدم مدیریت مؤثر هستند، ضرورت اتخاذ رویکردهای یکپارچه برای حل این مشکلات بیش از پیش احساس می‌شود. این تحقیق نه تنها برای حوزه آبخیز طالقان بلکه برای سایر مناطق مشابه نیز کاربرد دارد. با توجه به چالش‌های روزافزون ناشی از تغییرات اقلیمی، نیاز به رویکردهای نوین مدیریتی بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین، این تحقیق می‌تواند مبنایی برای توسعه سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریتی مؤثر باشد که هدف آن حفظ منابع طبیعی و ارتقای کیفیت زندگی ساکنان منطقه است. این پژوهش همچنین بر اهمیت رویکردهای یکپارچه در مدیریت منابع طبیعی تأکید دارد و بر ضرورت توجه به تعاملات پیچیده میان عوامل انسانی و محیط‌زیستی تأکید می‌کند. با شناسایی دقیق پیشران‌ها، مدیران قادر خواهند بود تا تصمیمات مؤثرتری اتخاذ کنند که منجر به توسعه پایدار حوزه آبخیز طالقان شود. نتایج این پژوهش با توجه به شرایط موجود در هر حوزه آبخیز در ایران می‌تواند متفاوت عمل نموده، بنابراین اعمال سناریوهای مستخرج از این پژوهش بر مناطق جغرافیایی دیگر پیشنهاد نمی‌شود. اما روش انجام شده در این پژوهش می‌تواند در هر منطقه پیش از ارائه سیاست‌های مدیریت جامع حوزه آبخیز مفید باشد. یافته‌های این پژوهش به‌عنوان یک پیش‌فرض می‌تواند در ارائه سیاست‌های مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان به‌عنوان یک سند بالادستی مد نظر گرفته شده و برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای براساس آن انجام پذیرد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهادهایی برای بهبود مدیریت جامع حوزه آبخیز طالقان ارائه می‌شود که به دو بخش اجرایی و پژوهشی تقسیم می‌شوند:

پیشنهادهای اجرایی

- افزایش سطح آگاهی عمومی در مورد مسائل محیط‌زیستی باید در اولویت قرار گیرد تا رفتارها نسبت به منابع طبیعی تغییر کند. برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای جامعه محلی می‌تواند به افزایش آگاهی در مورد اهمیت حفاظت از منابع طبیعی کمک کند.

¹Implementing Best Management Practices

- ایجاد بسترهای مناسب برای مشارکت فعال جامعه محلی در فرآیندهای مدیریتی ضروری است. تشکیل گروه‌های محلی برای مدیریت منابع طبیعی می‌تواند منجر به افزایش حس مسئولیت‌پذیری در میان ساکنان شود.
- سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های لازم برای حمایت از مدیریت پایدار منابع آب باید مورد توجه قرار گیرد. این شامل توسعه سیستم‌های آبیاری هوشمند، ایجاد سدها یا مخازن ذخیره آب و همچنین بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل برای دسترسی بهتر به مناطق دورافتاده است.
- ترویج فناوری‌های جدید برای افزایش کارایی مصرف منابع طبیعی باید مورد توجه قرار گیرد. استفاده از نرم‌افزارها و ابزارهای دیجیتال برای نظارت بر وضعیت منابع آب می‌تواند کمک شایانی باشد.
- اجرای برنامه‌هایی برای حفاظت از خاک مانند کاشت پوشش گیاهی مناسب یا ایجاد موانع طبیعی می‌تواند فرسایش خاک را کاهش دهد و به حفظ سلامت محیط‌زیست کمک کند.

پیشنهادهای پژوهشی

- انجام پژوهش‌های بیشتر برای شناسایی دقیق‌تر پیشران‌ها و روابط میان آنها ضروری است تا بتوان راهکارهای مؤثرتری ارائه داد. بررسی دقیق‌تر تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر مدیریت منابع طبیعی نیز نیازمند توجه بیشتری است.
- انجام مطالعات مقایسه‌ای با سایر حوزه‌های آبخیز مشابه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره بهترین شیوه‌ها ارائه دهد. بررسی تجارب موفق کشورهای دیگر در زمینه مدیریت منابع طبیعی نیز می‌تواند مفید باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از مرکز تحقیقات حکمرانی منابع طبیعی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران سپاسگزاری نمایند.

References

- Amouzegari, P., Malekian, A., Ahmadaali, Kh., Ghorbani, M., Safavi Homami, S.H., 2024. Application of systems thinking approach in the extreme events analysis (Case study: Karoun Basin). *Integrated Watershed Management* 4(1), 46-60. (In Persian)
- Basuki, T.M., Nugroho, H.Y.S.H., Indrajaya, Y., Pramono, I.B., Nugroho, N.P., Supangat, A.B., Indrawati, D.R., Savitri, E., Wahyuningrum, N., Purwanto, P., Cahyono, S.A., Putra, P.B., Nugroho, R.A., Nugroho, A.W., Auliyani, D., Wuryanta, A., Riyanto, H.D., Harjadi, B., Yudilastyantoro, C., Hanindityasari, L., Nada, F.M.H., Simarmata, D.P., 2022. Improvement of integrated watershed management in Indonesia for mitigation and adaptation to climate change: A review. *Sustainability* 14(16), 9997.
- Bodin, Ö., 2017. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science* 357(6352), eaan1114.
- Bremer, L.L., Hamel, P., Ponette-González, A.G., Pompeu, P.V., Saad, S.I., Brauman, K.A., 2020. Who are we measuring and modeling for? Supporting multilevel decision-making in watershed management. *Water Resources Research* 56(1), e2019WR026011.
- Cao, Z., Wang, S., Luo, P., Xie, D., Zhu, W., 2022. Watershed ecohydrological processes in a changing environment: opportunities and challenges. *Water* 14(9), 1502.
- Dogan, F.N., Karpuzcu, M.E., 2022. Effect of land use change on hydrology of forested watersheds. *Ecohydrology* 15(1), e2367.
- Ebrahimi, P., Salajegheh, A., Mphseni Saravi, M., Malekian, A., Saddodin, A., 2020. Prediction of environmental health by using gene expression and Bayesian network techniques in Taleghan Watershed. *Journal of Range and Watershed Management* 73(1), 1-18. (In Persian)
- Ebrahimiazarkharan, F., Ghorbani, M., Malekian, A., Bressers, H.T.A., 2020. Analyzing stakeholders' network to water resources co-management at a watershed scale: A case study from the Taleghan watershed in Iran. *Networks in Water Governance* pp. 239-265.

- Ferreira, M.I.P., Sakaki, G., Shaw, P., Riscado, T.N.D.S., Umbelino, L.F., 2023. Sustainable water management and the 2030 Agenda: Comparing rainforest watersheds in Canada and Brazil by applying an innovative sustainability indicator system. *Sustainability* 15(20), 14898.
- Ghafari, S., Ghorbani, M., Salajegheh, A., Fritsch, O., Naderi, A., Gain, A.K., 2024. Tracing water governance across different levels in Iran. *Environmental Science & Policy* 162, 103933.
- Ghorbani, M., Garakani, S.M., Ghafari, S., Rahimi, M., Avazpour, L., 2024. Dynamic analysis of organizational stakeholders' cohesion and determination of land governance systems: Application of social network analysis. *Integrated Watershed Management* pp. 1-12. (In Persian)
- Haji Mohammadi, M., Shafaie, V., Nazari Samani, A., Zare Garizi, A., Movahedi Rad, M., 2024. Assessing future hydrological variability in a semi-arid Mediterranean basin: Soil and Water Assessment Tool model projections under Shared Socioeconomic Pathways climate scenarios. *Water* 16(6), 805.
- Jupiter, S.D., Jenkins, A.P., Negin, J., Anthony, S., Baleinamau, P., Devi, R., Horwitz, P., 2024. Transforming place-based management within watersheds in Fiji: the Watershed Interventions for Systems Health project. *PLoS Water* 3(7), e0000102.
- Lin, J., Tian, Y., Yao, Q., Shi, Y., 2023. Structural characteristics of intergovernmental water pollution control cooperation networks using social network analysis and GIS in Yangtze River Delta Urban Agglomeration, China. *Sustainability* 15(18), 13655.
- Liu, Y., Cao, L., Yang, D., Anderson, B.C., 2022. How social capital influences community resilience management development. *Environmental Science & Policy* 136, 642-651.
- Mohammadi, P., Malekian, A., Salajegheh, A., Nouri, M., Rafiei, H., 2024. Simulation of climate change scenarios using the CMIP6 models (Case study: Taleqan Watershed). *Integrated Watershed Management* 4(3), 30-51. (In Persian)
- Moradi Chadegani, D., Ghasmi, M., Rasghalam, N., 2019. Network analysis of key problems and practitioners in Isfahan City-Region using social network analysis. *Journal of Regional Planning* 9(35), 57-72. (In Persian)
- Naji, T.A., Tekla, M.A., Alemu, E.A., 2024. Enhancing watershed management in developing countries: Insights from Ethiopia. *Discover Sustainability* 5(1), 131.
- Narendra, B.H., Siregar, C.A., Dharmawan, I.W.S., Sukmana, A., Pratiwi, Pramono, I.B., Yuwati, T.W., 2021. A review on sustainability of watershed management in Indonesia. *Sustainability* 13(19), 11125.
- Nazari Samani, A.A., Heravi, H., Panahi, M., Jafari Shalamzari, M., 2013. Effect of land-use and precipitation changes on sediment yield (Case study: Taleghan Watershed). *Journal of Range and Watershed Management* 66(1), 157-165. (In Persian)
- Nezami, M., Chisam, N., Palmatier, R.W., 2024. Network centrality and firm performance: A meta-analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science* pp. 1-26.
- O'Connell, E., 2017. Towards adaptation of water resource systems to climatic and socio-economic change. *Water Resources Management* 31, 2965-2984.
- Pahl-Wostl, C., Knieper, C., Lukat, E., Meergans, F., Schoderer, M., Schütze, N., Vidaurre, R., 2020. Enhancing the capacity of water governance to deal with complex management challenges: A framework of analysis. *Environmental Science & Policy* 107, 23-35.
- Rahimi, M., Ghorbani, M., Ahmadaali, K., 2024. How to manage regime shifts: Insights from a dryland social-ecological system. *International Journal of Water Resources Development* pp. 1-27.
- Rahimi, M., Ghorbani, M., Azadi, H., 2023. Structural characteristics of governmental and non-governmental institutions network: Case of water governance system in Kor River basin in Iran. *Environment, Development and Sustainability* 25(7), 7029-7045.
- Reed, J., Van Vianen, J., Deakin, E.L., Barlow, J., Sunderland, T., 2016. Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: Learning from the past to guide the future. *Global Change Biology* 22(7), 2540-2554.
- Tang, X., Adesina, J.A., 2022. Integrated watershed management framework and groundwater resources in Africa—A review of West Africa sub-region. *Water* 14(3), 288.

- Vasić, F., Caković, M., Dragović, N., Jovanović, N., Rončević, V., Živanović, N., Zlatić, M., 2024. Current trends and future perspectives of integrated watershed management. *South-East European Forestry: SEEFOR* 15(1), 103-116.
- Wang, G., Mang, S., Cai, H., Liu, S., Zhang, Z., Wang, L., Innes, J.L., 2016. Integrated watershed management: Evolution, development and emerging trends. *Journal of Forestry Research* 27, 967-994.
- Wasko, C., Nathan, R., Stein, L., O'Shea, D., 2021. Evidence of shorter more extreme rainfalls and increased flood variability under climate change. *Journal of Hydrology* 603, 126994.
- Welsh, K.E., 2024. Dynamics of watershed. *Handbook of Climate Change Impacts on River Basin Management: Fundamentals and Impacts*, 217.
- Zeng, D., Chen, B., Wang, J., Innes, J.L., Lu, J., Guo, F., Wang, G., 2023. Evolving environmental awareness and shifts in management priorities: A socioeconomic lens on the Min River Basin, China. *Frontiers in Environmental Science* 11, 1257089.