

Analyzing the governance structure of the water-energy-food nexus on Qeshm Island: A social network analysis approach

Parastou Rajabpour Nikou¹, Mehdi Ghorbani^{2*}, Sharareh Pourebrahim¹, Alireza Gharagozlou³

1. Department of Environmental Planning and Management, College of Environment, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3. Department of Geomatics Engineering, Faculty of Civil Engineering, Water and Environmental Science, University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran

* Corresponding author: mehghorbani@ut.ac.ir

(Received: 23 March 2025)

Revised: 03 May 2025

Accepted: 27 May 2025)

Extended Abstract

Introduction: Effective management of critical resources such as water, energy, and food is essential due to their strong interdependence—changes in one sector often impact the others. Rapid population growth, economic development, and escalating climate change are intensifying challenges in resource management worldwide. The Water-Energy-Food (WEF) nexus framework has emerged as a comprehensive approach to address these complexities by integrating environmental, social, economic, and political dimensions. This framework is especially relevant for arid and semi-arid regions like Iran, where water scarcity exerts considerable pressure on local governance systems. Qeshm Island, the largest island in the Persian Gulf, exemplifies the difficulties of managing the WEF nexus under such constraints. Fragmented policymaking and weak coordination across water, energy, and food sectors on the island highlight the urgent need for integrated management strategies and stronger inter-sectoral cooperation. This study aims to analyze and evaluate the governance structure of the WEF nexus on Qeshm Island using Social Network Analysis (SNA). The goal is to provide a comprehensive understanding of institutional interactions and identify opportunities for enhancing sustainable resource management in the region.

Materials and Methods: This research adopts a descriptive-survey design with an applied focus on examining the governance network of the WEF nexus on Qeshm Island through SNA. The study investigates inter-organizational relationships across the water, energy, and food sectors by collecting primary data via 123 questionnaires distributed equally among sector experts and officials. Additionally, document reviews and field visits complemented data collection efforts. Network data were analyzed using UCINET6 software, focusing on key metrics such as network density, reciprocity, transitivity, centralization, average geodesic distance, and core-periphery structure. This approach allows for an in-depth assessment of the governance network, revealing institutional dynamics and pinpointing areas requiring policy and management improvements. The findings provide a foundational basis for developing integrated and effective governance frameworks for the island's critical resources.

Results and Discussion: Analysis reveals significant governance challenges within Qeshm Island's WEF nexus. The overall low network density indicates limited collaboration and underutilization of institutional capacity. Among the sectors, the energy network showed the highest density, suggesting better coordination, whereas the food network exhibited the lowest density, highlighting critical weaknesses in collaboration. Reciprocity scores were moderate, demonstrating some mutual communication among stakeholders; however, weak transitivity—particularly in the food sector—suggests a lack of sustained tripartite interactions necessary for cohesive governance. Centralization measures revealed that governance is highly concentrated around a few key organizations, with the food network showing the greatest centralization, potentially restricting the system's adaptability. The high average geodesic distance points to slow information and resource flows, especially within the food network, further impeding effective governance. Core-periphery analysis identified two central institutions—the Qeshm Free Trade Zone Organization and the Governor's Office—as dominant nodes facilitating inter-sectoral linkages. These results collectively indicate that despite some institutional interactions, the governance structure remains fragmented and inefficient.

Conclusion: This study highlights the institutional strengths and weaknesses within the water, energy, and food governance networks on Qeshm Island through rigorous network analysis. While there is some collaboration, significant opportunities exist to improve coordination and cohesion among stakeholders. Enhancing inter-sectoral communication, broadening stakeholder participation, and adopting integrated governance approaches are crucial to increasing the sustainability and resilience of resource systems on the island. The prominent role of the Qeshm Free Trade Zone Organization underscores the potential of leveraging key institutions to strengthen weaker sectors, notably the food network. Moreover, considering informal relationships and the influence of macro-level policies—both national and international—will be essential for a more comprehensive understanding of governance challenges and opportunities. Future research should also explore the role of non-state actors in this nexus. Ultimately, reforming governance structures and fostering stronger institutional cooperation is vital for the sustainable management of water, energy, and food resources in Qeshm Island, and these findings offer actionable insights for policymakers aiming to address complex resource challenges in similar contexts.

Keywords: Water-Energy-Food Nexus, Collaborative Management, Social Network Analysis, Inter-institutional Cooperation, Qeshm Island

Citation: Rajabpour Nikou, P., Ghorbani, M., Pourebrahim, Sh., & Gharagozlou, A. (2026). Analyzing the governance structure of the water-energy-food nexus on Qeshm Island: A social network analysis approach. *Integrated Watershed Management*. 5(4), 68-91. doi= 10.22034/iwm.2025.2056408.1214

Copyrights:

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



بررسی ساختار حکمرانی همبست آب-انرژی - غذا در جزیره قشم: کاربرد تحلیل شبکه اجتماعی

پرستو رجب‌پور نیکو^۱، مهدی قربانی^{۲*}، شراره پورابراهیم^۱، علیرضا قراگوزلو^۳

۱- گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲- گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳- گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: mehghorbani@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۰۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۳

چکیده مبسوط

مقدمه: مدیریت مؤثر منابع حیاتی مانند آب، انرژی و غذا، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این منابع به‌طور متقابل به یکدیگر وابسته‌اند و تغییرات در هر یک می‌تواند اثرات گسترده‌ای بر سایرین داشته باشد. چالش‌های مرتبط با این منابع، به‌ویژه در شرایطی که رشد سریع جمعیت، توسعه اقتصادی سریع و تغییرات اقلیمی شدت یافته است، پیچیدگی فزاینده‌ای پیدا می‌کنند. در این میان، رویکرد همبست آب-انرژی-غذا به‌عنوان چارچوبی جامع مطرح شده است که با در نظر گرفتن ابعاد محیط‌زیستی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی، راهکارهایی برای مقابله با این پیچیدگی‌ها ارائه می‌دهد. این رویکرد، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران که با محدودیت منابع آبی روبرو هستند، از ضرورتی مضاعف برخوردار است و فشاری سنگین بر نظام‌های مدیریت محلی وارد می‌کند. جزیره قشم، به‌عنوان بزرگترین جزیره خلیج فارس، نمونه‌ای بارز از چالش‌های مدیریت یکپارچه منابع آب، انرژی و غذا در چنین مناطقی است. محدودیت‌های موجود در سیاست‌گذاری‌های منسجم و یکپارچه در حوزه‌های آب، انرژی و غذا، ضرورت تدوین استراتژی‌های مدیریت یکپارچه و تقویت همکاری‌های بین‌بخشی را بیش از پیش آشکار می‌سازد. رویکرد همبست آب، انرژی و غذا، با هدف ارتقای کارایی مدیریت منابع و تاب‌آوری نظام‌ها، به‌عنوان مدلی ارزشمند برای مقابله با چالش‌های پیچیده حکمرانی منابع شناخته می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع و چالش‌های موجود در جزیره قشم، هدف این پژوهش، تحلیل و ارزیابی ساختار حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا در این منطقه با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی (SNA) است. این پژوهش تلاش می‌کند تا با ارائه تصویری جامع از وضعیت تعاملات نهادی و شناسایی فرصت‌های بهبود، گامی در راستای ارتقای مدیریت پایدار منابع در جزیره قشم بردارد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه با رویکرد توصیفی-پیمایشی و با هدف کاربردی انجام شده است تا شبکه حکمرانی پیوند آب-انرژی-غذا را در جزیره قشم با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی بررسی کند. پژوهش حاضر به تحلیل تعاملات بین سازمانی در هر یک از بخش‌های آب، انرژی و غذا پرداخته و داده‌های موردنیاز از طریق مرور مستندات و اسناد مرتبط و همچنین بازبینی‌های میدانی جمع‌آوری شده است. برای گردآوری داده‌های اصلی، ۱۲۳ پرسشنامه (۴۱ پرسشنامه برای هر حوزه آب، انرژی و غذا) میان کارشناسان و مسئولان بخش‌های مربوطه توزیع شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار UCINET6 صورت گرفت تا معیارهای کلیدی شبکه از جمله تراکم، دوسویگی، انتقال‌پذیری، تمرکز، میانگین فاصله ژئودزیک و مرکز-پیرامون، ارزیابی شوند. هدف اصلی این تحلیل، ارائه درکی دقیق و عمیق از ساختار حکمرانی در همبست آب، انرژی و غذا در جزیره قشم، شناسایی روابط کلیدی بین نهادها و همچنین تشخیص نقاط نیازمند بهبود در استراتژی‌های مدیریتی است. این رویکرد جامع امکان شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در نظام حکمرانی منابع حیاتی جزیره را فراهم می‌آورد و می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تدوین سیاست‌های یکپارچه و کارآمد در آینده مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که وضعیت حکمرانی منابع در جزیره قشم با چالش‌هایی روبرو است. تراکم پایین شبکه ارتباطات، نشان‌دهنده همکاری ناکافی و عدم بهره‌برداری مناسب از ظرفیت‌های نهادی موجود است. شبکه انرژی با تراکم بالاتر همکاری بیش‌تری را نشان می‌دهد، درحالی‌که شبکه غذا با کم‌ترین تراکم، با چالش‌های بیش‌تری در هماهنگی روبرو است. دوسویگی در حد متوسط بوده و ارتباطات متقابل میان دست‌اندرکاران تاحدودی برقرار است. انتقال‌پذیری، به‌ویژه در شبکه غذا، بسیار ضعیف است که بیانگر عدم توانایی در حفظ پیوندهای سه‌گانه است. تمرکز قدرت در دست سازمان‌های کلیدی نشان می‌دهد که تعاملات حول محور چند دست‌اندرکار متمرکز شده است و این میزان در شبکه غذا بیش‌ترین مقدار را دارد که می‌تواند انعطاف‌پذیری شبکه را کاهش دهد. همچنین، میانگین فاصله ژئودزیک بالا نشان‌دهنده فاصله قابل توجه بین دست‌اندرکاران و کندی انتقال اطلاعات و منابع درون شبکه‌ها به ویژه شبکه غذا است. نتایج شاخص مرکز-پیرامون نشان داد که دو سازمان، یعنی سازمان منطقه آزاد قشم و فرمانداری، به‌عنوان نقاط مرکزی در میان سه گروه مشترک عمل می‌کنند.

نتیجه‌گیری: بررسی جداگانه هر یک از این شبکه‌ها، نقاط ضعف و قوت آن‌ها را شناسایی کرد. نتایج پژوهش نشان داد که علی‌رغم وجود برخی ارتباطات و همکاری‌های بین‌نهادی مختلف در جزیره قشم، هنوز فرصت‌های قابل توجهی برای بهبود انسجام و هماهنگی میان حوزه‌های آب، انرژی و غذا وجود دارد. تقویت ارتباطات بین‌بخشی، افزایش مشارکت ذی‌نفعان متنوع، و اتخاذ رویکردهای یکپارچه در سیاست‌گذاری و مدیریت منابع، می‌تواند به افزایش پایداری و تاب‌آوری نظام آب، انرژی و غذا کمک کند. این پژوهش با تأکید بر نقش کلیدی سازمان منطقه آزاد قشم، نیاز به تقویت شبکه غذایی، پتانسیل پروژه‌های یکپارچه و اهمیت توجه به روابط غیررسمی و عوامل کلان، زمینه‌ای برای تحقیقات آینده فراهم می‌آورد. همچنین بررسی تأثیر سیاست‌های کلان ملی و بین‌المللی و نقش بازیگران غیردولتی می‌تواند به درک بهتر چالش‌ها و فرصت‌های موجود در حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا کمک کند. در نهایت، اصلاح ساختار حکمرانی و تقویت همکاری نهادها برای مدیریت بهتر منابع ضروری است و باید توسط سیاست‌گذاران به‌طور جدی مدنظر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: همبست آب-انرژی-غذا، مدیریت مشارکتی، تحلیل شبکه اجتماعی، همکاری بین نهادی، جزیره قشم

استناد: رجب‌پور نیکو، پ.، قربانی، م.، پورابراهیم، ش. و قراگوزلو، ع. (۱۴۰۴). بررسی ساختار حکمرانی همبست آب-انرژی -

غذا در جزیره قشم: کاربرد تحلیل شبکه اجتماعی. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۵(۴)، ۶۸-۹۱.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی

آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وبسایت نشریه برای عموم بدون

پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

رویکرد تاب‌آوری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک را افزایش داده و بهره‌وری منابع را بهبود می‌بخشد (Benson et al., 2015; Safaei et al., 2019).



شکل ۱- مدل مفهومی همبست آب-انرژی-غذا

Figure 1- Conceptual Model of the Water-Energy-Food Nexus

مطالعات اولیه در حوزه همبست آب-انرژی-غذا عمدتاً پس از کنفرانس بن در کشور آلمان در سال ۲۰۱۱ و با تأکید بر ضرورت رویکردهای یکپارچه در مدیریت منابع شکل گرفتند. در این دوره، تمرکز اصلی بر تبیین مفهومی، شناسایی وابستگی‌های متقابل و تأکید بر ضرورت عبور از ساختارهای جزیره‌ای و بخشی در حکمرانی منابع بود (Leese & Meisch, 2015). در سال‌های بعد، توجه به چالش‌های سیاست‌گذاری و ضرورت هماهنگی بین‌بخشی افزایش یافت. Belinskij (۲۰۱۵) استدلال می‌کند که رویکرد همبست می‌تواند از "جزیره‌ای عمل کردن نهادها"^۱ در سیاست‌گذاری جلوگیری کند. با این حال، Leck و همکاران (۲۰۱۵) هشدار می‌دهند که رویکرد چندبخشی پیوند آب-انرژی-غذا ممکن است با چالش‌هایی در مبادلات و وابستگی‌ها مواجه شود که منجر به شکست آن گردد. همچنین، Daher و همکاران (۲۰۱۷) بر پیچیدگی مدل‌سازی همبست آب-غذا-انرژی تأکید کرده و معتقدند که یک مدل جهانی برای حل مسائل این حوزه

مدیریت منابع طبیعی در عصر حاضر با چالش‌های پیچیده‌ای ناشی از وابستگی متقابل میان آب، انرژی و غذا مواجه است؛ به‌گونه‌ای که کشاورزی حدود ۷۰ درصد از آب مصرفی جهان و صنایع غذایی نزدیک به ۳۰ درصد از کل انرژی را به خود اختصاص می‌دهند (Schmidt et al., 2022). این پیوندها موجب شده هر تغییر در یک حوزه پیامدهای گسترده‌ای در سایر بخش‌ها ایجاد کند. رشد جمعیت، توسعه اقتصادی و تغییرات اقلیمی نیز این چالش‌ها را تشدید کرده و بر اهمیت رویکردهای جامع در مدیریت منابع می‌افزاید (Safaei et al., 2019).

همبست آب-انرژی-غذا^۱ یک رویکرد جامع برای مدیریت پایدار این منابع است که روابط متقابل میان این سه حوزه را تقویت می‌کند (Ghanian, 2024). این رویکرد علاوه بر جنبه‌های محیط‌زیستی، ابعاد اجتماعی، اقتصادی و سیاسی را نیز شامل می‌شود تا تصمیم‌گیری‌های مؤثرتری در مدیریت منابع فراهم گردد (Schmidt et al., 2022). مفهوم همبست نخستین بار در نشست سازمان ملل درباره محیط‌زیست و توسعه مطرح شد و از آن زمان به یکی از چارچوب‌های کلیدی در حکمرانی منابع طبیعی تبدیل شده است (Arvandi et al., 2021). شکل ۱ پیوند متقابل این سه بخش را نشان می‌دهد (Safaei et al., 2019). در کشورهایی مانند ایران با اقلیم خشک و منابع آبی محدود، اهمیت مدیریت پایدار منابع آب دوچندان است. افزون بر مشکلات منابع آب، ایران با چالش‌های جدی در حوزه انرژی و تولید غذا نیز روبه‌رو است (Safaei et al., 2019).

برای مقابله با این چالش‌ها، استفاده از الگوهای نوین حکمرانی مانند رویکرد همبست آب-انرژی-غذا پیشنهاد شده است که به تدوین سیاست‌های یکپارچه و تسهیل مشارکت بین‌بخشی کمک می‌کند. این

وجود ندارد و هر منطقه نیازمند رویکردی خاص است. نتایج تحقیقات Simpson و Jewitt (۲۰۱۹)، بر اهمیت بومی‌سازی و تطبیق این رویکرد با شرایط محلی تأکید می‌کند. همچنین تحقیق Mahlknecht و همکاران (۲۰۲۰) نشان می‌دهند که تدوین و به کارگیری شاخص‌های اختصاصی برای ارزیابی پیشرفت در این حوزه می‌تواند به سیاست‌گذاران در تدوین راهبردهای مؤثر کمک کند. در تحقیقات جدیدتر، El Majdoubi و همکاران (۲۰۲۴) با بررسی روند تغییرات همبست آب-انرژی-غذا در مراکش، کاهش روند نزولی این شاخص را مستند کرده و بر ضرورت استفاده از شاخص‌های کمی برای پایش و بهبود سیاست‌های مدیریت یکپارچه منابع تأکید کرد. همچنین، Farmandeh و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهش خود نشان دادند که توسعه چارچوب نظری، ارزیابی پایداری و بهینه‌سازی مصرف، از مهم‌ترین اهداف مطالعات معاصر در حوزه همبست آب-انرژی-غذا به شمار می‌روند.

هر یک از منابع موجود در همبست به‌عنوان عناصری مرتبط با سایر منابع است. رویکرد همبست آب-انرژی-غذا با تأکید بر پیوندهای میان منابع، به‌طور متفاوت از سایر رویکردهای پژوهشی منابع طبیعی که بر کارایی نظام یا هر منبع به‌طور جداگانه متمرکزند، به هماهنگی بین بخش‌های مختلف توجه دارد. همانطور که Urbinatti و همکاران (۲۰۲۰) بیان می‌کند هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی، شرط لازم برای موفقیت رویکرد همبست و مدیریت یکپارچه منابع است. آن‌ها در مطالعه خود با مرور نظام‌مند ادبیات و تحلیل شبکه اجتماعی و گفتمان، تأکید می‌کنند که حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا مستلزم کاهش رویکردهای بخشی، ایجاد سازوکارهای همکاری و تبادل داده میان نهادهای دولتی، خصوصی و سایر ذینفعان است.

در این میان، حکمرانی منابع که طراحی و اجرای سیاست‌های مؤثر برای مدیریت منابع را شامل می‌شود، در ایران با چالش‌های قابل توجهی مانند عدم هماهنگی بین‌بخشی و ضعف در اجرای قوانین همراه است.

(Rahimi et al., 2023). عدم هماهنگی میان سیاست‌های آب، انرژی و غذا، تضاد منافع کنشگران و غلبه نقش دولت در تصمیم‌گیری، کارایی حکمرانی را کاهش داده و اعتماد عمومی را تضعیف کرده است (Rothman & Mays., 2014; Safaei et al., 2019).

همچنین، منافع متضاد کنشگران مختلف، به‌ویژه در حوزه‌های آب، انرژی و غذا، مانع از همکاری مؤثر و مدیریت منابع می‌شود و نقش دولت به‌عنوان کنشگر اصلی باعث نادیده گرفتن جامعه مدنی و کاهش اعتماد عمومی می‌شود (Rothman et al., 2014). تحلیل شبکه اجتماعی (SNA) ابزاری مناسب برای شفاف‌سازی روابط پیچیده میان ذینفعان در حکمرانی منابع طبیعی به‌شمار می‌رود (Stein et al., 2014; Kurian et al., 2018). این روش می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و قوت در حکمرانی منابع طبیعی کمک کند و سیاست‌گذاران را در تدوین سیاست‌های کارآمدتر راهنمایی کند (Rothman et al., 2014).

مطالعات اخیر در ایران برای تحلیل ساختارهای حکمرانی مورد استفاده قرار گرفته است (Ghanian, 2024; Garakani et al., 2024; Ghafari et al., 2024).

نتایج پژوهش Zarrintab و همکاران (۲۰۲۴)، نیز بر لزوم توجه به تضادهای بین‌بخشی و مکانیزم‌های حل اختلاف در سیاست‌گذاری‌ها تأکید کرده‌اند. ساختار حکمرانی آب ایران در برنامه ششم توسعه با تمرکز بر همبست آب-غذا-انرژی، به غفلت از این همبست در قوانین برنامه توسعه اشاره کرده و بر لزوم توجه به تضادهای بین‌بخشی و مکانیزم‌های حل مناقشه در برنامه‌های آتی تأکید کردند.

در این راستا، جزیره قشم به‌دلیل موقعیت راهبردی و توسعه آن به‌عنوان منطقه آزاد تجاری-صنعتی، نمونه‌ای مناسب برای تحلیل ساختار حکمرانی منابع حیاتی در ایران است. این پژوهش با هدف شناسایی ساختار حکمرانی آب، انرژی و غذا در جزیره قشم و بررسی میزان انسجام و پایداری روابط نهادی میان بازیگران مختلف، با استفاده از شاخص‌های کمی

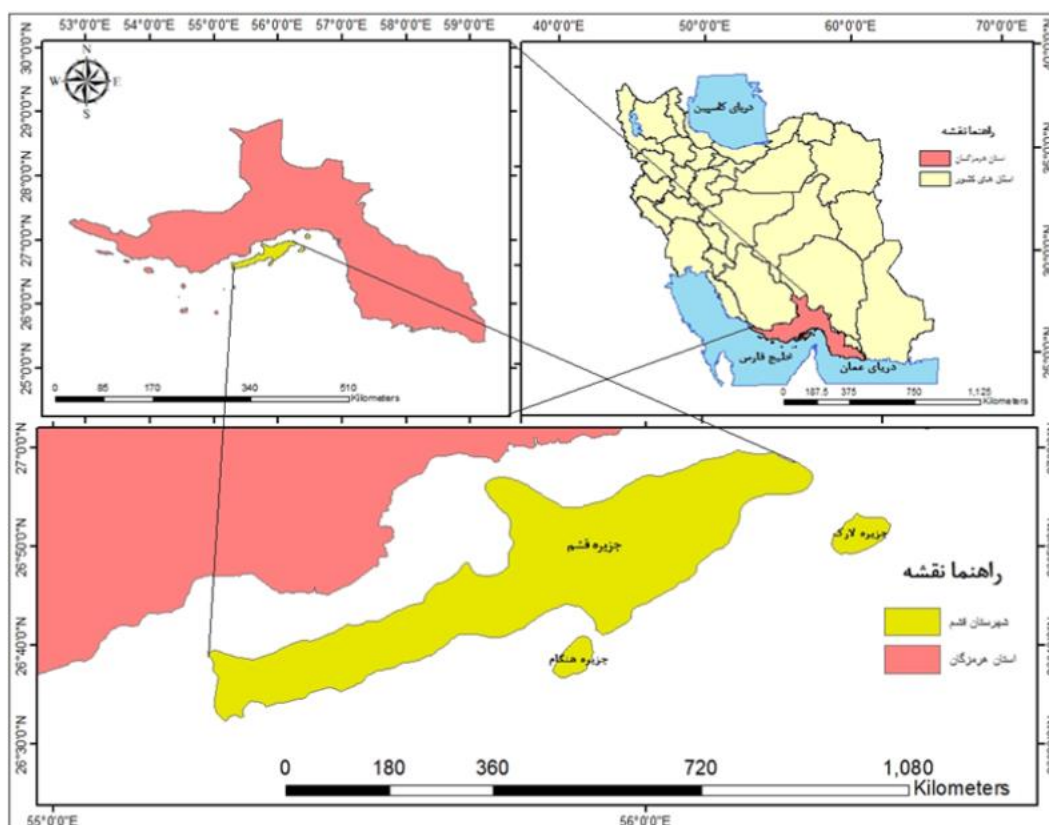
جنوب غرب به جزایر تنب بزرگ، کوچک و ابوموسی محدود می‌شود (Bakhtavar et al., 2021). جزیره قشم دارای آب‌وهوای گرم و خشک بیابانی با تابستان‌هایی بسیار گرم و مرطوب و زمستان‌هایی معتدل است. میانگین دمای سالانه حدود ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است و بیشینه دما در تابستان گاهی به ۴۶ درجه می‌رسد. میانگین بارش سالانه بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر بوده و بارندگی بیشتر در فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد. رطوبت نسبی هوا بالا و معمولاً بیش از ۷۰ درصد است و بادهای غالب از سمت شمال غرب و جنوب شرق می‌وزند (Iran Meteorological Organization, n.d). در شکل ۲ موقعیت منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

شبکه‌ای مانند تراکم، دوسویگی، انتقال پذیری، میانگین فاصله ژئودزیک و مرکز-پیرامون، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

جزیره قشم، با مساحتی حدود ۱۴۹۱ کیلومترمربع، بزرگ‌ترین جزیره ایران و خلیج فارس است. این جزیره در موقعیت جغرافیایی بین $26^{\circ} 41'$ تا $26^{\circ} 57'$ عرض شمالی و $55^{\circ} 16'$ تا $56^{\circ} 16'$ طول شرقی واقع شده و در مدخل خلیج فارس و تنگه هرمز قرار دارد. از نظر جغرافیایی، جزیره قشم از شمال شرق به جزیره هرمز، از شرق به جزیره لارک، از جنوب به جزیره هنگام و از



شکل ۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 2 - Location of the study area

سوخت‌رسانی به کشتی‌های عبوری از آبراهه‌های بین‌المللی، تجهیزات فراساحلی، و پارک‌های انرژی و

جزیره قشم به دلیل مجاورت با اقیانوس هند و وجود منابع نفت و گاز، به‌ویژه در زمینه خدمات

زیست‌فناوری، به یکی از نقاط استراتژیک ایران تبدیل شده است. این جزیره همچنین به دلیل ویژگی‌های طبیعی و تاریخی خود، به مقصد گردشگری مهمی در ایران تبدیل شده است. منطقه آزاد تجاری-صنعتی قشم حدود ۳۰۰ کیلومترمربع از این جزیره را در بر می‌گیرد.

شهر قشم که در شرقی‌ترین نقطه جزیره واقع شده، با وجود اینکه مرکز هندسی جزیره نیست، به دلیل موقعیت استراتژیک و دید گسترده به تنگه هرمز و نزدیکی به بندرعباس، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این شهر به‌عنوان مرکز توسعه منطقه آزاد تجاری-صنعتی قشم انتخاب شده و به‌همین دلیل به مهم‌ترین سکونتگاه جزیره تبدیل شده است (Ministry of Culture and Islamic Guidance, 2024). سرشماری ۱۳۹۵، جمعیت شهرستان قشم ۱۴۸,۹۹۳ نفر است. به دلیل کمبود بارندگی و منابع آب شیرین، کشاورزی جزیره محدود به کشت‌های دیم است که تحت تأثیر نوسانات بارندگی قرار دارد. قشم همچنین دارای دو میدان گازی اصلی به نام‌های گورزین و سرخون است که گاز تولیدی آن‌ها به پالایشگاه بندرعباس و مصرف شهری، صنعتی و نیروگاهی ارسال می‌شود (Mohammad-Qoli, 2021).

روش تحقیق

این پژوهش، از نظر روش‌شناسی، توصیفی-پیمایشی و از نظر هدف، کاربردی است. با استفاده از روش تحلیل شبکه اجتماعی (SNA^۱)، تعاملات میان بخش‌های آب، انرژی و غذا در جزیره قشم بررسی شد. داده‌ها از طریق تحلیل اسناد، گزارش‌های رسمی و منابع دانشگاهی گردآوری گردید (Bryman, 2016).

به‌منظور شناسایی نهادهای مرتبط و بررسی نقش و روابط میان آن‌ها، بازدیدهای میدانی از منطقه مورد مطالعه انجام شد. در این مرحله، مرز شبکه نهادی با تعیین سازمان‌های فعال در حوزه همبست آب، انرژی

و غذا مشخص شد. فرآیند نمونه‌گیری به‌صورت دومرحله‌ای انجام شد؛ ابتدا از روش گلوله‌برفی جهت شناسایی نهادهای کلیدی استفاده شد و در ادامه به بهره‌گیری از روش نمونه‌گیری شبکه کامل، فهرستی جامع از تمام نهادهای مرتبط تدوین شد. جامعه آماری پژوهش متشکل از ۴۱ نفر از مدیران، معاونان و کارشناسان نهادهای مرتبط بود. برای گردآوری داده‌ها، در مجموع ۱۲۳ پرسشنامه (۴۱ پرسشنامه برای هر یک از سه حوزه آب، انرژی و غذا) بین نهادهای مذکور توزیع و تکمیل شد. توزیع برابر پرسشنامه‌ها، با هدف افزایش قابلیت مقایسه میان سه بخش طراحی شده و لزوماً بازتاب‌دهنده وزن واقعی تعاملات نهادی نیست. این تفاوت در مرحله تحلیل و از طریق شاخص‌های ساختاری شبکه مدنظر قرار گرفت، به‌گونه‌ای که تنوع در شدت و تراکم روابط نهادی به‌وضوح آشکار شد. با توجه به ماهیت خوداظهاری داده‌های پرسشنامه‌ای، احتمال سوگیری‌های ادراکی یا گرایش به پاسخ‌های مطلوب‌اندیشانه وجود داشت. برای کاهش این اثر، پرسشنامه‌ها به‌صورت حضوری و همراه با توضیحات شفاهی برای پاسخ‌دهندگان تکمیل شدند. همچنین، با تأکید بر محرمانگی داده‌ها و استفاده صرفاً تحلیلی از نتایج، تلاش شد فضایی اعتمادمحور فراهم آید که مشارکت‌کنندگان را به ارائه اطلاعات واقعی‌تر از تعاملات بین‌نهادی ترغیب کند.

شدت روابط میان سازمان‌ها بر اساس طیف شش‌نقطه‌ای لیکرت از صفر تا ۵ سنجیده شد، به طوری که گزینه‌های صفر بیانگر عدم وجود رابطه، ۱ رابطه بسیار ضعیف و ۵ رابطه بسیار قوی را نشان می‌دهد. در تحلیل نهایی، امتیاز بالاتر از ۲ به صورت وجود رابطه معنی‌دار تعبیر شد. در نهایت، داده‌های حاصل، به‌صورت ماتریس باینری (صفر و یک) در نرم‌افزار Excel وارد شده و سپس جهت انجام تحلیل‌های شبکه اجتماعی به نرم‌افزار UCINET6 منتقل شد (Ghorbani et al., 2021). این نرم‌افزار قابلیت محاسبه

اعتماد و کاهش تعارض می‌شود. این دو شاخص، در ادبیات حکمرانی منابع به‌عنوان عوامل کلیدی برای ارزیابی کارایی تعاملات نهادی و موفقیت در مدیریت منابع هم‌پسته مانند آب، انرژی و غذا معرفی شده‌اند (Ostrom, 2011; McGinnis, 2011; Bodin & Prell, 2011).

در سطح کلان، شاخص‌های تراکم، دوسویگی، انتقال‌یافتگی، تمرکز و میانگین فاصله ژئودزیک محاسبه شد، و در سطح میانی، شاخص مرکز-پیرامون ارزیابی گردید. این تحلیل‌ها تصویری جامع از ساختار حکمرانی در حوزه‌های آب، انرژی و غذا ارائه داده و مبنای تدوین استراتژی‌های بهبود مدیریتی را فراهم می‌کند. معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی شبکه نهادی در جدول ۱ ارائه شده است.

شاخص‌ها و معیارهای متنوع تجزیه و تحلیل شبکه‌های اجتماعی را دارد (Omondia et al., 2017). برای تحلیل داده‌ها، شاخص‌های انسجام و پایداری روابط سازمانی مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای «انسجام نهادی» و «پایداری روابط نهادی» بر مبنای مفاهیم استخراج‌شده از چارچوب تحلیل نهادی و توسعه (IAD) انتخاب شده‌اند. این چارچوب که توسط Ostrom و همکاران (1994) توسعه یافته است، بر عملکرد نهادها در موقعیت‌های اقدام تمرکز دارد و تعاملات میان کنشگران را از منظرهای مختلف تحلیل می‌کند (Ostrom et al., 1994; Polski & Ostrom, 1999). در این چارچوب، انسجام به میزان هم‌راستایی و همکاری نهادی در شبکه سیاستی اشاره دارد و پایداری نشان‌دهنده ثبات روابط بلندمدت و تکرارشونده میان نهادها است که زمینه‌ساز شکل‌گیری

جدول ۱- معیارهای مورد بررسی در تحلیل روابط نهادی شبکه حکمرانی همبست آب، انرژی و غذا

Table 1- Criteria Examined in the Analysis of Institutional Relations in the WEF Governance Network

تعاریف	معیارهای اجتماعی - سیاستی
روابط همکاری و تبادل اطلاعات بین دست‌اندرکاران سازمان‌ها که سبب ایجاد شکل‌گیری ساختاری منسجم در شبکه سیاستی شده و از گسیختگی شبکه روابط ممانعت کرده و هم‌گرایی سازمانی را تقویت می‌نماید.	انسجام نهادی شبکه
این معیار به دوام و ثبات روابط بین دست‌اندرکاران سازمان‌ها اشاره دارد. به عبارت دیگر، پایداری روابط نهادی نشان‌دهنده توانایی شبکه در حفظ و تقویت روابط طولانی‌مدت و مستمر بین سازمان‌ها است. روابط پایدار به ایجاد اعتماد، تسهیل تبادل اطلاعات، و حمایت از همکاری‌های مؤثر کمک می‌کند و از تضعیف یا گسیختگی ساختار شبکه جلوگیری می‌نماید.	پایداری روابط نهادی دست‌اندرکاران سازمانی

منابع و مدیریت تعارضات کمک می‌کند (Narayan et al., 2020; Rojas et al., 2020). ساختار شبکه اجتماعی با تأثیرگذاری بر مدیریت چالش‌های پیچیده محیط‌زیستی، از طریق معیارهای متنوعی قابل ارزیابی است که روابط در سطح فردی، گروهی و کلان را تحلیل می‌کند (Valente, 2012; Ghorbani & Azadi, 2021).

تحلیل شبکه اجتماعی (SNA) یک روش پیشرفته برای مطالعه ساختارهای اجتماعی است که با بهره‌گیری از نظریه گراف، روابط میان کنشگران را نمایش و تحلیل می‌کند (Cramer et al., 2017; Scott, 2015). این روش علاوه بر درک ساختار روابط در حکمرانی، به تسهیل جریان دانش، تخصیص بهینه

و ضعف شبکه را در دستیابی به اهداف حکمرانی و بهبود کارایی نظام‌ها آشکار می‌سازد.

یکی از شاخص‌های کلیدی در تحلیل شبکه اجتماعی، تراکم شبکه^۱ است. تراکم به نسبت پیوندهای موجود در شبکه به پیوندهای بالقوه اشاره دارد. تراکم شبکه ارتباط مثبتی با انسجام اجتماعی و سرمایه اجتماعی دارد. تراکم بالای شبکه می‌تواند باعث افزایش اعتماد میان ذینفعان، تسهیل تبادل اطلاعات و منابع، و تقویت مشارکت و همکاری شود. همچنین، افزایش تراکم موجب گسترش فعالیت‌های مشارکتی می‌شود که خود به تقویت روابط دوسویه و توسعه پیوندهای بیشتر در شبکه منجر خواهد شد (Olsson et al., 2007). به تبع آن، میزان سرمایه اجتماعی و انسجام اجتماعی افزایش یافته و فعالیت‌های مشارکتی تسهیل می‌شود (Pahl & Wostl & Knieper, 2014).

میزان دوسوییگی^۲ پیوندها یکی از شاخص‌های کلیدی در ارزیابی اعتماد و مشارکت متقابل در شبکه است (Hanneman & Riddle, 2015). هرچه میزان دوسوییگی در شبکه بیشتر باشد، نشان‌دهنده روابط دوسویه سازنده و پایداری بیشتر شبکه است. این شاخص همچنین به ارزیابی میزان سرمایه اجتماعی در شبکه کمک می‌کند (Bodin & Prell, 2011).

انتقال‌پذیری^۳ شاخصی برای ارزیابی تعادل و توازن شبکه است. هرچه روابط سه‌گانه میان کنشگران بیشتر باشد، شبکه متعادل‌تر و مقاوم‌تر در برابر شکنندگی خواهد بود (Bodin & Prell, 2011). به عبارت دیگر، اگر کنشگر A پیوندی با کنشگر B داشته باشد و کنشگر B پیوندی با کنشگر C برقرار کند، انتقال‌یافتگی نشان‌دهنده فرصت کنشگر A برای ایجاد پیوند مستقیم با C است. این ویژگی به شبکه کمک

می‌کند تا از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار باشد و روابط درون شبکه به صورت پایدارتر و مستحکم‌تری باقی بماند (Holling & Meffe, 1996).

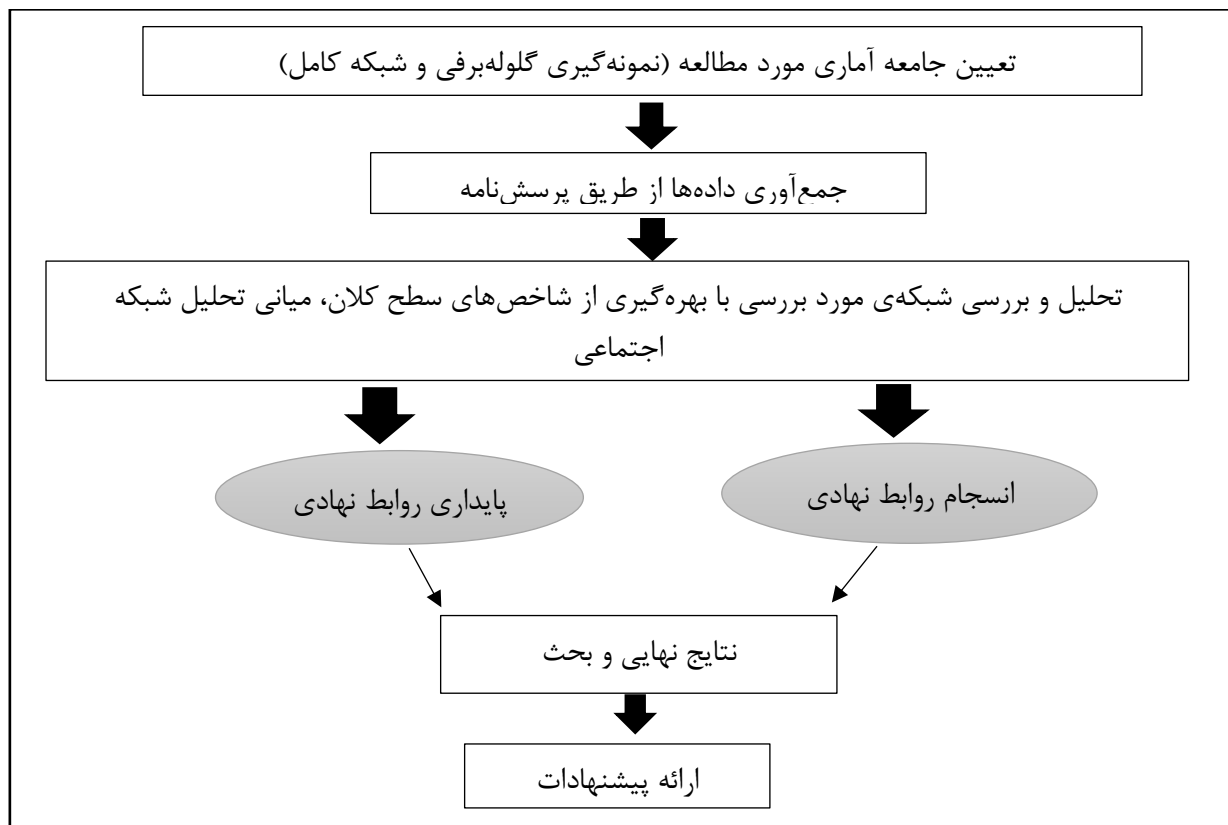
تمرکز شبکه^۴ یکی از شاخص‌های مهم در تحلیل شبکه است که درصدی از شبکه را که تحت کنترل افراد محدود با موقعیت مرکزی قرار دارد، نشان می‌دهد (Green et al., 2013). این شاخص به توزیع قدرت در شبکه اشاره دارد و ویژگی‌های کلی شبکه را مشخص می‌کند (Bordons et al., 2015).

میانگین فاصله ژئودزیک^۵ به‌عنوان میانگین کوتاه‌ترین فاصله بین کنشگران در شبکه، سرعت تبادل اطلاعات را اندازه‌گیری می‌کند. هرچه این فاصله کمتر باشد، سرعت بیشتر در تبادل و مشارکت بهتر میان ذینفعان را نشان می‌دهد که منجر به همبستگی و اتحاد بیشتر در شبکه می‌شود. این امر در مدیریت بحران منابع طبیعی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا کاهش این فاصله به تسهیل هماهنگی و دسترسی سریع‌تر میان افراد کمک می‌کند (Hanneman & Riddle, 2005; Bodin & Prell, 2011).

شاخص مرکز-پیرامون^۶ کنشگران شبکه را به دو گروه مرکزی و پیرامونی تقسیم می‌کند. در گروه مرکزی، روابط گسترده‌تر باعث افزایش تراکم شبکه می‌شود، در حالی که در گروه پیرامونی، تراکم شبکه کمتر است (Newig & Pehl-Wostl, 2010; Ghorbani, 2014). این شاخص به‌طور کلی به تحلیل زیرگروه‌ها و قدرت‌های اجتماعی در شبکه کمک می‌کند و می‌تواند در مدیریت مشارکتی و حکمرانی موفق منابع آب، انرژی و غذا مفید باشد. فلوجارت فرآیند انجام تحقیق در شکل ۳ نشان داده شده است.

4. Centralization
5. Geodesic Distance
6. Core - Periphery

1. Network Density
2. Reciprocity
3. Transitivity



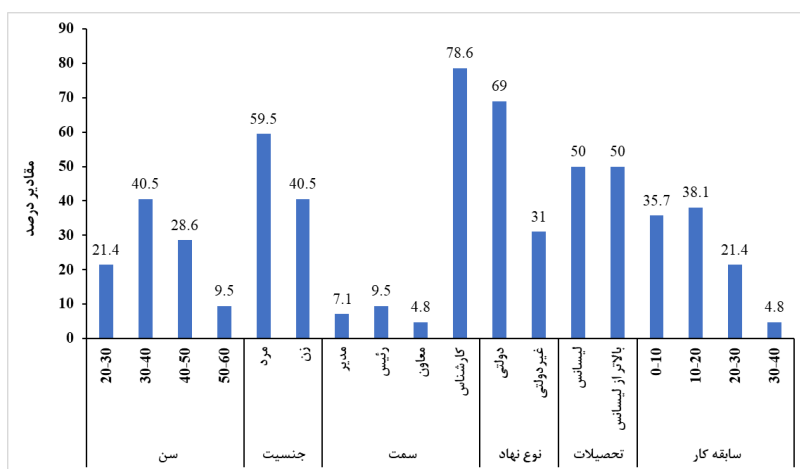
شکل ۳. فلوچارت مراحل انجام پژوهش

Figure 3 - Research Process Steps

وضعیت و خصوصیات جامعه آماری، آمار توصیفی آن‌ها (شامل سن، جنسیت، سمت، نوع سازمان و میزان تحصیلات در سطح سازمان) در پرسشنامه‌ها گنجانده شده و از آن‌ها سوال شد. نتایج مربوط به آمار توصیفی نهادی در شکل ۴ آورده شده است.

نتایج

به‌منظور تعیین نظام حکمرانی در همبست آب-انرژی-غذا در جزیره قشم، پرسشنامه‌ای بر اساس میزان تعاملات در سطح سازمان‌های مختلف تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب، برای درک بهتر



شکل ۴- مشخصات جامعه آماری مورد مطالعه در پژوهش

Figure 4- Characteristics of the statistical population in the research

براساس شکل ۴، اکثریت پاسخ‌دهندگان پرسشنامه تحلیل شبکه اجتماعی همبست آب، انرژی و غذا در منطقه مورد مطالعه را نمایندگان سازمان‌های مرتبط با این سه حوزه، در بازه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال (۴۰/۵ درصد) تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده حضور فعال نیروهای میانسال و با تجربه در ساختار حکمرانی منابع است. از این میان، ۵۹/۵ درصد مرد و ۷۸/۶ درصد دارای عنوان شغلی کارشناس بودند. همچنین، ۶۹ درصد پاسخ‌دهندگان در سازمان‌های دولتی و ۳۱ درصد در سازمان‌های غیردولتی فعالیت می‌کنند که این بیانگر غلبه ساختار دولتی در مدیریت منابع آب، انرژی و غذا در جزیره قشم است. اکثر افراد نیز دارای تحصیلات لیسانس، فوق لیسانس یا بالاتر و عمدتاً بین ۱۰ تا ۲۰ سال (۳۸/۱ درصد) سابقه کاری داشتند. لیست سازمان‌های مرتبط با همبست آب، انرژی و غذا در جزیره قشم در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- فهرست نهادهای مرتبط و نقش‌های آن‌ها در حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا در جزیره قشم

Table 3- List of Relevant Organizations and Their Roles in the Governance of Water, Energy, and Food Nexus on Qeshm Island

ردیف	کنشگر	نقش
۱	سازمان منطقه آزاد قشم	راهبری، سیاست‌گذاری و تسهیل‌گری در توسعه اقتصادی، تجاری و گردشگری جزیره قشم
۲	اداره برق شهرستان قشم	مدیریت، نظارت و اجرای عملیات تامین، توزیع و نگهداری برق در سطح شهرستان قشم
۳	اداره آب و فاضلاب قشم	مدیریت، بهره‌برداری و نظارت بر تامین، توزیع آب شرب و جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در سطح شهرستان قشم
۴	شرکت آب و برق تاسیسات منطقه آزاد قشم	تامین، تولید، انتقال و توزیع آب و برق در محدوده منطقه آزاد قشم، همچنین احداث، نگهداری و بهره‌برداری از تاسیسات زیربنایی مرتبط با آب، برق، فاضلاب و انرژی
۵	اداره گاز شهرستان قشم	اجرای طرح‌های توسعه گاز رسانی، بهره‌برداری، نگهداری و خدمت رسانی در حوزه گاز طبیعی در سطح شهرستان قشم
۶	اداره جهاد کشاورزی شهرستان قشم	مدیریت، حمایت و نظارت بر فعالیت‌های کشاورزی، دامداری، شیلات و منابع طبیعی در سطح شهرستان قشم
۷	اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان قشم	حفاظت، مدیریت و احیای منابع طبیعی، اجرای طرح‌های آبخیزداری، مقابله با بیابان‌زایی و حفاظت از جنگل‌ها و مراتع در شهرستان قشم
۸	اداره شیلات شهرستان قشم	مدیریت، حفاظت و بهره‌برداری پایدار از منابع دریایی و آبیان، توسعه صیادی، پرورش آبیان و اجرای طرح‌های شیلاتی در شهرستان قشم
۹	اداره صنعت، معدن و تجارت شهرستان قشم (صمت)	نظارت بر توسعه و مدیریت صنایع، معادن و تجارت در شهرستان قشم، صدور مجوزهای لازم برای فعالیت‌های اقتصادی، حمایت از تولیدات محلی و توسعه صادرات
۱۰	اداره امور مالیاتی قشم	وصول مالیات‌های مستقیم و غیرمستقیم، اجرای سیاست‌های مالیاتی در سطح شهرستان قشم و نظارت بر معاملات اقتصادی و تجاری
۱۱	فرمانداری شهرستان قشم	نظارت و مدیریت اجرایی امور عمومی، هماهنگی بین دستگاه‌های دولتی، اجرای سیاست‌های دولت در سطح شهرستان و پیگیری پروژه‌های توسعه‌ای در قشم. نقش مهمی در تامین امنیت، برنامه‌ریزی توسعه شهری و روستایی، هماهنگی در مسائل اجتماعی، اقتصادی و خدماتی
۱۲	اداره حفاظت محیط‌زیست شهرستان قشم	نظارت، حفاظت و مدیریت منابع طبیعی، حیات‌وحش، مناطق حفاظت‌شده و محیط زیست شهرستان قشم. اجرای قوانین و مقررات محیط‌زیستی، مقابله با آلودگی‌ها و حفاظت از تنوع‌زیستی و اکوسیستم‌های محلی
۱۳	اداره تعاون، کار و رفاه اجتماعی شهرستان قشم	مدیریت و نظارت بر امور تعاون، اشتغال، رفاه اجتماعی و بهبود شرایط کار در شهرستان قشم. حمایت از اقشار مختلف جامعه، تسهیل در ایجاد و توسعه تعاونی‌ها، پیگیری برنامه‌های اشتغال‌زایی و ارائه خدمات رفاهی به شهروندان
۱۴	اداره میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری شهرستان قشم	حفاظت از میراث فرهنگی، توسعه گردشگری و صنایع دستی، معرفی جاذبه‌های طبیعی و تاریخی قشم
۱۵	اداره راه و شهرسازی شهرستان قشم	نظارت، مدیریت و اجرای پروژه‌های زیرساختی مربوط به راه‌ها، حمل و نقل جاده‌ای، مسکن، شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری در شهرستان قشم. مسئول ساخت و نگهداری جاده‌ها، پل‌ها، تاسیسات حمل و نقل و همچنین توسعه پروژه‌های مسکن و شهرسازی در منطقه

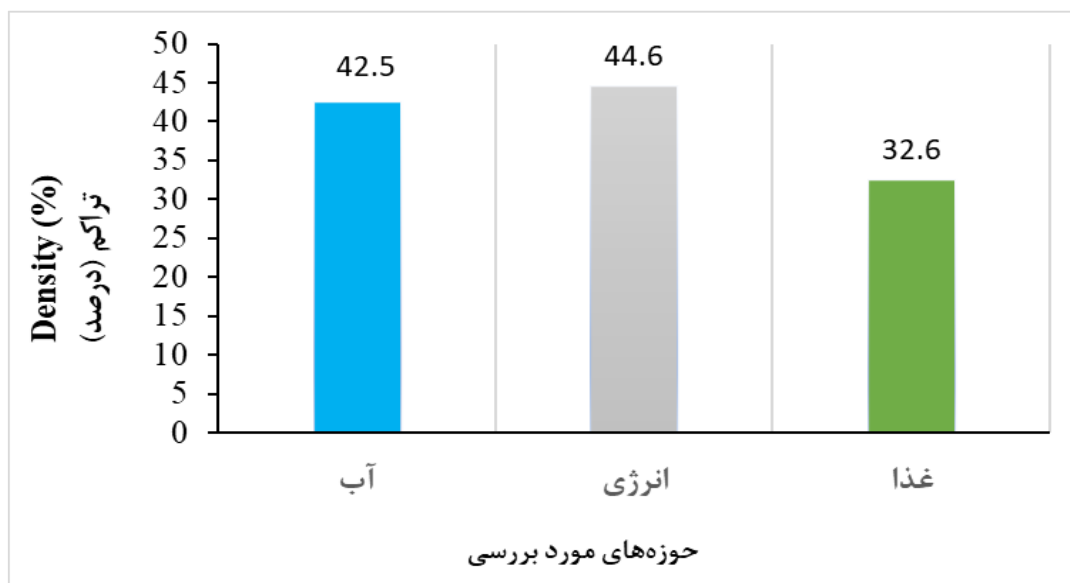
ردیف	کنشگر	نقش
۱۶	معاونت غذا و دارو شهرستان قشم- دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان	نظارت بر سلامت و ایمنی مواد غذایی، دارو، فرآورده‌های بهداشتی و صدور مجوزهای بهداشتی در قشم
۱۷	اداره دارو، مواد غذایی و آشامیدنی، آرایش و بهداشتی، مکمل و فرآورده های طبیعی استان هرمزگان	نظارت بر کیفیت و ایمنی محصولات دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی در سطح استان، صدور مجوزها و پروانه‌های بهداشتی مربوط به تولید و توزیع، همکاری با سایر نهادهای نظارتی و قضایی در موارد تخلف یا بحران های سلامت
۱۸	اداره کل آزمایشگاه های مرجع کنترل غذا، دارو و تجهیزات پزشکی استان هرمزگان	کنترل کیفیت و ایمنی مواد غذایی، دارویی، آرایشی، بهداشتی و فرآورده‌های طبیعی از طریق انجام آزمایش‌های تخصصی و صدور مجوزهای بهداشتی
۱۹	شرکت آب، برق و تاسیسات قشم	تامین، تولید و توزیع آب و برق و مدیریت زیرساخت‌های مرتبط در محدوده منطقه آزاد قشم
۲۰	شرکت تولید آب و برق قشم مپنا	تولید هم زمان ۵۰ مگاوات برق و ۱۸۰۰۰ مترمکعب آب شیرین در روز برای تامین نیازهای ساکنان و صنایع جزیره قشم
۲۱	نیروگاه تولید همزمان آب و برق قشم مپنا	تامین برق و آب شیرین برای جزیره قشم از طریق تولید همزمان انرژی و شیرین سازی آب دریا با راندمان بالا
۲۲	شرکت پیرامون سیستم قشم	طراحی، ساخت و ارائه سیستم‌های آنالیز و نمونه برداری آنلاین برای صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی
۲۳	شرکت مهندسی برق و الکترونیک قشم ولتاژ	طراحی، تولید و عرضه سیستم‌های اتوماسیون صنعتی، ابزار دقیق و تابلوهای برق هوشمند برای صنایع مختلف
۲۴	شرکت مهندسی رعدآب جنوب	تامین آب شرب در جزایر استان هرمزگان از طریق احداث و بهره‌برداری از تاسیسات آب شیرین کن به روش BOO
۲۵	شرکت سرمایه گذاری نفت قشم	طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تاسیسات ذخیره‌سازی، انتقال و صادرات نفت و میعانات گازی در جزیره قشم
۲۶	شرکت صنایع پتروشیمی بین الملل قشم	تولید محصولات پتروشیمی مانند پلی‌پروپیلن و متانول از گاز طبیعی، با هدف توسعه صنعتی و تکمیل زنجیره ارزش در جزیره قشم
۲۷	شرکت عمران قشم	طراحی، ساخت و توسعه پروژه‌های عمرانی و زیربنایی، توسعه زرساخت‌های شهری و جاده‌ای، نظارت بر اجرای پروژه‌های عمرانی، حمایت از توسعه پایدار منطقه آزاد قشم
۲۸	شرکت پالایش گاز سرخون و قشم	فعالیت در بخش استحصال و پالایش گاز طبیعی، مایعات گازی همراه و گاز مایع حوزه کازی سرخون در منطقه بندرعباس و حوزه گازی گورزین در جزیره قشم
۲۹	پالایشگاه گاز گورزین قشم	فرآورش گاز طبیعی، تثبیت میعانات گازی، تامین گاز پالایشگاه‌های جنوب و صادرات میعانات گازی
۳۰	پارک زیست فناوری خلیج فارس قشم	توسعه زیست فناوری، حمایت از شرکت‌های دانش بنیان، تجاری‌سازی نوآوری‌ها و تبدیل قشم به قطب زیست‌فناوری کشور
۳۱	مؤسسه آموزش عالی قشم	ارائه آموزش‌های دانشگاهی در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، با تمرکز بر توسعه علمی و پژوهشی در حوزه‌های غیرپزشکی
۳۲	دانشگاه پیام نور مرکز بین‌الملل قشم	ارائه رشته‌های مرتبط با منابع طبیعی، کشاورزی و محیط‌زیست، تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه‌های آب، غذا و انرژی، انجام تحقیقات کاربردی در راستای توسعه پایدار منطقه و کشور
۳۳	دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم	راه‌اندازی قطب علمی اقتصاد دریا و انرژی، توسعه علمی و پژوهشی در زمینه‌های شیلات و آبی‌پروری، راه‌اندازی مرکز تحقیقات پرورش آبزیان، تمرکز بر بهره‌برداری پایدار از منابع دریایی، آموزش و پژوهش در زمینه نفت و انرژی
۳۴	موسسه حفاظت از محیط زیست دریاگستر نمونه قشم	انجام پژوهش‌های علمی درباره گونه‌های دریایی، ارائه راهکارهای علمی برای حفاظت از تنوع زیستی خلیج فارس، همکاری با نهادهای ملی و بین‌المللی در حوزه محیط‌زیست دریایی، اطلاع رسانی و افزایش آگاهی عمومی در زمینه حفاظت محیط‌زیست دریایی
۳۵	شرکت گسترش انرژی پاسارگاد	تولید و تامین برق، توسعه میادین نفت و گاز، احداث زیرساخت‌های انرژی، پشتیبانی غیرمستقیم از امنیت غذایی و منابع آب، کمک به توسعه پایدار و تاب‌آوری منطقه‌ای
۳۶	شرکت پخش سراسری یک و یک- مرکز پخش بندرعباس	توزیع و تامین مواد غذایی بسته‌بندی شده در منطقه، تسهیل دسترسی به محصولات غذایی صنعتی، پشتیبانی از امنیت غذایی منطقه با تامین زنجیره توزیع

ردیف	کنشگر	نقش
۳۷	شرکت صنعتی لادن- مرکز پخش بندرعباس	تولید و عرضه روغن‌های خوراکی، تامین بخشی از نیاز داخلی کشور به روغن نباتی، همکاری با صنعت غذا و بهبود زنجیره تامین مواد اولیه در حوزه مواد غذایی
۳۸	شرکت صنایع غذایی گل‌ها- مرکز پخش بندرعباس	توزیع و تامین انواع روغن‌های خوراکی در سطح استان هرمزگان، پشتیبانی از زنجیره تامین فروشگاه‌ها، رستوران‌ها و مراکز تهیه غذا
۳۹	شرکت نظارت بر ضوابط بهداشت انسانی و استاندارد قشم	نظارت بر کیفیت و ایمنی محصولات، صدور گواهینامه‌های استاندارد، بازرسی و نمونه‌برداری، همکاری با سایر نهادها برای ارتقای سطح کیفیت و ایمنی محصولات در منطقه
۴۰	اداره غذا و دارو و استاندارد آزاد قشم	نظارت موازی در محدوده منطقه آزاد بر کالاهای وارداتی یا تولیدی، صدور مجوز یا تاییدیه برای فعالیت‌های تجاری در محدوده منطقه آزاد
۴۱	شبکه بهداشت و درمان شهرستان قشم	تأمین خدمات بهداشتی-درمانی، نظارت بر مراکز درمانی، آزمایش نمونه‌های آب، فاضلاب، مواد غذایی و عوامل زیان‌آور محیط کار، اعمال ضوابط و مقررات بهداشت مواد غذایی

سطح کلان

در سطح کلان شبکه نهادی، شاخص‌های تراکم، دوسویگی، انتقال‌پذیری، تمرکز و میانگین فاصله ژئودزیک اندازه‌گیری شدند. به‌طور کلی، این شاخص‌ها در حوزه‌های آب، انرژی و غذا وضعیت مطلوبی نداشتند و نشان‌دهنده انسجام کم سازمانی در این شبکه‌ها هستند. تراکم شبکه، نسبت تعداد ارتباطات موجود به کل ارتباطات ممکن در شبکه است و شاخص کلیدی برای سنجش میزان همبستگی و یکپارچگی میان سازمان‌ها به‌شمار می‌رود. شبکه انرژی با تراکم ۴۴/۶ درصد، دارای بیشترین میزان ارتباطات است که بیانگر

ساختاری نسبتاً منسجم و تسهیل جریان اطلاعات، منابع و تصمیم‌گیری بین سازمان‌های این حوزه است. این سطح از تراکم می‌تواند موجب افزایش سرعت انتقال اطلاعات و انعطاف‌پذیری شبکه در مواجهه با چالش‌ها شود. شبکه آب با تراکم ۴۲/۵ درصد نیز وضعیت نسبتاً مطلوبی دارد، اما همچنان کمتر از نیمی از ارتباطات بالقوه برقرار شده است و ظرفیت بهبود همکاری بین نهادی وجود دارد. در مقابل، شبکه غذا با تراکم ۳۲/۶ درصد، کمترین میزان ارتباطات را داراست که نشان‌دهنده ساختاری پراکنده‌تر، ضعف در هماهنگی و احتمال کندی در انتقال اطلاعات و منابع است.



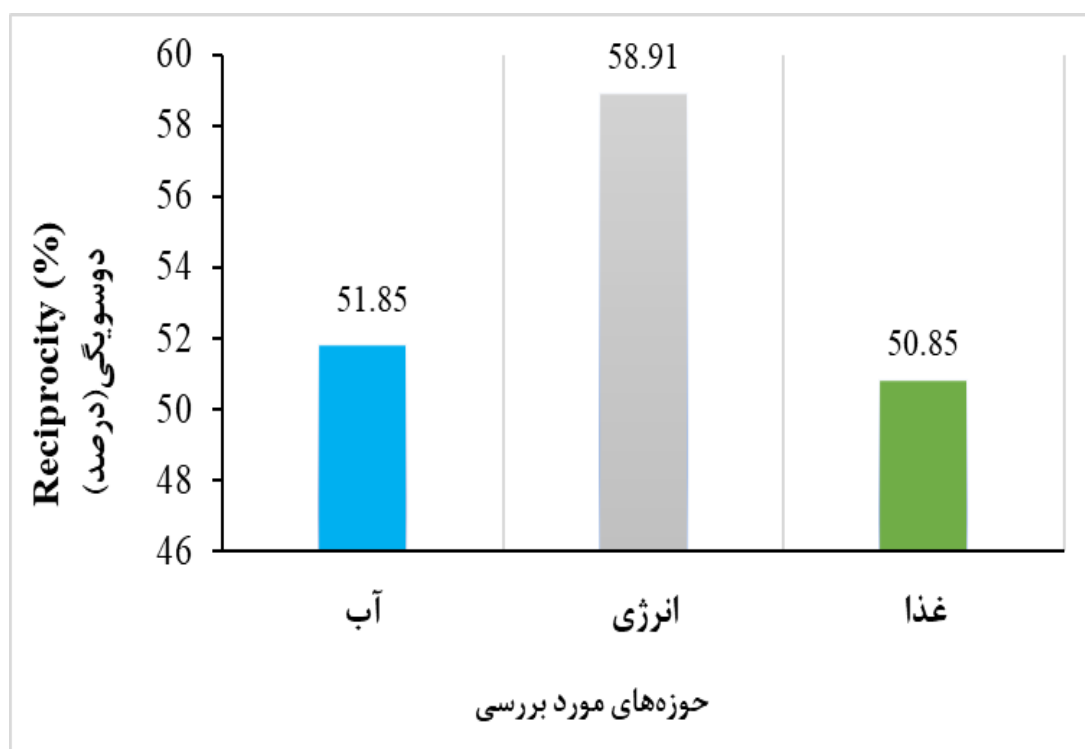
شکل ۵- مقادیر شاخص تراکم در بخش‌های مختلف حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا

Figure 5- Values of Density Index Across Different Sectors in the Governance of the Water-Energy-Food Nexus

رجب پورنیکو و همکاران

که حاکی از توان قدرت نسبی و اعتماد متقابل بین سازمان‌های این حوزه است. پس از آن شبکه آب با ۵۰/۸۵ درصد و در نهایت شبکه غذا با ۵۱/۸۵ درصد قرار می‌گیرند. در مقابل نتایج نشان می‌دهد که نیمی از ارتباطات همچنان یک‌طرفه هستند که نشان می‌دهد برخی سازمان‌ها صرفاً دریافت‌کننده یا ارسال‌کننده ارتباطات هستند.

شاخص دوسوییگی در تحلیل شبکه اجتماعی، نسبت روابط متقابل به کل ارتباطات موجود را نشان می‌دهد و معیاری کلیدی برای سنجش کیفیت تعاملات میان کنشگران در شبکه است. بررسی این شاخص در شبکه‌های سه‌گانه همبست آب، انرژی و غذا، به الگوی معناداری اشاره دارد. شبکه انرژی با دوسوییگی ۵۸/۹۱ درصد، بالاترین میزان تعاملات متقابل را نشان می‌دهد

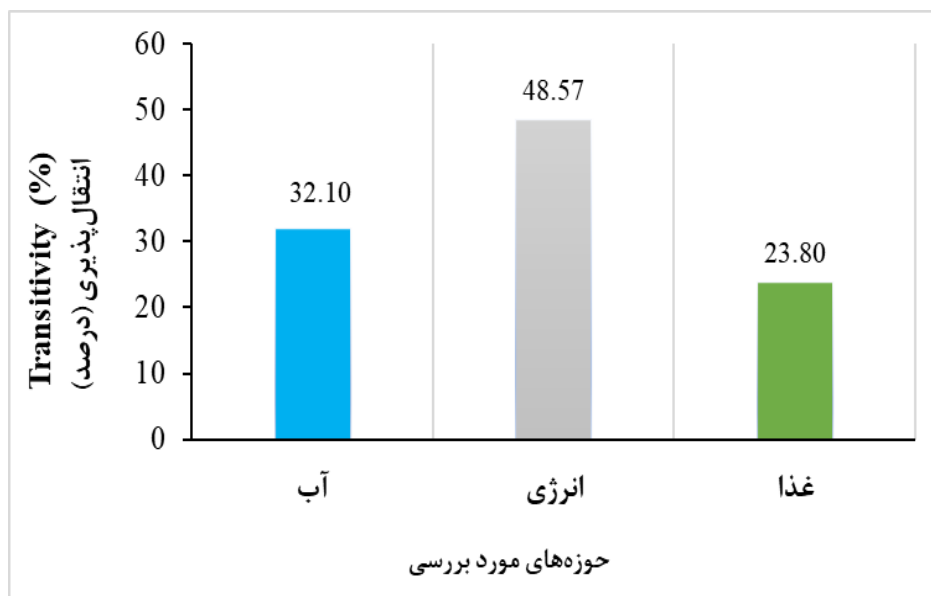


شکل ۶- مقادیر شاخص دوسوییگی در بخش‌های مختلف همبست آب-انرژی-غذا

Figure 6- Reciprocity Index Values in Various Sectors of the Water-Energy-Food Nexus

انتقال‌پذیری را نشان می‌دهد. به‌طور کلی، این درصد‌های پایین در تمامی سه شبکه نشان‌دهنده ضعف در حفظ پیوندهای سه‌گانه و چالش نهادها در ایجاد و تثبیت پیوندهای چندگانه است که موجب تسهیل یادگیری جمعی و انتقال دانش ضمنی میان سازمان‌ها می‌شود. در کمتر از نیمی از موارد، هنگامی که دو سازمان با یک سازمان سوم ارتباط دارند، بین خودشان نیز پیوند برقرار می‌کنند.

شاخص انتقال‌پذیری در تحلیل شبکه اجتماعی، معیاری برای سنجش میزان شکل‌گیری ساختارهای سه‌وجهی و مثلث‌بندی در شبکه است. از منظر فنی، این شاخص احتمال برقراری ارتباط بین دو کنشگر را در صورت ارتباط هر دو فرد با کنشگر سوم نشان می‌دهد (شکل ۷). شبکه انرژی با انتقال‌پذیری ۴۸/۵۷ درصد، بالاترین میزان انتقال‌پذیری را دارد که به معنای توانایی بیشتر این شبکه در حفظ و توسعه پیوندهای سه‌گانه است. پس از آن، شبکه آب با ۳۲/۱ درصد قرار دارد و شبکه غذا با ۲۳/۸۰ درصد کمترین میزان

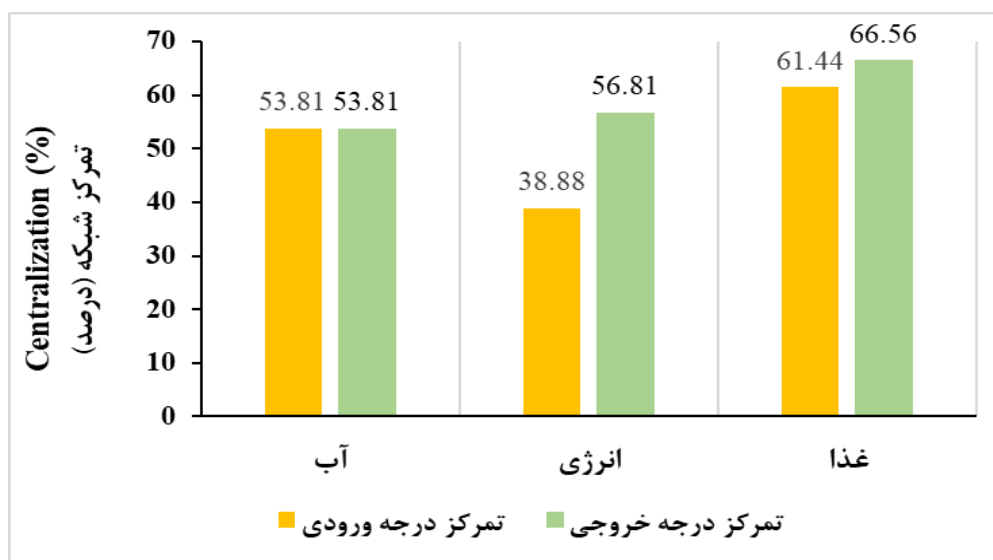


شکل ۷- مقادیر شاخص انتقال یافتگی در بخش‌های مختلف همبست آب-انرژی-غذا

Figure 7- Transitivity Index Values in Various Sectors of the Water-Energy-Food Nexus

محدودی از نهادها در توزیع و دریافت اطلاعات و منابع نقش کلیدی ایفا می‌کنند. با این وجود، میزان تمرکز در هر شبکه متفاوت است.

نتایج شاخص تمرکز در شبکه‌های آب، انرژی و غذا (شکل ۸) نشان می‌دهد که تمامی این شبکه‌ها دارای سطح بالایی از تمرکز هستند، به طوری که تعداد



شکل ۸- مقادیر شاخص تمرکز در بخش‌های مختلف همبست آب-انرژی-غذا

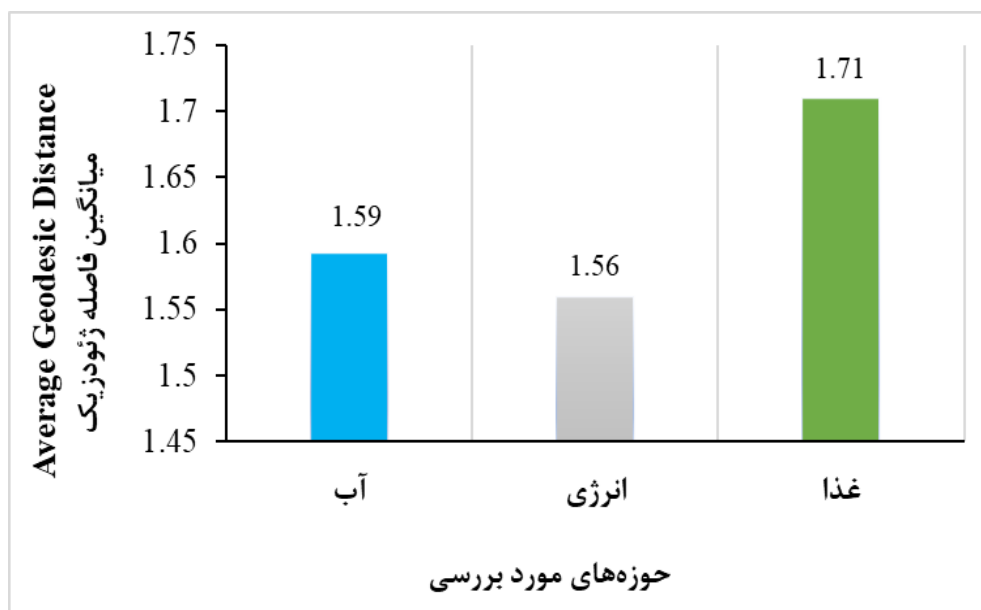
Figure 8- Centralization Index Values in Various Sectors of the Water-Energy-Food Nexus

اطلاعات و منابع خود (تمرکز درجه ورودی) از سایر نهادها است. در شبکه انرژی تمرکز درجه ورودی ۳۸/۸۸ درصد و تمرکز درجه خروجی ۵۶/۸۱ درصد است. تفاوت میان این دو شاخص نشان‌دهنده

تمرکز درجه ورودی و خروجی در شبکه آب ۵۳/۸۱ درصد است که نشان‌دهنده نقش محوری برخی سازمان‌ها در توزیع منابع و اطلاعات (تمرکز درجه خروجی) و در عین حال دریافت قابل‌توجهی از

وابستگی شدیدی به تعداد کمی از نهادهای کلیدی دارد و ممکن است انعطاف‌پذیری شبکه را کاهش دهد. میانگین فاصله ژئودزیک نشان‌دهنده میانگین کوتاه‌ترین مسیر بین هر دو نهاد در شبکه است. این شاخص در شبکه‌های آب، انرژی و غذا به ترتیب برابر با ۱/۵۹، ۱/۵۶ و ۱/۷۱ بوده (شکل ۹) و در تمامی شبکه‌ها بالاتر از ۱/۵ است.

تأثیرگذاری بیشتر برخی نهادها بر دیگران و وابستگی کمتر آن‌ها به ورودی‌های سایر سازمان‌ها است. این امر نشانگر نقش مسلط برخی بازیگران کلیدی در توزیع اطلاعات و منابع است. شبکه غذا بالاترین میزان تمرکز را دارد، به طوری که تمرکز درجه ورودی ۶۱/۴۴ درصد و تمرکز درجه خروجی ۶۶/۵۶ درصد است. این ارقام نشان می‌دهد که جریان منابع و اطلاعات در این شبکه



شکل ۹- مقادیر شاخص میانگین فاصله ژئودزیک در بخش‌های مختلف همبست آب-انرژی-غذا

Figure 9- Values of the Average Geodesic Distance Index in Different Sectors of the Water-Energy-Food Nexus

است. شبکه آب با ۱۷ نهاد مرکزی و ۲۷ نهاد پیرامونی، ساختار متعادل‌تری نسبت به دو شبکه دیگر دارد. شبکه انرژی با ۲۰ نهاد مرکزی و ۲۴ نهاد پیرامونی، بیشترین تمرکز قدرت را نشان می‌دهد. شبکه غذا با ۱۶ نهاد مرکزی و ۲۸ نهاد پیرامونی، پراکندگی بیشتری در ساختار قدرت دارد. سازمان منطقه آزاد قشم و فرمانداری قشم در هر سه شبکه جایگاه مرکزی دارند که نشان‌دهنده نقش محوری آنها در حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا است. این امر بیانگر تمرکز قدرت تصمیم‌گیری در این دو نهاد اداری-اجرایی است. اداره راه و شهرسازی نیز در هر سه شبکه مرکزی است که اهمیت زیرساخت‌های فیزیکی را در پیوند سه بخش نشان می‌دهد.

سطح میانی

بررسی ساختار شبکه‌های حکمرانی آب، انرژی و غذا در جزیره قشم با استفاده از شاخص مرکز-پیرامون، الگوی متفاوتی از تمرکز قدرت و نقش‌آفرینی نهادها را آشکار می‌سازد. جدول ۴ فهرست نهادهای مرکزی و پیرامونی هر شبکه را نشان می‌دهد. سازمان‌های منطقه آزاد و فرمانداری قشم در هر سه شبکه نقش مرکزی و کلیدی دارند که بیانگر قدرت و اهمیت آن‌ها در مدیریت منابع آب، انرژی و غذا در منطقه است. همچنین به‌منظور درک بهتر روابط و میزان اندازه شاخص محاسبه‌شده در سطح میانی شبکه نهادی، تراکم شبکه در سطح زیرگروه‌های مرکزی و پیرامونی در هر سه حوزه آب، انرژی و غذا در جدول ۵ ارائه شده

جدول ۴- فهرست نهادهای مرکزی و پیرامونی حوزه آب، انرژی و غذا

Table 4- List of Central and Peripheral Institutions in the Water, Energy, and Food Sectors

زمان	ذینفعان مرکزی	ذینفعان پیرامونی
شبکه آب	سازمان منطقه آزاد قشم، اداره برق، اداره آب و فاضلاب، شرکت آب منطقه‌ای، اداره جهاد کشاورزی شهرستان قشم، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری قشم، اداره شیلات قشم، اداره کل صنعت، معدن و تجارت قشم (صمت)، اداره امور مالیاتی قشم، فرمانداری قشم، اداره حفاظت محیط‌زیست قشم، اداره میراث فرهنگی و گردشگری قشم، اداره راه و شهرسازی قشم، معاونت غذا و دارو شهرستان قشم-دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، شرکت آب، برق و تاسیسات سازمان منطقه آزاد قشم، شرکت تولید آب و برق قشم مینا، نیروگاه تولید همزمان آب و برق قشم	اداره گاز، اداره تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اداره دارو، مواد غذایی و آشامیدنی، آرایش و بهداشتی، مکمل و فرآورده های طبیعی استان هرمزگان، اداره کل آزمایشگاه های مرجع کنترل غذا، دارو و تجهیزات پزشکی استان هرمزگان، شرکت پیرامون سیستم قشم، شرکت مهندسی برق و الکترونیک قشم ولتاژ، شرکت مهندسی رعدآب جنوب، شرکت صنایع پتروشیمی بین‌الملل قشم، شرکت عمران قشم، شرکت پالایش گاز سرخون و قشم، پالایشگاه گاز گورزین قشم، پارک زیست‌فناوری خلیج فارس قشم، موسسه آموزش عالی قشم، دانشگاه پیام نور واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم، موسسه حفاظت از محیط‌زیست دریاگستر نمونه قشم، شرکت گسترش انرژی پاسارگاد، شرکت پخش سراسری یک و یک، شرکت صنعتی لادن، شرکت صنایع غذایی گل‌ها، شرکت نظارت بر ضوابط بهداشت انسانی و استاندارد قشم، اداره غذا و دارو و استاندارد منطقه آزاد قشم، شبکه بهداشت و درمان شهرستان قشم
شبکه انرژی	سازمان منطقه آزاد قشم، اداره برق، اداره، اداره صنعت، معدن و تجارت، فرمانداری، اداره حفاظت محیط‌زیست، اداره راه و شهرسازی، شرکت آب، برق و تاسیسات سازمان منطقه آزاد قشم، شرکت تولید آب و برق قشم مینا، نیروگاه تولید همزمان آب و برق قشم، شرکت پیرامون سیستم قشم، شرکت مهندسی برق و الکترونیک قشم ولتاژ، شرکت مهندسی رعدآب جنوب، شرکت سرمایه‌گذاری نفت قشم، شرکت صنایع پتروشیمی بین‌الملل قشم، شرکت عمران قشم، شرکت پالایش گاز سرخون و قشم، پالایشگاه گاز گورزین قشم، موسسه آموزش عالی قشم، موسسه حفاظت از محیط‌زیست دریاگستر نمونه قشم، شرکت گسترش انرژی پاسارگاد	اداره آب و فاضلاب، شرکت آب منطقه‌ای، اداره جهاد کشاورزی، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری، اداره شیلات، اداره امور مالیاتی، اداره تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اداره میراث فرهنگی و گردشگری، معاونت غذا و دارو شهرستان قشم-دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، اداره دارو، مواد غذایی و آشامیدنی، آرایش و بهداشتی، مکمل و فرآورده های طبیعی استان هرمزگان، اداره کل آزمایشگاه های مرجع کنترل غذا، دارو و تجهیزات پزشکی استان هرمزگان، پارک زیست‌فناوری خلیج فارس قشم، دانشگاه پیام نور واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم، شرکت پخش سراسری یک و یک، شرکت صنعتی لادن، شرکت صنایع غذایی گل‌ها، شرکت نظارت بر ضوابط بهداشت انسانی و استاندارد قشم، اداره غذا و دارو و استاندارد منطقه آزاد قشم، شبکه بهداشت و درمان شهرستان قشم
شبکه غذا	سازمان منطقه آزاد قشم، اداره جهاد کشاورزی، اداره شیلات، فرمانداری، اداره راه و شهرسازی، معاونت غذا و دارو شهرستان قشم-دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، اداره دارو، مواد غذایی و آشامیدنی، آرایش و بهداشتی، مکمل و فرآورده های طبیعی استان هرمزگان، موسسه آموزش عالی قشم، دانشگاه پیام نور واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم، موسسه حفاظت از محیط‌زیست دریاگستر نمونه قشم، شرکت پخش سراسری یک و یک، شرکت صنعتی لادن، شرکت صنایع غذایی گل‌ها، شرکت نظارت بر ضوابط بهداشت انسانی و استاندارد قشم، اداره غذا و دارو و استاندارد منطقه آزاد قشم	اداره برق، اداره آب و فاضلاب، اداره گاز، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری، اداره صنعت، معدن و تجارت، اداره امور مالیاتی قشم، اداره حفاظت محیط‌زیست، اداره تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اداره میراث فرهنگی و گردشگری، اداره کل آزمایشگاه‌های مرجع کنترل غذا، دارو و تجهیزات پزشکی استان هرمزگان، شرکت آب، برق و تاسیسات سازمان منطقه آزاد قشم، شرکت تولید آب و برق قشم مینا، نیروگاه تولید همزمان آب و برق قشم، شرکت پیرامون سیستم قشم، شرکت مهندسی برق و الکترونیک قشم ولتاژ، شرکت مهندسی رعدآب جنوب، شرکت سرمایه‌گذاری نفت قشم، شرکت صنایع پتروشیمی بین‌الملل قشم، شرکت عمران قشم، شرکت پالایش گاز سرخون و قشم، پالایشگاه گاز گورزین قشم، پارک زیست‌فناوری خلیج فارس قشم، شرکت گسترش انرژی پاسارگاد، شبکه بهداشت و درمان شهرستان قشم

کلیدی است، به طوری که نهادهای غیرمرکزی به طور عمده از تعاملات جدا هستند و به تبع آن، همبستگی کمتری در شبکه‌های پیرامونی مشاهده می‌شود.

تحلیل تراکم شبکه در سه حوزه آب، انرژی و غذا نشان می‌دهد که گروه‌های مرکزی ارتباطات قوی‌تری دارند، در حالی که گروه‌های پیرامونی ارتباطات محدودی دارند که بیانگر تمرکز بالای تعاملات در نهادهای

جدول ۵- تراکم شبکه در سطح زیرگروه‌های مرکزی و پیرامونی
Table 5- Network Density at the Central and Peripheral Subgroup Levels

تراکم شبکه در سطح زیرگروه‌های مرکزی و پیرامونی آب (درصد)		
گروه‌های مرکزی	گروه‌های پیرامونی	
۸۷/۱	۴۳/۶	گروه‌های مرکزی
۴۴/۹	۱۷/۹	گروه‌های پیرامونی
تراکم شبکه در سطح زیرگروه‌های مرکزی و پیرامونی انرژی (درصد)		
گروه‌های مرکزی	گروه‌های پیرامونی	
۹۳/۳	۳۵/۵	گروه‌های مرکزی
۳۸/۸	۷/۱	گروه‌های پیرامونی
تراکم شبکه در سطح زیرگروه‌های مرکزی و پیرامونی غذا (درصد)		
گروه‌های مرکزی	گروه‌های پیرامونی	
۷۸/۷	۴۵/۱	گروه‌های مرکزی
۳۲/۴	۰	گروه‌های پیرامونی

بحث

با وجود مزایای شناخته‌شده سیاست‌گذاری یکپارچه در شبکه‌های آب، انرژی و غذا، تصمیمات حکمرانی غالباً بدون همکاری مناسب درون و میان‌بخش‌ها اتخاذ می‌شوند، که این امر می‌تواند به پیامدهای ناخواسته و تهدید امنیت منابع منجر شود. به‌کارگیری رویکردهای حکمرانی مشارکتی می‌تواند فرصتی برای حرکت به سوی سیاست‌گذاری یکپارچه در این حوزه‌ها ایجاد کند. این فرآیند نیازمند شناسایی محدودیت‌های ساختارهای حکمرانی کنونی و کشف فرصت‌های تغییر است. در این راستا، تحلیل شبکه اجتماعی به‌عنوان ابزاری کارآمد، می‌تواند به درک پیچیدگی روابط در شبکه‌های حکمرانی، همکاری نهادی و شکاف‌های ارتباطی بپردازد (Magsi & Torre, 2012; Jones & White, 2021). نتایج پژوهش همسو با یافته‌های Ghanian و همکاران (۲۰۲۳) همکاری و هماهنگی میان بخش‌های آب، انرژی و غذا را برای دستیابی به حکمرانی یکپارچه و افزایش امنیت منابع ضروری می‌داند. با این حال، بر اساس شاخص تراکم شبکه، انسجام سازمانی در شبکه‌های تبادل ارتباطات این حوزه‌ها کمتر از حد متوسط است و شبکه‌ها به‌طور نسبی گسسته و فاقد انسجام کافی‌اند. این وضعیت به استفاده ناکارآمد از پتانسیل نهادی جمعی برای ایجاد

پیوندهای منسجم اشاره دارد. یافته با تأکید Coleman (۱۹۹۰) بر اهمیت ساختارهای شبکه منسجم در توسعه پایدار منطقه‌ای همخوانی دارد. همچنین، طبق نظر Sandstrom و Rova (۲۰۱۰) در حکمرانی شبکه‌ای با تراکم بالا، کنشگران با دیدگاه‌ها و علایق مختلف قادر به درک مشکلات پیچیده و توافق بر راه‌حل‌ها هستند که این امر به افزایش سازگاری نظام اجتماعی-اکولوژیک منجر می‌شود. مقایسه با مطالعه Sommerville و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان می‌دهد که تراکم پایین در شبکه‌های حکمرانی آب-انرژی-غذا در جزیره قشم ضعف ساختاری در همکاری بین سازمانی را نمایان می‌سازد که می‌تواند به کاهش کارایی در مدیریت منابع و افزایش هزینه‌ها منجر شود. برای تأیید انسجام شبکه، معیارهای تمرکز نیز بررسی می‌شوند (Sandström, 2011). بررسی معیار تمرکز نشان می‌دهد که این شاخص در هر سه حوزه بالاتر از متوسط است، که نشان‌دهنده تمرکز قدرت در دست نهادهای کلیدی است. این معیار تعیین می‌کند که آیا اطلاعات و منابع در اختیار تعداد محدودی از سازمان‌ها قرار دارد یا به‌طور متوازن بین تمامی سازمان‌ها توزیع شده است. چنین تحلیلی می‌تواند نقش مهمی در بهبود عدالت در توزیع منابع و اطلاعات ایفا کند (Ashtari et al., 2024).

شاخص دوسویگی نشان‌دهنده تعاملات متقابل و پایداری متوسط شبکه است. همچنین، شاخص انتقال‌پذیری در حوزه‌های آب و غذا پایین بوده، که نشان‌دهنده پراکندگی عملکردها و نیاز به تقویت انسجام روابط سه‌گانه است. تقویت این ارتباطات برای افزایش پایداری و تاب‌آوری ضروری است (Omondia et al., 2017). همکاری بیشتر در بخش‌های مختلف آب، انرژی و غذا می‌تواند به حل بهتر مشکلات و دستیابی به اهداف پایداری کمک کند (Bhaduri et al., 2015; Weitz et al., 2017). همچنین کاهش میانگین فاصله ژئودزیک موجب افزایش سرعت گردش اطلاعات، تقویت اتحاد میان نهادها و کاهش زمان لازم برای هماهنگی و مدیریت منابع مشترک می‌شود. در نتیجه، دست‌اندرکاران به‌طور مؤثرتری به یکدیگر دسترسی پیدا کرده و این امر در تقویت اعتماد و فعالیت‌های جمعی نقش دارد. در این مطالعه، شبکه انرژی بیشترین انسجام و کوتاه‌ترین مسیرهای ارتباطی را نشان می‌دهد، که به دلیل اهمیت استراتژیک انرژی و زیرساخت‌های قوی در این بخش است. برعکس، شبکه غذا با بیشترین فاصله میانگین، نیاز به بهبود ارتباطات بین‌سازمانی و کاهش پیچیدگی‌های ساختاری را نشان می‌دهد، که می‌تواند چالش‌هایی در زمینه امنیت غذایی و مدیریت منابع ایجاد کند.

تحلیل نتایج معیار مرکز-پیرامون نشان می‌دهد که تحلیل شبکه‌های حکمرانی آب، انرژی و غذا در جزیره قشم الگوی خاصی از توزیع قدرت و نقش نهادها را نمایان می‌سازد. در شبکه آب، سازمان منطقه آزاد قشم، فرمانداری، اداره برق، آب و فاضلاب، جهاد کشاورزی، و شرکت مپنا نقش محوری دارند، در حالی که اداره گاز، پارک زیست‌فناوری و دانشگاه‌های محلی در حاشیه قرار دارند. شبکه انرژی با محوریت سازمان منطقه آزاد قشم، فرمانداری، ادارات برق و گاز، شرکت مپنا و شرکت گسترش انرژی پاسارگاد شکل گرفته است، و ادارات آب و فاضلاب، جهاد کشاورزی و شیلات نقش کم‌رنگ‌تری دارند. در شبکه غذا، سازمان منطقه

آزاد قشم، فرمانداری، جهاد کشاورزی، شیلات و دانشگاه علوم پزشکی در مرکز قرار دارند و ادارات برق، آب و گاز در حاشیه هستند. این ساختار نشان می‌دهد که سازمان منطقه آزاد قشم و فرمانداری در هر سه شبکه نقش کلیدی ایفا می‌کند. سازمان‌های منطقه آزاد قشم و فرمانداری قشم به‌عنوان نهادهای حکمرانی در هر سه شبکه، نقش مرکزی و کلیدی دارند، مطابق با ماده ۱۱۲ قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه که بر اساس آن، مدیران سازمان‌های مناطق آزاد به نمایندگی از دولت، بالاترین مقام منطقه محسوب می‌شوند و مسئولیت کلیه وظایف و اختیارات دستگاه‌های اجرایی دولتی در این مناطق را به عهده دارند. به‌عنوان نمونه، پروژه تولید همزمان برق و آب قشم مپنا که در سال ۱۳۹۰ آغاز و اخیراً به بهره‌برداری رسید، نمونه‌ای از ارتباط مستقیم بین آب و انرژی است. این پروژه با ظرفیت تولید ۱۸ هزار مترمکعب آب شیرین و ۵۰ مگاوات برق، نقش حیاتی در تأمین نیازهای جزیره دارد و هدف آن افزایش بازده نیروگاه‌های گازی و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی است (MAPNA, 2025). همچنین، پروژه‌های آبرسانی بزرگ در قشم، از جمله آب‌شیرین‌کن باسعیدو و خط انتقال آب، نشان‌دهنده تلاش‌های دولت برای بهبود وضعیت آب شرب و تأثیر آن بر تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی است (Tasnim, 2024). با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه بالا و نیاز به صرفه‌جویی در مصرف آب همچنان وجود دارد، که نیازمند رویکردی یکپارچه و مشارکت فعال جامعه برای مدیریت منابع آب و انرژی است.

همچنین، هر شبکه عمدتاً نهادهای تخصصی مرتبط با آن حوزه را در مرکز خود دارد (مانند اداره برق در شبکه آب و انرژی، اداره جهاد کشاورزی و شیلات در شبکه غذا)؛ این الگو نشان می‌دهد علیرغم اهمیت همبست، هنوز منطبق بخشی بر ساختار تصمیم‌گیری غالب است. اگرچه شبکه‌های آب، انرژی و غذا در جزیره قشم به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، ارتباطات تنگاتنگی بین این سه حوزه وجود دارد.

روابط، تمرکز قدرت، انسجام نهادی و میزان مشارکت سازمان‌ها را در قالب شاخص‌های کمی معتبر ارزیابی کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ساختار شبکه‌های حکمرانی در هر یک از سه حوزه آب، انرژی و غذا با درجات متفاوتی از انسجام و کارایی مواجه است و همچنان ظرفیت‌های قابل توجهی برای بهبود همکاری و همگرایی نهادی وجود دارد.

شاخص تراکم شبکه در هر سه حوزه پایین‌تر از حد متوسط ارزیابی شد، به‌ویژه در شبکه غذا، که این وضعیت نشانگر سطح پایین همکاری و عدم بهره‌گیری از ظرفیت نهادی جمعی برای شکل‌دهی به شبکه‌ای منسجم و فعال است. چنین یافته‌ای مؤید آن است که روابط بین‌سازمانی به‌صورت پراکنده و ناپایدار باقی مانده‌اند. در مقابل، شاخص تمرکز شبکه در هر سه شبکه، بالا گزارش شد که بیانگر تمرکز تصمیم‌گیری و جریان اطلاعات در دست نهادهای محدودی است. این وضعیت اگرچه می‌تواند مزایای اجرایی خاصی داشته باشد، اما از منظر حکمرانی مشارکتی، دلالت بر نابرابری در توزیع قدرت و اطلاعات دارد.

تحلیل مرکز-پیرامون نیز نقش محوری سازمان منطقه آزاد قشم و فرمانداری را در هر سه شبکه حکمرانی برجسته می‌سازد. این نهادها به‌عنوان مراکز تصمیم‌گیری کلیدی، تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر هماهنگی و همکاری بین بخشی دارند و در تخصیص منابع و مدیریت مؤثر تأثیرگذارند. با وجود برخی نهادهای مرکزی مشترک، حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا در جزیره قشم همچنان با چالش‌های ساختاری مواجه است. در چنین بستری، نقش نهادهای واسط، ایجاد ساختارهای هماهنگی بین‌بخشی (مانند کارگروه‌های مشترک) و ارتقای جایگاه نهادهای پیرامونی از ضروریات اصلاح این وضعیت محسوب می‌شود.

در همین راستا، شاخص دوسویگی سطح متوسطی از تعامل متقابل میان نهادها را نشان می‌دهد، درحالی‌که شاخص انتقال‌پذیری در حوزه‌های آب و غذا پایین است؛ امری که بیانگر نبود پیوندهای سه‌گانه مؤثر و شکنندگی روابط شبکه‌ای است. در چنین وضعیتی،

اگرچه تحلیل شبکه اجتماعی توانسته الگوهای ساختاری و توزیع قدرت را در میان نهادهای فعال در حکمرانی منابع شناسایی کند، اما علت‌شناسی این الگوها نیازمند تکیه بر تحلیل‌های مکمل است. تمرکز قدرت در دست برخی نهادها - به‌ویژه سازمان منطقه آزاد قشم - را می‌توان تا حدی ناشی از ساختارهای قانونی مانند ماده ۱۱۲ قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه دانست که اختیارات گسترده‌ای به این نهادها اعطا کرده است. افزون بر این، ظرفیت فنی و مالی محدود نهادهای پیرامونی، نبود پلتفرم‌های گفت‌وگو و سیاست‌گذاری مشترک، و رقابت نهادی برای منابع، از جمله عواملی هستند که مانع از انسجام شبکه‌ای شده‌اند. در نتیجه، تحلیل صرفاً ساختاری برای فهم این وضعیت کافی نیست و پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با بهره‌گیری از رویکردهای کیفی مانند مصاحبه با ذی‌نفعان کلیدی، تحلیل نهادی و بررسی سیاست‌ها، به واکاوی ریشه‌ای‌تر موانع انسجام و همکاری بپردازند.

در عین حال، باید توجه داشت که تحلیل ساختاری شبکه اجتماعی به‌تنهایی نمی‌تواند توضیح دهد چرا برخی نهادها در مرکز شبکه قرار گرفته و برخی دیگر به حاشیه رانده شده‌اند. تمرکز قدرت در شبکه‌های آب، انرژی و غذا، پدیده‌ای صرفاً فنی یا تصادفی نیست، بلکه ریشه در چارچوب‌های نهادی و سیاستی دارد. همچنین، ساختارهای تصمیم‌گیری متمرکز، الگوهای بودجه‌بندی، و تفاوت در دسترسی به منابع انسانی متخصص می‌تواند در شکل‌گیری این تمرکز نقش داشته باشد. از سوی دیگر، مشارکت محدود برخی نهادهای دانشگاهی یا زیست‌فناورانه ممکن است ناشی از موانع ارتباطی، کمبود منابع، یا نبود نقش رسمی در فرایند سیاست‌گذاری باشد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تحلیل ساختار حکمرانی همبست آب، انرژی و غذا در جزیره قشم، از روش تحلیل شبکه اجتماعی بهره گرفت تا بتواند الگوی

تقویت پیوندهای واسطه‌ای برای افزایش تاب‌آوری شبکه الزامی است.

از سوی دیگر، میانگین فاصله ژئودزیک در شبکه غذا بالاتر از سایر شبکه‌ها گزارش شده است؛ این امر با کاهش سرعت انتقال اطلاعات، کندی هماهنگی و تضعیف انسجام عملکردی همراه است. در مقابل، شبکه انرژی از کوتاه‌ترین فاصله ژئودزیک و بیشترین انسجام برخوردار است، که می‌توان آن را نتیجه وجود زیرساخت‌های تثبیت‌شده، اهمیت راهبردی انرژی در جزیره و تمرکز سرمایه‌گذاری‌ها در این بخش دانست. جمع‌بندی شاخص‌های ساختاری نیز نشان می‌دهد که شبکه انرژی نسبت به دیگر حوزه‌ها بیش‌ترین انسجام را دارد، در حالی که شبکه غذا با گسستگی و پراکندگی نهادی روبه‌رو است. این وضعیت نیازمند سیاست‌های اصلاحی برای تقویت همکاری‌های بین‌بخشی، کاهش تمرکز تصمیم‌گیری و افزایش شفافیت و مشارکت نهادهای ذینفع در فرآیندهای حکمرانی است.

با توجه به وابستگی شدید جزیره قشم به واردات مواد غذایی، ایجاد نظام یکپارچه برای مدیریت منابع غذایی ضروری است. این امر مستلزم همکاری بیشتر بخش‌ها و بهره‌گیری از رویکردهای نوین در تولید و توزیع غذا است. بنابراین، با در نظر گرفتن کمیابی منابع آب، انرژی و غذا، اصلاح ساختار حکمرانی باید با هدف تعادل در توزیع قدرت میان نهادهای مسئول و فراهم آوردن فرصت‌های برابر مشارکت در تصمیم‌گیری پیگیری شود. غفلت از این اصلاحات می‌تواند به چالش در اجرای راهکارهای فنی و ایجاد تعارض منافع در بهره‌برداری از منابع مشترک منجر شود.

به‌طور کلی، یافته‌ها نشان می‌دهند که علی‌رغم وجود همکاری‌هایی بین نهادها، همچنان فرصت‌های قابل توجهی برای بهبود انسجام و هماهنگی در حوزه‌های آب، انرژی و غذا در جزیره قشم وجود دارد. تقویت ارتباطات بین‌بخشی و اتخاذ رویکردهای یکپارچه می‌تواند در افزایش پایداری و تاب‌آوری این نظام نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند.

در این راستا، راهکارهای مشخصی برای بهبود همکاری بین‌نهادی در حوزه حکمرانی همبست در جزیره قشم پیشنهاد می‌شود: نخست، شورای هماهنگی همبست آب-انرژی-غذا، به‌عنوان یک نهاد رسمی زیر نظر سازمان منطقه آزاد قشم و فرمانداری (دو نهاد مرکزی شناسایی‌شده در هر سه شبکه) ایجاد شود این شورا باید با آیین‌نامه اجرایی شفاف، تعیین دقیق وظایف، اختیارات و ضمانت‌های اجرایی تصمیمات فعالیت کند و جلسات منظم با حضور نمایندگان کلیدی هر سه بخش برگزار نماید (Scott, 2017).

دوم، طراحی سازوکارهای حقوقی برای تسهیل همکاری، نظیر الزام به ارزیابی‌های تأثیر چندبخشی در پروژه‌های توسعه‌ای، ایجاد پروتکل‌های تبادل داده بین سازمان‌ها و تدوین مشوق‌های مالی و اداری برای پروژه‌های مشترک بین‌بخشی پیشنهاد می‌شود (Weitz et al., 2022).

سوم، تأسیس نهادهای واسط تسهیل‌گر شامل پلتفرم گفتگوی ذینفعان، دبیرخانه دائمی همبست آب-انرژی-غذا در جزیره قشم با کارکنان تخصصی و بودجه مشخص، و راه‌اندازی مرکز پایش و ارزیابی یکپارچه منابع با مشارکت دانشگاه‌های منطقه پیشنهاد می‌شود. (Scott, 2017).

چهارم، اجرای فرآیندهای چهارمرحله‌ای هماهنگی شامل هماهنگ‌سازی اهداف سیاستی در سه بخش، شناسایی و نگاشت تعاملات سیاست‌های بخشی، ارزیابی سازگاری سیاست‌های بخشی با اهداف همبست، و شناسایی راهبردهای هوشمند با اثرات هم‌افزایی در سه بخش مؤثر است (Rasul & Neupane, 2021).

پنجم، تقویت هماهنگی عمودی و افقی از طریق طراحی سازوکارهای رسمی ارتباط بین سطوح محلی و ملی، تقویت ظرفیت سازمان‌های محلی برای درک پیوندهای همبست و همکاری متقابل، و ایجاد سیستم یکپارچه تصمیم‌گیری محلی برای مدیریت مبادلات و هم‌افزایی‌ها در همبست آب-انرژی-غذا اهمیت دارد. این راهکارهای مشخص می‌تواند در برنامه‌های عملیاتی

به همگرایی نهادی را افزایش دهند. بنابراین، روابط نهادی باید در چارچوبی چندسطحی تحلیل شوند که در آن سیاست‌ها و روندهای کلان نیز مدنظر قرار گیرند. این مسئله می‌تواند موضوع مطالعات آتی در زمینه پیوند حکمرانی محلی و سیاست‌های کلان باشد.

سیاسگزاری

این پژوهش با حمایت‌های مرکز تحقیقات حکمرانی منابع طبیعی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و مؤسسه کسب‌وکار اجتماعی دانشگاه تهران انجام شده است. نویسندگان از این نهادها بابت حمایت‌های ارزشمندشان قدردانی می‌کنند.

و سیاست‌های مدیریتی جزیره قشم گنجانده شود و به تقویت همکاری بین‌نهادی و انسجام شبکه حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا کمک کند.

افزون بر این، باید در نظر داشت که تعاملات نهادی در حوزه حکمرانی آب، انرژی و غذا تنها تابع ساختارهای محلی نیست، بلکه به‌شدت تحت تأثیر سیاست‌های کلان ملی، تغییرات اقلیمی و تحولات اقتصادی منطقه‌ای نیز قرار دارد. سیاست‌های کلان تخصیص یارانه انرژی، مقررات تجارت غذا، و چارچوب‌های قانونی در حوزه آب، همگی می‌توانند سطح همکاری نهادی را شکل دهند یا محدود کنند. از سوی دیگر، فشارهای اقلیمی مانند خشکسالی یا افزایش دمای هوا می‌توانند منابع را دستخوش محدودیت‌هایی شدید سازند و نیاز

References

- Arvandi, S., Zare, A., & Afshar-Asal, M. (2021). Water, energy, and food nexus in modern irrigation systems. *Journal of Water Engineering Science*, 9(4), 55-66. (In Persian)
- Ashtari, H., Ghorbani, M., Khorasani, M. A., & Ghafari, S. (2024). Dynamic Analysis of Organizational Cohesion in the Implementation of the Development and Advancement Rural Plan (Case Study: Gachsaran County). *Journal of Rural Research*, 15(2), 382-397. (In Persian)
- Bakhtavar, Z., Shateri, M., & Khosrozadeh, A. (2021). Petrographic analyses of unglazed painted pottery thin sections from the Islamic period in Qeshm Island. *Iranian Archaeological Research Journal*, 11(28), 153-172. [In Persian]
- Belinskij, A. (2015). Water-energy-food nexus within the framework of international water law. *Water*, 7(10), 5396-5415. <https://doi.org/10.3390/w7105396>
- Benson, D., Gain, A. K., & Rouillard, J. J. (2015). Water governance in a comparative perspective: From IWRM to a 'nexus' approach? *Water Alternatives*, 8(1), 756-773. <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol8/v8issue1/275-a8-1-8>
- Bhaduri, A., Ringler, C., Dombrowski, I., Mohtar, R., & Scheumann, W. (2015). Sustainability in the water-energy-food nexus. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/02508060.2015.1096110>
- Bodin, O., & Prell, C. (2011). *Social network in natural resources management*. Cambridge University Press.
- Bordons, M.; Apricio, J.; Gonzalez-Albo, B. and Diaz-Faes, A.A. (2015). The relationship between the research performance of scientists and their position in co-authorship network in three fields. *Journal of Informetrics*, 9, 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2014.12.001>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.
- Coleman, J. S. (1990). *Foundations of Social Theory*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2017.1282905>
- Cramer, M. E., Araz, O. M., & Wendl, M. J. (2017). Social Networking in An Agricultural Research Center: Using Data to Enhance Outcomes. *Journal of Agromedicine*, 22(2), 170-179. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2017.1282905>
- Daher, B., Mohtar, R. H., Lee, S. H., & Assi, A. (2017). Modeling the water-energy-food nexus: A 7-question guideline. *Water-Energy-Food Nexus: Principles and Practices*, 55-66. <https://doi.org/10.1002/9781119243175.ch6>

- El Majdoubi, G., & El Ayadi, H. (2024). *Analyzing the Water, Energy, and Food Security Nexus Index in Morocco*. In BIO Web of Conferences (Vol. 109, p. 01009). EDP Sciences.
- Environmental Science & Policy*, 162, 103933. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103933>
- Farmandeh, E., Choobchian, S., & Karami, S. (2024). Conducting water-energy-food nexus studies: what, why, and how. *Scientific Report* 14, 27310. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79214-4>
- Garakani, S. A., Ghorbani, M., Ghafari, S., Avazpour, L., & Amiri, S. (2024). Evaluating Land Governance with Emphasis on Dynamics of Organizational Relationships (Case Study: Gachsaran County). *Natural Resources Governance* 1(2), 181-197. <https://doi.org/10.22059/jnrg.2024.380088.1011> (In Persian)
- Ghafari, S., Ghorbani, M., Salajegheh, A., Fritsch, O., Naderi, A., & Gain, A. K. (2024). Tracing water governance across different levels in Iran.
- Ghanian, M. (2024). Exploring the food, energy, and water governance in South-West Iran. *Regional Science Policy & Practice*, 16(2), 12578. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12578>
- Ghorbani, M., & Azadi, H. (2021). A social-relational approach for analyzing trust and collaboration networks as preconditions for rangeland comanagement. *Rangeland Ecology & Management*, 75, 170-184. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.10.008>
- Ghorbani, M., (2014). *The Report of National Project: Social Network Analysis; Modeling, Policymaking and Implementation of Natural Resources Co-Management* (Vol. 1), University of Tehran [In Persian]
- Ghorbani, M., Azadi, H., Janečková, K., Sklenička, P., & Witlox, F. (2021). Sustainable Co-Management of arid regions in southeastern Iran: Social network analysis approach. *Journal of Arid Environments*, 192, 104540. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104540>
- Green, O.O., Garmestani, A.S., Van Rijswic, H.F.M.W., & Keessen, A.M. (2013). EU water governance: striking the right balance between regulatory flexibility and enforcement? *Ecology and Society*, 18(2), 10. <http://doi.org/10.575/ES-05357-180210>
- Hanneman, R.A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. University of California Riverside, California.
- Holling, C.S., Gunderson, L.H., & Ludwig, D. (2002). In the quest of a theory of adaptive change. In: Gunderson, L.H., Holling, C.S. (Eds.), *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press, Washington, DC, USA.
- Iran Meteorological Organization. (n.d.). *Climate Atlas of Iran: Qeshm Island Data*. Tehran: Research Center for Meteorology and Climatology.
- Jones, J.L., & White, D.D. (2021). A social network analysis of collaborative governance for the food-energy-water nexus in Phoenix, AZ, USA. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 11(4), 671-681. <https://doi.org/10.1007/s13412-021-00676-3>
- Kurian, M., Portney, K. E., Rappold, G., Hannibal, B., & Gebrechorkos, S. H. (2018). Governance of water-energy-food nexus: a social network analysis approach to understanding agency behaviour. *Managing water, soil and waste resources to achieve sustainable development goals: monitoring and implementation of integrated resources management*, 125-147.
- Leck, H., Conway, D., Bradshaw, M., & Rees, J. (2015). Tracing the water-energy-food nexus: Description, theory and practice. *Geography Compass*, 9(8), 445-460. <https://doi.org/10.1111/gec3.12222>
- Magsi, H., & Torre, A. (2014). Proximity analysis of inefficient practices and socio-spatial negligence: Evidence, evaluations and recommendations drawn from the construction of Chotiari reservoir in Pakistan. *Land Use Policy*, 36, 567-576 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.009>
- Mahlknecht, J., Ramon Gonzalez-Bravo, Frank J. Loge. (2020). Water-energy-food security: A Nexus perspective of the current situation in Latin America and the Caribbean. *Energy, Elsevier, volume 194* (March)

- MAPNA Group. (n.d.). First in Iran. MAPNA MD3. Retrieved March 20, 2025, from <https://mapnamd3.com/first-in-iran>
- McGinnis, M. D. (2011). An Introduction to IAD and the Language of the Ostrom Workshop: A Simple Guide to a Complex Framework. *Policy Studies Journal*, 39(1), 169-183.
- Meisch, S., & Leese, M. (2015). Securitising sustainability? Questioning the 'water, energy and food-security nexus'. *Water Alternatives*, 8(1), 695-709.
- Ministry of Culture and Islamic Guidance, 2024.
- Mohammad-Qoli, M. (2021). *Sustainable production at Qeshm Gas Refinery*. Shana News Agency. <https://en.shana.ir/news/319958/Sustainable-Production-at-Qeshm-Gas-Refinery>
- Narayan, A.S., Fischer, M., Lüthi, C., (2020). Social Network Analysis for Water, Sanitation, and Hygiene (WASH): Application in Governance of Decentralized Wastewater Treatment in India Using a Novel Validation Methodology. *Water and Wastewater Management*. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00198>
- Newig, J., Gunther D., & Pehl-Wostl, C. (2010). Synapses in the network: learning in governance networks in the context of environmental management, *Ecology and Society*, 15(4), 24. <https://www.jstor.org/stable/26268211>
- Olsson, K., Klaver, M. W., & Finnis, L. (2007). Social Capital on Social Networking Sites: Interstitials in FeCr alloys studied by density functional theory. *APS journals, volume 76*, 214110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.76.214110>
- Omondigbe, H. A., Towns, D. R., Wood, J. K., & Bollard-Breen, B. (2017). Stakeholders and social networks identify potential roles of communities in sustainable management of invasive species. *Biological Invasions*, 19, 3037-3049. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1506-1>
- Ostrom, E. (2011). Background on the institutional analysis and development framework. *Policy Studies Journal*, 39(1), 7-27. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2010.00394.x>
- Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J. (1994). *Rules, Games, and Common-pool Resources*. University of Michigan Press.
- Pahl-Wostl, C., & Knieper, C. (2014). The capacity of water governance to deal with the climate change adaptation challenge: Using fuzzy set Qualitative Comparative Analysis to distinguish between polycentric, fragmented and centralized regimes. *Global Environmental Change*, 29, 139-154. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.09.003>
- Polski, M. M., & Ostrom, E. (1999). An institutional framework for policy analysis and design. 1999.
- 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*, 111, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02346-y>
- Rasul, G., & Neupane, N. (2021). Improving policy coordination across the water, energy, and food, sectors in South Asia: a framework. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 602475. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.602475>
- Rojas, R., Bennison, G., Gálvez, V., Claro, E., & Castelblanco, G., (2020). Advancing Collaborative Water Governance: Unravelling Stakeholders' Relationships and Influences in Contentious River Basins. *Water* 12, 3316. <https://doi.org/10.3390/w12123316>
- Rothman, D. W., & Mays, L. W. (2014). Water resources sustainability: Development of a multiobjective optimization model. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 140(12), 04014039. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000425](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000425)
- Safaei, V., Pourmohammadi, Y., & Davari, K. (2019). Integrated approach to water, energy, and food nexus in water resources management. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 14(5), 1708-1721. (In Persian)
- Sandström, A. C., & Rova, C. (2010). Adaptive co-management networks: A comparative analysis of two fishery conservation areas in Sweden. *Ecology and Society*, 15(3), 14. <https://doi.org/10.5751/ES-03531-150314>

- Schmidt, J.I., Johnson, B., Huntington, H. P., & Whitney, E. (2022). A framework for assessing food-energy-water security: A WEF case studies from rural Alaska. *Science of the Total Environment, Elsevier, Volume 821* (May), 153355. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153355>
- Scott, A. (2017). Making governance work for water-energy-food nexus approaches. *Climate and Development Knowledge Network (CDKN) Working Paper Series. London: Overseas Development Institute.*
- Scott, M. (2015). Re-Theorizing Social Network Analysis and Environmental Governance: Insights from Human Geography. *Progress In Human Geography, 39*(4), 449-463. <https://doi.org/10.1177/0309132514554322>
- Simpson, G. B., & Jewitt, G. P. W. (2019). The development of the water-energy-food nexus as a framework for achieving resource security: A review. *Frontiers in Environmental Science, 7*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00008>
- Sommerville, P., Former, R., Bungler, A., & Hempflin, C. (2015). Organizational network analysis: Nicaragua workforce development system. *Washington, DC: LINC Local LLC.* <http://linclocal.org/tools/network-analysis>
- Stein, C., Barron, J., Nigussie, L., Gedif, B., Amsalu, T., & Langan, S. (2014). Advancing the water-energy-food nexus: social networks and institutional interplay in the Blue Nile.
- Tasnim News Agency. (2024, April 8). 90% completion of water production and supply projects in Qeshm. Retrieved March 20, 2025, from <https://www.tasnimnews.com/fa/news/1403/01/20/3065561>
- Urbinnati, A. M., de Oliveira, J. A. P., & Howlett, M. (2020). The conceptual basis of water-energy-food nexus governance: Systematic literature review using network and discourse analysis. *Journal of Integrative Environmental Sciences, 17*(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2020.1749086>
- Valente, T. W. (2012). Network interventions. *Science, 337*(6090), 49-53. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1217330>
- Weitz, N., Strambo, C., Kemp-Benedict, E., & Nilsson, M. (2022). Governance in the water-energy-food nexus: Gaps and future research needs. Stockholm Environment Institute.
- Weitz, N., Strambo, C., Kemp-Benedict, E., & Rockström, J. (2017). Towards a Nexus Approach to Food Systems. *Environmental Science & Policy, 67*, 34-47.
- Zarrintab, M. , Pourebrahim, S. & Moinaddini, M. (2024). Utilizing Network Analysis to Evaluate the Water-Energy-Food Governance System in the Context of the Seventh Development Plan. *Journal of Range and Watershed Management, 77*(2), 191-207. <https://doi.org/10.22059/jrwm.2024.369079.1737>