

Identifying Key Drivers of Spatial Resilience in Climate-Vulnerable Rural Settlements: A case study of Chabahar County

Ali Mokhtari Karchegani¹  

1. (Corresponding Author) *Department of Spatial Planning, International University of Chabahar, Chabahar, Iran*
Email: ali_mokhtari@modares.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received:

3 April 2026

Received in revised form:

9 June 2026

Accepted:

4 July 2026

Available online:

17 August 2026

Keywords:

Key Drivers,
Spatial Resilience,
Spatial Planning,
Climate-Vulnerable Rural
Settlements,
Chabahar County.

ABSTRACT

Spatial resilience of rural settlements in arid coastal regions is increasingly influenced by the complex interaction of environmental, institutional, and economic factors. Chabahar region, as one of the strategic areas in southeastern Iran, confronts multiple challenges such as water scarcity, climatic pressures, spatial disparities, and institutional constraints, which create considerable uncertainty regarding the future sustainability of its rural settlements. This study aims to identify the key drivers affecting the spatial resilience of rural settlements in Chabahar and to analyze possible future scenarios. The research adopted a futures studies approach, incorporating structural analysis via the MICMAC method and scenario planning using Scenario Wizard software. In the first stage, 16 key variables were identified through literature review and expert consultation, which were then analyzed via a cross-impact matrix. The results of the MICMAC analysis indicate that governance and institutional support, access to water resources, environmental quality, climate change, and spatial connectivity are the most influential structural drivers shaping the spatial resilience system of the region. Subsequently, five major drivers were selected for scenario analysis, and three possible states were defined for each. The analysis revealed three consistent scenario: resilient integration, stagnant transition, and systemic lock-in. The stagnant transition scenario - current trends with modest infrastructure/governance gains - was deemed most probable for the region. Building spatial resilience in Chabahar thus demands integrated governance, sustainable water management, livelihood diversification, and better rural connectivity. These results provide a useful basis for evidence-based and adaptive forward looking spatial planning and policymaking in vulnerable coastal regions.

Citation: Mokhtari Karchegani, A. (2026). Identifying Key Drivers of Spatial Resilience in Climate-Vulnerable Rural Settlements: A case study of Chabahar County. *Geographical planning of space quarterly journal*, 16 (2), 81-99.

<http://doi.org/10.30488/gps.2026.587885.3913>



© The Author(s)

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

Rural settlements in arid and semi-arid regions are increasingly exposed to the impacts of climate change, including water scarcity, land degradation, prolonged droughts, and growing climatic variability. These environmental pressures significantly affect rural livelihoods, particularly in communities that depend heavily on climate-sensitive resources such as agriculture, water availability, and local ecosystems. As a result, climate change not only threatens economic stability and food security but also undermines the spatial organization, sustainability, and long-term viability of rural settlements. In this context, resilience has emerged as a key conceptual framework for understanding how rural systems respond to environmental stresses, absorb disturbances, and adapt to changing conditions. Spatial resilience, in particular, refers to the ability of settlements to maintain or reorganize their functional structure, sustain access to essential resources and services, and preserve spatial connectivity and infrastructure despite external shocks and environmental pressures.

However, numerous studies on rural resilience primarily focus on socio-economic vulnerability, livelihood diversification, social capital, or adaptation strategies, while paying less attention to the structural relationships and interactions among the key factors that shape spatial resilience. Rural settlements are complex socio-ecological systems in which environmental resources, infrastructure, governance institutions, economic activities, and social capacities are strongly interconnected. Consequently, the influence of individual factors may depend on their interactions with other elements of the system rather than on their direct effects alone. Spatial resilience should therefore be understood as a systemic capacity emerging from the interaction of multiple spatial, environmental, social, economic, and institutional drivers.

This perspective highlights an important methodological gap in the existing literature. Identifying the most influential

drivers requires analytical approaches capable of examining both direct and indirect relationships and distinguishing influential drivers from factors that are primarily dependent on other elements of the system. Structural analysis, particularly the MICMAC method, provides a systematic approach for examining the influence and interdependence of variables and identifying key drivers within complex systems. This issue is particularly relevant in Sistan and Baluchestan Province in southeastern Iran, where rural communities face recurrent droughts, limited water resources, fragile ecosystems, infrastructure constraints, and restricted economic opportunities. Chabahar County represents a particularly important case because its rural settlements are simultaneously affected by climatic pressures, spatial disparities, environmental constraints, and institutional challenges. Accordingly, this study aims to identify and analyze the key drivers of spatial resilience in climate-vulnerable rural settlements of Chabahar County, southeastern Iran, using the MICMAC structural analysis approach. The findings are expected to provide a systematic basis for prioritizing interventions and supporting forward-looking spatial planning in vulnerable rural regions. Understanding spatial resilience requires moving beyond static assessments of vulnerability and considering the dynamic processes through which rural systems reorganize over time. Such an approach recognizes that resilience is not merely a predefined attribute of rural settlements but a continuously evolving capacity shaped by feedback mechanisms, adaptive responses, and the changing relationships among environmental, social, and institutional components.

In this regard, analyzing the underlying structure of rural systems is crucial for revealing how different drivers contribute to resilience formation and transformation. A systemic perspective enables researchers and planners to identify leverage points where targeted interventions can generate broader improvements in rural adaptive capacity. By emphasizing interdependencies rather than individual variables, this approach provides a more

comprehensive understanding of resilience dynamics and supports evidence-based decision-making for climate-sensitive rural development.

Methodology

This study employed a mixed-methods approach to identify and analyze the key drivers shaping spatial resilience in climate-vulnerable rural settlements of Chabahar County, southeastern Iran. Given the complex and interconnected nature of rural socio-ecological systems, the research framework combined qualitative procedures for identifying and validating key variables with quantitative structural analysis and future scenario development. This integrated approach enabled the identification of influential factors, examination of their interrelationships, and assessment of potential future pathways for spatial resilience.

The study area was Chabahar County, located in Sistan and Baluchestan Province in southeastern Iran. The region was selected due to its high exposure to climatic pressures, including recurrent droughts, limited water resources, environmental degradation, and the vulnerability of rural livelihoods dependent on climate-sensitive activities. These characteristics make Chabahar an appropriate case for investigating the structural drivers of spatial resilience in rural settlements facing increasing environmental uncertainties.

The identification of key variables was conducted in two complementary stages. First, an extensive review of theoretical and empirical literature related to rural resilience, climate change vulnerability, spatial development, and regional sustainability was undertaken. Relevant studies published between 2010 and 2024 were examined using international databases, including Scopus, Web of Science, and Google Scholar, as well as national academic databases. The extracted variables were then evaluated and refined based on their conceptual relevance to spatial resilience and their applicability to the local context of Chabahar. In the second stage, exploratory semi-structured consultations were conducted with experts in rural planning, environmental

management, geography, and regional development. Using purposive sampling, 15 experts with academic expertise or professional experience in rural development and spatial planning participated in the validation process. Based on the literature review and expert assessments, 16 key variables representing environmental, socio-economic, spatial, infrastructural, and institutional dimensions of resilience were identified.

In the next stage, the structural relationships among the identified variables were analyzed using the MICMAC (Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification) method. This method was selected because it enables the analysis of complex systems by considering both direct and indirect relationships among variables. A 16×16 cross-impact matrix was developed, including 256 possible relationships among the variables. The expert panel evaluated the direct influence of each variable on other variables using a four-point scale ranging from 0 (no influence) to 3 (strong influence). The aggregated matrix was then analyzed using MICMAC software to calculate the influence and dependence of each variable. Based on the results, variables were classified into four structural categories: driving variables with high influence and low dependence, linkage variables with high influence and high dependence, dependent variables, and autonomous variables. This classification provided the basis for identifying the most strategic drivers shaping spatial resilience in the study area.

Finally, Scenario Wizard software was applied to explore possible future pathways of spatial resilience. The most influential drivers identified through MICMAC analysis were selected as the basis for scenario development. Alternative future states were defined for each key driver, and their mutual compatibility was assessed using a cross-impact balance approach. The resulting consistent combinations were used to construct plausible future scenarios, allowing the assessment of alternative trajectories for spatial resilience in rural settlements of Chabahar.

Overall, the methodological framework combined structural analysis and scenario planning to move beyond the identification of isolated factors and provide a systemic understanding of how interacting environmental, institutional, economic, and spatial drivers shape the future resilience of rural settlements.

Results and discussion

The results of the structural analysis demonstrated that spatial resilience in the rural settlements of Chabahal constitutes a highly interconnected system. The cross-impact matrix showed a filling rate of 89.06%, indicating strong interactions and mutual dependencies among the variables shaping the resilience system. This finding confirms that spatial resilience cannot be explained through isolated factors; rather, it emerges from the complex interactions among environmental, institutional, economic, and spatial components. The MICMAC analysis identified institutional support and governance, access to water resources, and environmental quality as the most influential determinant drivers. These variables occupied central positions in the resilience structure due to their high influence and relatively strategic role in shaping the direction of systemic changes. The results indicate that strengthening rural resilience requires addressing structural conditions, particularly governance capacity, resource management, and environmental sustainability, rather than focusing only on household-level adaptation or economic improvement.

The dominant role of institutional support and governance highlights the importance of effective coordination, policy integration, and institutional capacity in shaping spatial resilience. In climate-vulnerable rural regions, governance mechanisms determine the ability of communities and local systems to mobilize resources, implement adaptation strategies, and respond to environmental pressures. Similarly, access to water resources emerged as a critical driver, reflecting the central role of water security in maintaining rural livelihoods, settlement stability, and spatial continuity in arid and semi-arid environments. The significance of

environmental quality further emphasizes that degradation of natural resources can reduce the adaptive capacity of rural systems and reinforce existing vulnerabilities.

The analysis also identified spatial connectivity, local markets, and livelihood diversification as linkage variables characterized by both high influence and high dependence. Their position within the system suggests that these factors act as mediators through which institutional and environmental changes are transferred to socio-economic outcomes. Improving governance capacity, water management, and environmental conditions can therefore contribute to enhanced connectivity, stronger market integration, and more diversified rural economies. At the same time, these linkage variables can influence dependent components of resilience by improving livelihood opportunities and reducing economic vulnerability. This finding supports a systemic interpretation of spatial resilience, in which economic and social outcomes are shaped by broader structural conditions rather than functioning as independent drivers.

In contrast, financial resources and agricultural livelihoods were classified as dependent variables, indicating that their performance is largely influenced by other structural elements of the system. This suggests that interventions aimed at improving rural income or agricultural sustainability are unlikely to achieve long-term impacts without addressing underlying institutional, environmental, and spatial constraints. Therefore, resilience-building strategies should prioritize upstream drivers, including governance reform, sustainable water management, environmental protection, and improved spatial integration.

The scenario analysis identified three possible future pathways for spatial resilience in Chabahal. The “Static Transition” scenario was recognized as the most probable future, representing gradual improvements but limited structural transformation under existing conditions. The “Systemic Lock-in” scenario illustrated a high-risk pathway in which weak institutional capacity, environmental

degradation, and persistent resource constraints reinforce each other and restrict future adaptability. Conversely, the “Resilient Integration” scenario represented the desirable pathway, requiring coordinated improvements in governance, water security, environmental management, spatial connectivity, and livelihood diversification. Overall, the findings demonstrate that achieving spatial resilience in rural settlements requires integrated and multilevel interventions rather than isolated sectoral policies. The transition toward a resilient future depends on transforming the structural relationships among key drivers and creating synergies between environmental management, institutional capacity, and spatial development.

Conclusion

The results indicated that spatial resilience in rural Chabahal is shaped by the interaction of multiple structural factors rather than by isolated variables. Among the identified factors, institutional support and governance, access to water resources, and environmental conditions emerged as the most influential drivers affecting the resilience of rural settlements. The strong influence of governance highlights the importance of effective institutional coordination, policy implementation, and resource management in reducing vulnerability and strengthening adaptive capacity. In addition, sustainable water management plays a crucial role in this arid region, as water availability directly affects agricultural activities, livelihood stability, and settlement sustainability.

The analysis also revealed that spatial connectivity, access to local markets, and economic diversification function as linkage variables connecting structural drivers to socio-economic outcomes. Improvements in transportation networks, market access, and economic opportunities can help rural communities diversify their livelihoods and reduce their dependence on climate-sensitive activities. However, the findings suggest that infrastructure development alone cannot ensure resilience without effective governance and integrated planning.

Furthermore, variables such as financial resources, agricultural livelihoods, and access to services were identified as dependent variables that primarily reflect the outcomes of structural drivers. This indicates that many socio-economic challenges in rural areas are closely linked to institutional capacity, environmental constraints, and spatial development patterns.

The scenario analysis presented three possible future pathways. The “Static Transition” scenario appears to be the most probable, characterized by gradual improvements but continued structural limitations. The “Systemic Lock-in” scenario represents a high-risk situation in which weak governance, severe water scarcity, and climate pressures reinforce one another. By contrast, the “Resilient Integration” scenario represents the most desirable future, requiring coordinated improvements in governance capacity, water management, livelihood diversification, and spatial connectivity.

Overall, strengthening spatial resilience in Chabahal requires integrated multi-sectoral policies that address institutional, environmental, economic, and spatial dimensions simultaneously. Such an approach can enhance the adaptive capacity of rural settlements and support more sustainable regional planning under future climate uncertainties and challenges.

Funding

There is no funding support.

Authors’ Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



شناسایی پیشران‌های کلیدی تاب‌آوری فضایی در سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی: مطالعه موردی شهرستان چابهار

علی مختاری کرچگانی^۱

۱- نویسنده مسئول، گروه برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه بین‌المللی چابهار، چابهار، ایران. رایانامه: ali_mokhtari@modares.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۱۳ تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۵/۲۶ واژگان کلیدی: پیشران‌های کلیدی، تاب‌آوری فضایی، برنامه‌ریزی فضایی، سکونتگاه‌های روستایی، آسیب‌پذیر اقلیمی، شهرستان چابهار.	تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی در مناطق ساحلی خشک به‌طور فزاینده‌ای تحت تأثیر برهم‌کنش پیچیده عوامل محیطی، نهادی و اقتصادی قرار دارد. منطقه چابهار به‌عنوان یکی از نواحی راهبردی جنوب شرق ایران، با چالش‌هایی نظیر تنش آبی، فشارهای اقلیمی، نابرابری‌های فضایی و محدودیت‌های نهادی مواجه است که آینده سکونتگاه‌های روستایی را با عدم قطعیت همراه می‌کند. هدف این پژوهش شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی چابهار و تحلیل سناریوهای محتمل آینده است. پژوهش حاضر با رویکرد آینده‌پژوهی و با استفاده از روش تحلیل ساختاری میک‌مک و سناریونگاری در نرم‌افزار سناریو ویزارد انجام شد. در مرحله نخست، ۱۶ متغیر کلیدی از طریق مرور ادبیات و نظر خبرگان شناسایی و در قالب ماتریس اثرات متقاطع تحلیل شدند. نتایج نشان داد که متغیرهای حکمرانی و حمایت نهادی، دسترسی به منابع آب، کیفیت محیطی، تغییر اقلیم و اتصال‌پذیری فضایی مهم‌ترین پیشران‌های ساختاری سیستم تاب‌آوری فضایی منطقه هستند. در ادامه، پنج پیشران اصلی برای تحلیل سناریو انتخاب و برای هر یک سه وضعیت آینده تعریف شد. نتایج تحلیل سناریو سه سناریوی سازگار شامل یکپارچگی تاب‌آور، گذار ایستا و قفل‌شدگی سیستمی را آشکار ساخت. در میان آن‌ها، سناریوی گذار ایستا به‌عنوان محتمل‌ترین آینده منطقه شناسایی شد که بیانگر تداوم روندهای کنونی همراه با بهبودهای محدود در زیرساخت و حکمرانی است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که ارتقای تاب‌آوری فضایی در چابهار مستلزم تقویت حکمرانی یکپارچه، مدیریت پایدار منابع آب، تنوع‌بخشی معیشتی و بهبود اتصال فضایی سکونتگاه‌های روستایی است. این نتایج می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فضایی آینده‌نگر در مناطق ساحلی آسیب‌پذیر فراهم کند.

استناد: مختاری کرچگانی، علی. (۱۴۰۵). شناسایی پیشران‌های کلیدی تاب‌آوری فضایی در سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی: مطالعه موردی شهرستان چابهار. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۶ (۲)، ۹۹-۸۱.

<http://doi.org/10.30488/gps.2026.587885.3913>



مقدمه

سکونتگاه‌های روستایی در سراسر جهان به‌طور فزاینده‌ای در معرض پیامدهای نامطلوب تغییر اقلیم، از جمله خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت، کمبود آب، تخریب زمین و تغییر اقلیم قرار دارند. بر اساس گزارش هیئت بین‌دولتی تغییر اقلیم (IPCC, 2023)، جوامع روستایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از آسیب‌پذیرترین سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی هستند، زیرا معیشت آن‌ها به‌شدت به منابع حساس به اقلیم، مانند کشاورزی، دسترسی به آب و خدمات اکوسیستمی وابسته است (FAO, 2018). در این راستا، تقویت تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی به دنبال ارتقای پایداری و ظرفیت سازگاری سیستم‌های روستایی در شرایط افزایش عدم قطعیت‌های زیست‌محیطی هستند.

مفهوم تاب‌آوری در دهه‌های اخیر به‌عنوان چارچوبی برای درک چگونگی واکنش سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیکی به اختلالات و تغییرات محیطی بلندمدت، اهمیت چشمگیری یافته است (Holling, 1973; Folke, 2006). این مفهوم که در اصل در مطالعات اکولوژیکی مطرح شد، به ظرفیت سیستم‌ها برای جذب شوک‌ها، انطباق با شرایط در حال تغییر و حفظ ساختارها و کارکردهای اساسی آن‌ها اشاره دارد (Folke, 2006). در بسترهای روستایی، تاب‌آوری شامل تعامل پیچیده‌ای از عوامل اجتماعی، اقتصادی، نهادی، محیطی و فضایی است که توانایی سکونتگاه‌ها برای مقابله با تنش‌های مرتبط با اقلیم را تعیین می‌کند (Adger, 2000). در میان این ابعاد، «تاب‌آوری فضایی» توجه فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است، زیرا بر ظرفیت سکونتگاه‌های روستایی برای حفظ ساختارهای فضایی کارآمد، دسترسی به منابع و ثبات زیرساختی، علیرغم فشارهای محیطی تأکید دارد (Misra, 2025). در واقع، تاب‌آوری فضایی به ظرفیت سکونتگاه برای حفظ یا بازسازماندهی ساختار فضایی، تداوم دسترسی به منابع و خدمات، و پایداری نسبی شبکه‌های زیرساختی و پیوندهای عملکردی در شرایط تنش محیطی اطلاق می‌شود (Cutter et al., 2008). این بعد از آن جهت اهمیت دارد که پیامدهای تغییرات اقلیمی در نواحی روستایی محدود به ابعاد اجتماعی و اقتصادی نبوده و بر آرایش فضایی سکونتگاه‌ها، دسترسی‌پذیری، کارکرد زیرساخت‌ها و پیوستگی شبکه‌های خدماتی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، تمرکز این پژوهش بر تاب‌آوری فضایی به دلیل نقش پایه‌ای آن در سازمان‌یافتگی سکونتگاه و میانجی‌گری آن در بروز یا کاهش سایر اشکال آسیب‌پذیری است.

باوجود حجم رو به رشد ادبیات پژوهشی در زمینه تاب‌آوری روستایی، بسیاری از مطالعات عمدتاً بر آسیب‌پذیری اجتماعی-اقتصادی، تنوع‌بخشی به معیشت یا راهبردهای انطباقی متمرکز بوده‌اند (Ostrom, 1990; Berkes et al., 2013; Nematpour et al., 2021). درحالی‌که توجه کمتری به روابط ساختاری میان عواملی که بر تاب‌آوری فضایی تأثیر می‌گذارند، شده است. سیستم‌های روستایی ذاتاً پیچیده هستند و شامل متغیرهای تعاملی متعددی از جمله منابع محیطی، زیرساخت‌ها، ساختارهای حکمرانی، فرصت‌های اقتصادی و سرمایه اجتماعی می‌باشند (Neglo et al., 2021). شناسایی پیشران‌های کلیدی در چنین سیستم‌های پیچیده‌ای، مستلزم رویکردهای تحلیلی است که قادر به بررسی روابط مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها باشند. این پژوهش با بهره‌گیری از روش‌های تحلیل ساختاری مانند میک‌مک^۱ به دنبال ارائه چارچوبی نظام‌مند برای شناسایی متغیرهای اثرگذار و اثرپذیر در سیستم‌های پیچیده و آشکارسازی نیروهای محرکی که پویایی سیستم را شکل می‌دهند، هست (Godet, 2000).

ایران، به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک، به‌شدت در معرض تغییرپذیری اقلیمی و خشک‌سالی فزاینده قرار گرفته است. سکونتگاه‌های روستایی در سراسر کشور با چالش‌های فزاینده‌ای مرتبط با کمبود آب، تخریب زمین، کاهش

^۱MICMAC

بهره‌وری کشاورزی و محدودیت در تنوع‌بخشی اقتصادی مواجه هستند (Sanjabi & Alibaygi, 2026). این چالش‌ها به‌ویژه در استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران، که به‌عنوان یکی از آسیب‌پذیرترین مناطق کشور در برابر اقلیم شناخته می‌شود، مشهود است. این منطقه که با بارندگی کم و بسیار متغیر، خشک‌سالی‌های مکرر، اکوسیستم‌های شکننده و زیرساخت‌های محدود شناخته می‌شود، بسیاری از جوامع روستایی آن فشارهای اجتماعی-اقتصادی و بی‌ثباتی زیست‌محیطی مداوم را تجربه می‌کنند.

سهم نظری این پژوهش در برجسته کردن تاب‌آوری فضایی در سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی است؛ موضوعی که در ادبیات تاب‌آوری روستایی کمتر موردتوجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر با تمرکز بر روابط ساختاری میان پیشران‌های محیطی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیرساختی، به توسعه این حوزه و درک بهتر سازوکار شکل‌گیری تاب‌آوری فضایی کمک می‌کند. بر این اساس، هدف پژوهش شناسایی پیشران‌های کلیدی تاب‌آوری فضایی در سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی در شهرستان چابهار با استفاده از تحلیل ساختاری میک‌مک است. این روش با آشکار کردن میزان نفوذ و وابستگی متقابل پیشران‌ها، امکان شناسایی عوامل اثرگذار و راهبردی و در نتیجه، اولویت‌بندی مداخلات برای تقویت تاب‌آوری فضایی را فراهم می‌کند.

مبانی نظری

مفهوم تاب‌آوری نخستین بار در بوم‌شناسی برای توضیح ظرفیت سیستم‌ها در مواجهه با اختلال و حفظ ساختار و کارکردهای اساسی آن‌ها مطرح شد. هالینگ^۱ (۱۹۷۳) با تمایز میان تاب‌آوری و ثبات نشان داد که تاب‌آوری الزاماً به معنای حفظ وضعیت موجود یا بازگشت سریع به شرایط پیشین نیست، بلکه به ظرفیت سیستم برای جذب اختلال و تداوم کارکردهای اصلی در شرایط تغییر اشاره دارد. این مفهوم بعدها به سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک تعمیم یافت و به‌عنوان ظرفیتی پویا برای سازگاری، یادگیری و باز سازمان‌دهی در برابر تغییرات محیطی مطرح شد (Adger, 2000; Folke, 2006). فولک^۲ و همکاران (۲۰۱۰) نیز تاب‌آوری را در پیوند با ظرفیت‌های تاب‌آوری، سازگاری و دگرگونی تبیین می‌کنند؛ بنابراین، تاب‌آوری را باید ظرفیتی پویا برای مواجهه با اختلال، سازگاری با شرایط جدید و، در صورت لزوم، تغییر مسیر توسعه سیستم در نظر گرفت.

این مفهوم در سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا تغییر اقلیم از طریق فشار بر منابع آب، کشاورزی، معیشت و سازمان اجتماعی، هم‌زمان ابعاد مختلف سیستم روستایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (IPCC, 2022; Karimi et al., 2018). در ایران نیز وابستگی معیشت روستایی به کشاورزی و منابع محدود آب، حساسیت این سکونتگاه‌ها را افزایش داده و تعامل میان آب، انرژی و تولید کشاورزی می‌تواند آسیب‌پذیری آن‌ها را تشدید کند (Mirzaei et al., 2019). از این‌رو، تاب‌آوری روستایی را می‌توان ظرفیت سیستم برای حفظ کارکردهای حیاتی، بسیج منابع و ظرفیت‌های موجود و سازگاری با شرایط متغیر دانست.

سکونتگاه روستایی در این چارچوب یک سیستم اجتماعی-اکولوژیک چندلایه است که در آن جمعیت، منابع طبیعی، فعالیت‌های اقتصادی، زیرساخت‌ها، نهادها و شبکه‌های اجتماعی به یکدیگر وابسته‌اند. از این‌رو، تاب‌آوری آن حاصل عملکرد یک عامل منفرد نیست، بلکه از تعامل ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی و محیطی شکل می‌گیرد. سرمایه اجتماعی، شبکه‌های اجتماعی، دانش محلی و ظرفیت کنش جمعی می‌توانند توان جامعه برای مواجهه با تغییر را تقویت

1Holling

2Folke

کنند (Berkes & Ross, 2013) و عاملیت و ظرفیت واکنش فعالانه نیز از مؤلفه‌های اساسی تاب‌آوری محسوب می‌شوند (Brown & Westaway, 2011). همچنین، ویلسون^۱ (۲۰۱۰) تاب‌آوری روستایی را با ترکیبی از ظرفیت‌های اقتصادی، اجتماعی و نهادی مرتبط می‌داند. بنابراین، پیشران‌های تاب‌آوری باید به‌عنوان اجزای مرتبط یک سیستم، نه عوامل مستقل، موردتوجه قرار گیرند.

با این حال، تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی بدون توجه به مکان و سازمان فضایی کامل نیست. تاب‌آوری در بستر مکانی مشخصی شکل می‌گیرد و ویژگی‌های فضایی، کالبدی و شبکه‌ای می‌توانند ظرفیت سازگاری را تقویت یا محدود کنند. Cutter et al. (۲۰۰۸) با رویکردی مکان محور، تاب‌آوری را حاصل تعامل ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، محیطی و شرایط مکانی می‌دانند. بر این اساس، تاب‌آوری فضایی را می‌توان ظرفیت سیستم سکونتگاهی برای جذب اختلال، حفظ کارکردهای حیاتی و روابط فضایی، سازگاری با تغییر و باز سازمان‌دهی ساختار فضایی و مسیر توسعه تعریف کرد. این برداشت با دیدگاه میرو^۲ و همکاران (۲۰۱۶) درباره وابستگی تاب‌آوری به زمینه مکانی، زمانی و اجتماعی همخوان است. در این چارچوب، فضا صرفاً بستر وقوع بحران نیست، بلکه بخشی از سازوکار شکل‌گیری تاب‌آوری است؛ بنابراین، دسترسی به خدمات، اتصال‌پذیری، شبکه‌های حمل‌ونقل، ارتباط با بازارها و توزیع زیرساخت‌ها می‌توانند ظرفیت پاسخ و سازگاری سکونتگاه را تحت تأثیر قرار دهند (Javanbakht et al., 2019; Rodrigue, 2024).

تاب‌آوری فضایی همچنین ماهیتی تکاملی دارد. داوودی و همکاران (۲۰۱۳) تأکید می‌کنند که سیستم‌های اجتماعی و فضایی لزوماً پس از اختلال به وضعیت پیشین بازمی‌گردند، بلکه ممکن است مسیرهای جدیدی از توسعه را تجربه کنند. در سکونتگاه‌های روستایی، این تغییر مسیر می‌تواند از طریق تنوع‌بخشی اقتصادی، گسترش فعالیت‌های غیر کشاورزی، تغییر الگوی بهره‌برداری از منابع و تقویت ارتباطات فضایی شکل گیرد (Neglo et al., 2021; Yitbarek & Tesfaye, 2022). همچنین، دانش بومی و ظرفیت‌های محلی می‌توانند در کاهش خطر و تقویت سازگاری نقش داشته باشند؛ چنان‌که شواهد مربوط به روستاهای ساحلی چابهار بر اهمیت دانش بومی در کاهش خطر سیلاب تأکید دارد (Tavakoli & Mokhtari Karchegani, 2024). بر این اساس، پیشران‌های تاب‌آوری فضایی را می‌توان در ابعاد فضایی-کالبدی، اقتصادی-معیشتی، اجتماعی، نهادی و اکولوژیک صورت‌بندی کرد؛ از جمله دسترسی و اتصال‌پذیری فضایی، تنوع اقتصادی، سرمایه اجتماعی، مشارکت، ظرفیت نهادی، دانش محلی و وضعیت منابع طبیعی، به‌ویژه امنیت آب (Berkes & Ross, 2013; Mirzaei et al., 2019; Yousefi et al., 2022).

با وجود این، اهمیت این پیشران‌ها صرفاً به اثر مستقیم آن‌ها محدود نیست، زیرا در یک سیستم به‌هم‌پیوسته بر یکدیگر اثر می‌گذارند. برای مثال، اثرگذاری اتصال‌پذیری بر تاب‌آوری اقتصادی می‌تواند به دسترسی به بازار و تنوع فعالیت‌های اقتصادی وابسته باشد و نقش سرمایه اجتماعی نیز تحت تأثیر ظرفیت نهادی و امکان مشارکت قرار گیرد. بنابراین، تاب‌آوری فضایی را نمی‌توان حاصل جمع ساده عوامل منفرد دانست، بلکه باید آن را ویژگی سیستمی برآمده از تعامل میان پیشران‌های مختلف در نظر گرفت.

این برداشت، جهت‌گیری پژوهش حاضر را از شناسایی و رتبه‌بندی ساده عوامل به سمت تحلیل ساختار روابط میان آن‌ها تغییر می‌دهد. در چنین سیستمی، برخی پیشران‌ها ممکن است از قدرت نفوذ بالایی برخوردار باشند و تغییر در آن‌ها مجموعه‌ای از تغییرات را در سایر عناصر ایجاد کند، درحالی‌که برخی عوامل بیشتر تحت تأثیر سایر متغیرها قرار

1Wilson

2Meerow

می‌گیرند. بنابراین، شناسایی پیشران‌های کلیدی مستلزم توجه هم‌زمان به قدرت نفوذ و میزان وابستگی متقابل آن‌هاست (Godet, 2000).

روش پژوهش

هدف این پژوهش شناسایی پیشران‌های کلیدی شکل‌دهنده تاب‌آوری فضایی در سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی در شهرستان چابهار، ایران است. با توجه به پیچیدگی نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی روستایی و تعدد عوامل مؤثر بر تاب‌آوری فضایی، در این مطالعه از رویکرد روش‌شناسی ترکیبی^۱ که شامل روش‌های کیفی (دلفی) و کمی (تحلیل ساختاری میک‌مک و سناریو ویزارد) استفاده شده است. این چارچوب روش‌شناختی امکان شناسایی متغیرهای کلیدی، بررسی روابط ساختاری میان آن‌ها و تعیین اثرگذارترین پیشران‌های مؤثر بر تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی را فراهم می‌کند.

منطقه مورد مطالعه، شهرستان چابهار واقع در استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران است که به دلیل قرارگیری در اقلیم خشک و نیمه‌خشک، از مناطق با آسیب‌پذیری بالا در برابر تغییرات اقلیمی محسوب می‌شود (IPCC, Siasar et al., 2025; 2023). این منطقه با بارندگی اندک و بسیار متغیر، وقوع مکرر خشک‌سالی و محدودیت منابع آب شناخته می‌شود که این شرایط، آسیب‌پذیری سامانه‌های طبیعی و انسانی را تشدید کرده است (Siasar et al., 2025; Ahmadi et al., 2023). افزون بر این، بسیاری از سکونتگاه‌های روستایی شهرستان چابهار به دلیل وابستگی معیشت به منابع طبیعی، محدودیت زیرساخت‌های توسعه و تنش‌های محیطی، با فشارهای قابل توجه اجتماعی-اقتصادی مواجه هستند (Maleki et al., 2022). از این‌روی، هم‌زمانی تنش‌های اقلیمی، محدودیت منابع آب و آسیب‌پذیری معیشتی، این منطقه را به مطالعه موردی مناسبی برای بررسی پیشران‌های تاب‌آوری فضایی در سکونتگاه‌های روستایی مواجه با تغییرات اقلیمی تبدیل کرده است (IPCC, 2023).

فرایند شناسایی متغیرهای کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی در دو مرحله متوالی و مکمل صورت گرفت. به منظور دستیابی به چارچوبی جامع از شاخص‌های اثرگذار، ادبیات نظری و تجربی موجود در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ مورد بررسی قرار گرفت. جست‌وجوی منابع در پایگاه‌های داده معتبر بین‌المللی شامل Scopus، Web of Science و Google Scholar و همچنین پایگاه‌های داخلی نظیر SID و Magiran با تمرکز بر کلیدواژه‌هایی همچون «تاب‌آوری فضایی»، «آسیب‌پذیری اقلیمی»، «پایداری روستایی» و «توسعه منطقه‌ای» انجام شد. معیار انتخاب منابع در این پژوهش بر سه محور استوار بود: (۱) ارتباط مستقیم محتوایی با مفهوم تاب‌آوری در مقیاس سکونتگاهی؛ (۲) اعتبار علمی نشریه و تاریخ انتشار (اولویت با پژوهش‌های متأخر)؛ و (۳) جامعیت ابعاد مورد بررسی (محیطی، کالبدی، اجتماعی و اقتصادی). منابعی که صرفاً به جنبه‌های انتزاعی تاب‌آوری پرداخته یا فاقد شاخص‌های عملیاتی بودند، از فرایند تحلیل کنار گذاشته شدند.

در مرحله دوم، به منظور تطبیق متغیرهای استخراج‌شده با ویژگی‌های محیطی و نهادی محدوده مورد مطالعه، از نظرات ۱۵ نفر از خبرگان استفاده شد. این افراد با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند از میان اساتید دانشگاهی و متخصصان اجرایی در حوزه‌های «برنامه‌ریزی روستایی»، «مدیریت محیط‌زیست»، «جغرافیا» و «توسعه منطقه‌ای» انتخاب شدند. ملاک اصلی در گزینش این پنل، داشتن تخصص علمی (مرتبه استادیاری و بالاتر) یا سابقه اجرایی مرتبط (حداقل ۱۰

سال تجربه در پروژه‌های توسعه روستایی و مدیریت بحران) بود. در این مرحله، متغیرهای شناسایی شده از ادبیات، طی جلسات مصاحبه نیمه ساختاریافته مورد واکاوی قرار گرفته و بر اساس اهمیت و سنخیت با شرایط منطقه، نهایی شدند.

جدول ۱. تعاریف متغیرهای کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی آسیب‌پذیر اقلیمی

کد	متغیر	تعریف
V1	دسترسی به منابع آب	میزان دسترسی پایدار به منابع آب سطحی و زیرزمینی برای مصارف خانگی، کشاورزی و دامداری
V2	تغییر اقلیم و تنش خشک‌سالی	شدت اثرات تغییر اقلیم مانند خشک‌سالی، افزایش دما، کاهش بارش و طوفان‌های گردوغبار
V3	زیرساخت‌های روستایی	کیفیت و دسترسی به راه‌ها، برق، شبکه آب، ارتباطات و سایر خدمات زیربنایی
V4	پایداری معیشت کشاورزی	توان فعالیت‌های کشاورزی و دامداری برای حفظ تولید در شرایط تنش اقلیمی
V5	تنوع‌بخشی به معیشت	وجود فعالیت‌های اقتصادی غیر کشاورزی مانند خدمات، گردشگری، صنایع دستی و کسب‌وکارهای محلی
V6	دسترسی به بازارهای محلی و منطقه‌ای	میزان دسترسی تولیدکنندگان روستایی به بازارهای محلی و منطقه‌ای
V7	سرمایه اجتماعی و مشارکت محلی	سطح اعتماد اجتماعی، همکاری و مشارکت جامعه محلی در تصمیم‌گیری‌ها
V8	حمایت نهادی و حکمرانی	نقش دولت و نهادهای محلی در برنامه‌ریزی، حمایت مالی و مدیریت توسعه روستایی
V9	منابع مالی و دسترسی به اعتبار	دسترسی به وام، اعتبارات، بیمه و سرمایه‌گذاری برای فعالیت‌های اقتصادی
V10	کیفیت محیطی و تخریب سرزمین	وضعیت خاک، پوشش گیاهی، فرسایش و بیابان‌زایی
V11	دسترسی فضایی و ارتباطات مکانی	ارتباط روستاها با مراکز خدماتی، شهری و شبکه حمل‌ونقل
V12	دسترسی به خدمات سلامت و آموزش	دسترسی به مدارس، مراکز درمانی و خدمات اجتماعی
V13	دانش محلی و ظرفیت سازگاری	توانایی جامعه برای استفاده از دانش بومی و تجربیات محلی در مواجهه با بحران‌های اقلیمی
V14	موقعیت استقرار و ایمنی سکونتگاه	میزان آسیب‌پذیری مکان استقرار روستاها در برابر مخاطرات محیطی
V15	مهاجرت و ثبات جمعیتی	اثر مهاجرت، کاهش جمعیت یا تغییر ساختار جمعیتی در سکونتگاه‌ها
V16	دسترسی فناوریانه و اتصال دیجیتال	دسترسی به اینترنت، فناوری‌های ارتباطی و سامانه‌های اطلاعاتی

به‌منظور شناسایی متغیرهای کلیدی و تحلیل ساختار اثرگذاری متقابل عوامل مؤثر بر تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی، از روش میک‌مک استفاده شد (Godet, 2006; Godet & Durance, 2011). این روش با تحلیل روابط مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها، امکان شناسایی پیشران‌های کلیدی و جایگاه ساختاری آن‌ها را در سیستم‌های پیچیده فراهم می‌کند. برخلاف روش‌هایی مانند دیماتل^۱ که عمدتاً بر شدت روابط مستقیم تمرکز دارند، میک‌مک اثرات غیرمستقیم و زنجیره‌ای را نیز در نظر می‌گیرد و از این‌رو، برای تحلیل ساختاری و شناسایی عوامل پیشران در مطالعات برنامه‌ریزی فضایی مناسب است (Godet, 2006; Arcade et al., 1999).

پس از نهایی شدن ۱۶ متغیر، ماتریس اثرات متقابل 16×16 تشکیل شد که سطرها بیانگر متغیر اثرگذار و ستون‌ها نشان‌دهنده متغیر اثرپذیر بودند. بدین ترتیب، ۲۵۶ رابطه قابل ارزیابی بود و عناصر قطر اصلی، به دلیل عدم ارزیابی اثر هر متغیر بر خودش، صفر در نظر گرفته شدند. ماتریس توسط ... نفر از خبرگان، همان خبرگان مرحله شناسایی متغیرها، تکمیل شد. خبرگان میزان اثر مستقیم هر متغیر بر سایر متغیرها را در مقیاس چهاردرجه‌ای ۰ (بدون تأثیر)، ۱ (ضعیف)، ۲

1DEMATEL

2Successive Matrix Multiplication

(متوسط) و ۳ (قوی) ارزیابی کردند. در صورت عدم اطمینان، مقدار P^1 مطابق دستورالعمل میک‌مک قابل‌استفاده بود؛ باین‌حال، در این پژوهش تنها مقادیر قطعی وارد تحلیل شدند.

ماتریس نهایی در نرم‌افزار میک‌مک تحلیل شد. ابتدا مجموع سطرها و ستون‌ها برای تعیین میزان اثرگذاری و وابستگی مستقیم متغیرها محاسبه و سپس، با استفاده از توان‌های متوالی ماتریس اثرات متقابل، اثرات غیرمستقیم و مسیرهای واسطه‌ای میان متغیرها تعیین شد (Godet, 2006). در نهایت، متغیرها بر اساس میزان اثرگذاری و وابستگی در نقشه تأثیر-وابستگی به چهار گروه پیشران، رابط، وابسته و خودمختار طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی مبنای شناسایی پیشران‌های کلیدی و تحلیل ساختار تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی قرار گرفت.

داده‌های موردنیاز برای تحلیل اثرات متقابل از طریق یک پرسشنامه ساختاریافته گردآوری شد که در میان اعضای پنل خبرگان توزیع گردید. جامعه آماری پژوهش شامل متخصصان حوزه‌های توسعه روستایی، برنامه‌ریزی محیطی، سازگاری با تغییرات اقلیمی و سیاست‌گذاری منطقه‌ای و نیز برخی کنشگران محلی آشنا با شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی شهرستان چابهار بود. انتخاب این ترکیب از خبرگان با هدف بهره‌گیری هم‌زمان از دانش تخصصی و شناخت بومی از شرایط منطقه صورت گرفت تا ارزیابی روابط میان متغیرها با دقت و واقع‌بینی بیشتری انجام شود. در این راستا، با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند، تعداد ۱۵ نفر از خبرگان که دارای تجربه حرفه‌ای در حوزه توسعه روستایی، مشارکت در طرح‌ها و برنامه‌های توسعه منطقه‌ای یا تخصص دانشگاهی در رشته‌های مرتبط بودند، برای مشارکت در پژوهش انتخاب شدند.

پس از شناسایی خبرگان، پرسشنامه ماتریس اثرات متقاطع در اختیار آنان قرار گرفت تا میزان تأثیر مستقیم هر یک از متغیرها بر سایر متغیرها را ارزیابی کنند. به‌منظور افزایش پایایی نتایج و دستیابی به برآوردی مبتنی بر قضاوت جمعی، امتیازهای اختصاص‌یافته به هر خانه از ماتریس با استفاده از میانگین حسابی تجمیع شد. این رویکرد ضمن تجمیع دیدگاه‌های خبرگان، امکان کاهش اثر سوگیری‌های فردی و افزایش همگرایی ارزیابی‌ها را فراهم می‌کند. ماتریس نهایی حاصل از تجمیع نظرات خبرگان، مبنای تحلیل ساختاری در نرم‌افزار میک‌مک قرار گرفت تا میزان اثرگذاری و وابستگی متغیرها در چارچوب سیستم مورد مطالعه مشخص شود.

تحلیل داده‌های پژوهش در دو مرحله و با بهره‌گیری از ابزارهای آینده‌پژوهی انجام شد. در مرحله نخست، برای بررسی ساختار روابط میان متغیرها و شناسایی پیشران‌های کلیدی، از روش تحلیل ساختاری با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک استفاده شد. ماتریس اثرات متقاطع تکمیل‌شده توسط خبرگان در این نرم‌افزار وارد شد تا میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم میان متغیرها محاسبه گردد. خروجی‌های این تحلیل شامل ماتریس‌های اثرات مستقیم و غیرمستقیم، رتبه‌بندی متغیرها بر اساس قدرت اثرگذاری و وابستگی، و همچنین نمودارهای تأثیر-وابستگی بود که امکان شناسایی متغیرهای کلیدی و ساختار کلی سیستم را فراهم می‌کند.

در نمودار پراکنش میک‌مک، محور افقی نشان‌دهنده قدرت اثرگذاری متغیرها (مجموع سطرهای ماتریس اثرات غیرمستقیم) و محور عمودی بیانگر میزان وابستگی آن‌ها به سایر متغیرها (مجموع ستون‌های ماتریس) است. خطوط میانگین در هر دو محور نمودار را به چهار ربع اصلی تقسیم می‌کنند که شامل متغیرهای تعیین‌کننده یا پیشران‌های راهبردی (اثرگذاری بالا، وابستگی پایین)، متغیرهای رابط یا پیوندی (اثرگذاری بالا، وابستگی بالا)، متغیرهای وابسته (اثرگذاری پایین، وابستگی بالا) و متغیرهای خودمختار یا خنثی (اثرگذاری پایین، وابستگی پایین) هستند. این طبقه‌بندی

جایگاه ساختاری هر متغیر را در سیستم مورد مطالعه مشخص کرده و امکان شناسایی مهم‌ترین پیشران‌های مؤثر بر پویایی تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی را فراهم می‌کند (Godet, 2000).

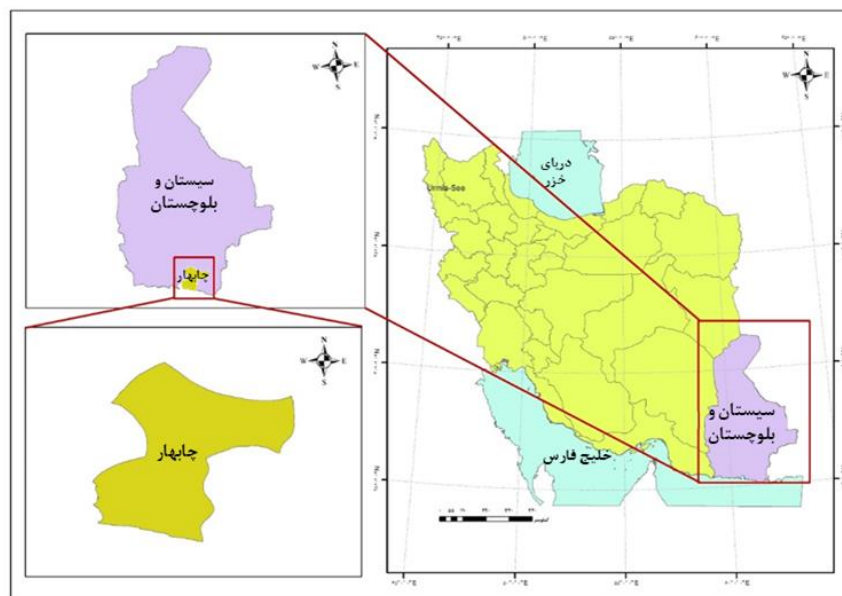
در مرحله دوم، برای بررسی آینده‌های محتمل سیستم، تحلیل سناریوها با استفاده از نرم‌افزار Scenario Wizard انجام شد. در این مرحله، پیشران‌های کلیدی شناسایی شده در تحلیل میک‌مک به عنوان متغیرهای پایه سناریوسازی در نظر گرفته شدند و برای هر یک وضعیت‌های احتمالی آینده تعریف گردید. سپس با استفاده از ماتریس سازگاری متقابل، ترکیب‌های سازگار میان حالات مختلف پیشران‌ها استخراج شد و بر این اساس سناریوهای محتمل آینده شکل گرفت. این فرایند امکان تحلیل پیامدهای احتمالی تعامل پیشران‌ها و ترسیم مسیرهای مختلف تحول تاب‌آوری فضایی در منطقه مورد مطالعه را فراهم ساخت.

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، شهرستان چابهار در جنوب استان سیستان و بلوچستان و در سواحل دریای عمان است که در مختصات تقریبی $25^{\circ}17'$ شمالی و $60^{\circ}38'$ شرقی قرار دارد و پس از تفکیک شهرستان دشتیاری، حدود ۹۷۱۵ کیلومتر مربع وسعت دارد. این شهرستان، با برخورداری از اهمیت راهبردی و تجاری، به دلیل اقلیم گرم و نیمه‌خشک ساحلی، محدودیت منابع آب و پراکندگی سکونتگاه‌های روستایی، از مناطق آسیب‌پذیر کشور محسوب می‌شود و معیشت و فعالیت‌های اقتصادی آن تحت تأثیر شرایط محیطی و نوسانات اقلیمی قرار دارد (Karimi et al., 2018; Darvishi, 2022).

انتخاب شهرستان چابهار بر اساس هم‌زمانی ویژگی‌های اقلیمی، هیدرولوژیکی و معیشتی-اقتصادی آن انجام شده است. میانگین بارندگی سالانه در این شهرستان کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه در بسیاری از مناطق بیش از ۳۰۰۰ میلی‌متر است که به تنش مزمن آبی، به‌ویژه در سکونتگاه‌های روستایی و اراضی کشاورزی، منجر شده است (Sargazi et al., 2021). افزایش دما و تغییرپذیری بارش نیز فشار بر تولید کشاورزی و پایداری معیشت روستایی را تشدید کرده است (Sharafi et al., 2024). تأمین آب در منطقه عمدتاً به منابع آب زیرزمینی، منابع محدود سطحی و سازه‌های ذخیره و مدیریت آب متکی است؛ درحالی‌که کاهش سطح آب زیرزمینی و افزایش شوری منابع آب در برخی مناطق روستایی گزارش شده است (Mirzaei et al., 2019; Bazzi et al., 2021).

اقتصاد روستایی منطقه عمدتاً بر کشاورزی، دامداری خرد و باغداری محصولات گرمسیری، از جمله خرما، موز و انبه، استوار است و محدودیت منابع آب و شرایط اقلیمی سخت، پایداری این فعالیت‌ها را تهدید می‌کند (Babu et al., 2020). وابستگی معیشت به منابع طبیعی، محدودیت گزینه‌های اقتصادی جایگزین و شکنندگی زیرساخت‌ها، حساسیت سکونتگاه‌های روستایی را در برابر تغییرات اقلیمی افزایش داده است. بر این اساس، تنش آبی و وابستگی به منابع آب زیرزمینی، وابستگی معیشتی به فعالیت‌های حساس به اقلیم، محدودیت گزینه‌های اقتصادی جایگزین و پراکندگی سکونتگاه‌های روستایی، شهرستان چابهار را به مطالعه‌ای مناسب برای بررسی پیشران‌های تاب‌آوری فضایی در شرایط تغییر اقلیم تبدیل می‌کند. انتخاب این محدوده بر شواهد جغرافیایی، اقلیمی، هیدرولوژیکی و اقتصادی و نیز مستندات پژوهشی موجود استوار است و صرفاً مبتنی بر ادعای کلی آسیب‌پذیری اقلیمی نیست.



شکل ۱. معرفی محدوده مورد مطالعه

یافته‌ها

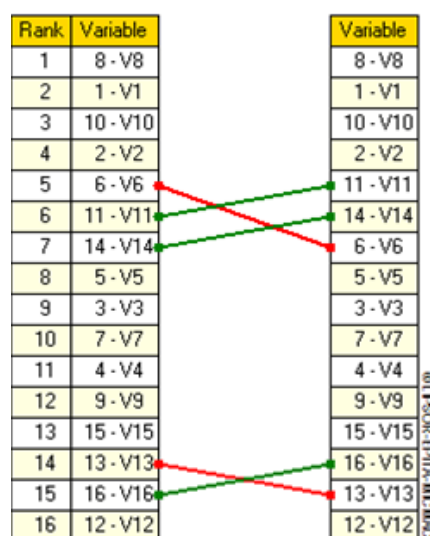
در این بخش، نتایج حاصل از تحلیل نرم‌افزار میک‌مک به‌منظور شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی در منطقه چابهار ارائه شده است. تحلیل میک‌مک با استفاده از یک ماتریس اثرات متقاطع شامل ۱۶ متغیر انجام شد. این ماتریس دارای نرخ پرشدگی ۸۹٫۰۶ درصد است که نشان‌دهنده درجه بالایی از تعامل و همبستگی بین متغیرهای پژوهش است. از مجموع ۲۵۶ رابطه ممکن در ماتریس، ۲۸ رابطه فاقد تأثیر (۰)، ۶۷ رابطه دارای تأثیر ضعیف (۱)، ۹۹ رابطه دارای تأثیر متوسط (۲) و ۶۲ رابطه دارای تأثیر قوی (۳) ارزیابی شده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲. تحلیل مقدماتی داده‌های ماتریس اثرات متقاطع و تعاملات

ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	تعداد ۰ (بدون تأثیر)	تعداد ۱ (تأثیر ضعیف)	تعداد ۲ (تأثیر متوسط)	تعداد ۳ (تأثیر قوی)	تعداد کل روابط	نرخ پرشدگی (%)
۱۶ × ۱۶	۲	۲۸	۶۷	۹۹	۶۲	۲۵۶	۸۹٫۰۶

شکل‌های ۲ و ۳ رتبه‌بندی متغیرها را بر اساس میزان نفوذ (تأثیرگذاری) و وابستگی (تأثیرپذیری) مستقیم و غیرمستقیم نشان می‌دهند. بر اساس خروجی رتبه‌بندی نفوذ (شکل ۲)، متغیر حمایت نهادی و حکمرانی (V8)، دسترسی به منابع آب (V1) و کیفیت محیطی و تخریب سرزمین (V10) به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را در هر دو حالت نفوذ مستقیم و غیرمستقیم کسب کرده‌اند. پایداری این رتبه‌ها نشان‌دهنده نقش محوری و انکارناپذیر این سه عامل به‌عنوان پیشران‌های اصلی و پایدار در سیستم تاب‌آوری منطقه چابهار است. همچنین متغیر تغییر اقلیم و تنش خشک‌سالی (V2) در رتبه چهارم نفوذ قرار دارد که حاکی از تأثیرگذاری بالای عوامل محیطی بر ساختار فضایی منطقه است. جابجایی‌های اندک در رتبه‌های میانی (مانند V6 و V11) نشان‌دهنده پویایی سیستم در انتقال اثرات غیرمستقیم است.

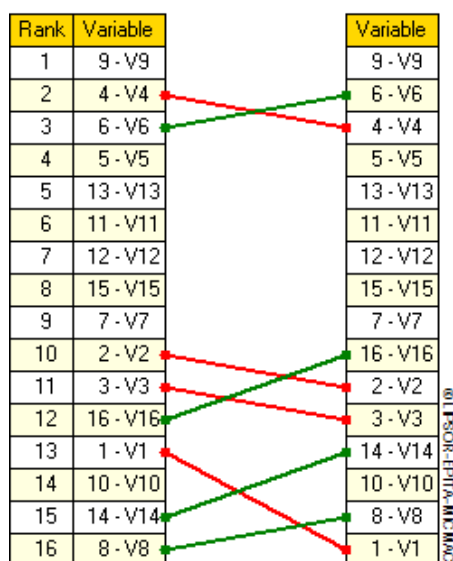
Classify variables according to their i



شکل ۲. رتبه‌بندی متغیرهای تاب‌آوری فضایی چاهبار بر اساس شاخص نفوذ (مستقیم و غیرمستقیم)

در مقابل، بر اساس خروجی رتبه‌بندی وابستگی (شکل ۳)، متغیر منابع مالی و دسترسی به اعتبار (V9) در بالاترین رتبه وابستگی (رتبه ۱) قرار گرفته است؛ این بدان معناست که وضعیت اعتبارات مالی در منطقه چاهبار، بیش از آنکه یک عامل مستقل باشد، نتیجه و خروجی عملکرد سایر متغیرهای کلان است. متغیرهای پایداری معیشت کشاورزی (V4) و دسترسی به بازارهای محلی (V6) به ترتیب در رتبه‌های بعدی وابستگی قرار دارند. نکته قابل توجه در این رتبه‌بندی، قرارگیری متغیرهای دسترسی به خدمات سلامت و آموزش (V12) و مهاجرت و ثبات جمعیتی (V15) در رتبه‌های میانی و پایین وابستگی است که نشان می‌دهد این عوامل به‌عنوان خروجی‌های نهایی سیستم عمل می‌کنند و خود تأثیر ناچیزی بر تغییر ساختار تاب‌آوری دارند.

Classement par dépendance



شکل ۳. رتبه‌بندی متغیرهای تاب‌آوری فضایی چاهبار بر اساس شاخص وابستگی (مستقیم و غیرمستقیم)

تحلیل خروجی‌های MICMAC نشان می‌دهد که حمایت نهادی و حکمرانی (V8)، دسترسی به منابع آب (V1)، کیفیت محیطی و تخریب سرزمین (V10) و تغییر اقلیم و تنش خشک‌سالی (V2) از بالاترین سطوح نفوذ برخوردارند و در زمره پیشران‌های اصلی سیستم قرار می‌گیرند. در مقابل، منابع مالی و دسترسی به اعتبار (V9)، دسترسی به بازارهای محلی (V6) و پایداری معیشت کشاورزی (V4) در میان متغیرهای با وابستگی بالا قرار دارند. این الگو نشان می‌دهد که وضعیت برخی پیامدهای اقتصادی و معیشتی تاب‌آوری، تا حدی به شرایط نهادی، محیطی و اقلیمی سیستم وابسته است و مداخلات سیاستی می‌تواند بیش از تأمین مستقیم منابع، بر تقویت ظرفیت‌های نهادی و مدیریت منابع و محیط‌زیست متمرکز شود.

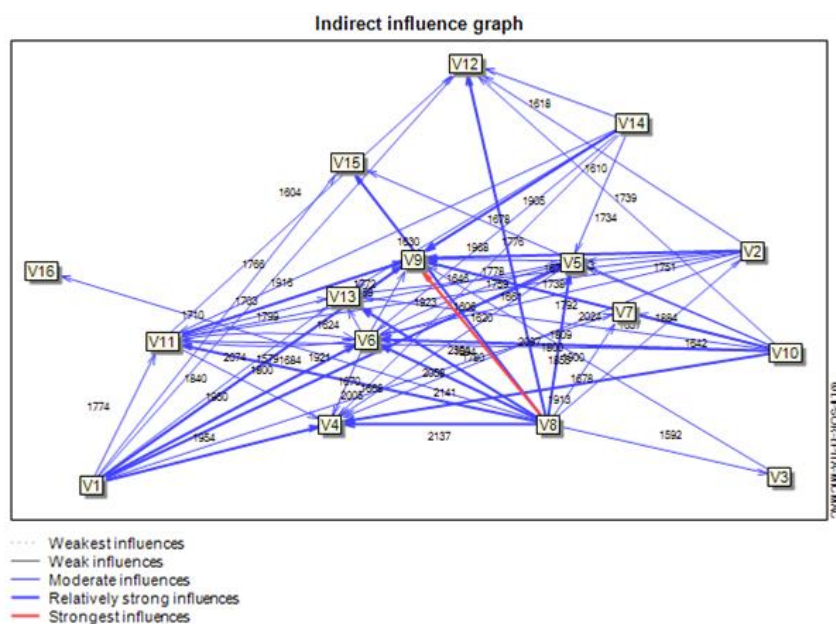
مطابق شکل ۴، نقشه نفوذ-وابستگی مستقیم، متغیرها را بر اساس جایگاه ساختاری آن‌ها در چهار گروه طبقه‌بندی می‌کند. در ربع اول، V8 (حمایت نهادی)، V1 (منابع آب)، V10 (کیفیت محیطی)، V14 (موقعیت استقرار و ایمنی سکونتگاه) و V2 (تغییر اقلیم) قرار دارند و به دلیل نفوذ بالا و وابستگی پایین، به‌عنوان متغیرهای تعیین‌کننده شناسایی می‌شوند؛ در میان آن‌ها، V8 قوی‌ترین نقش پیشرانی را دارد. ربع دوم شامل V11 (دسترسی فضایی)، V6 (بازارهای محلی) و V5 (تنوع‌بخشی به معیشت) است که به دلیل نفوذ و وابستگی هم‌زمان بالا، متغیرهای رابط محسوب می‌شوند. در ربع سوم، V9 (منابع مالی)، V4 (معیشت کشاورزی)، V13 (دانش محلی و ظرفیت سازگاری) و V12 (سلامت و آموزش) به‌عنوان متغیرهای وابسته قرار گرفته‌اند. در نهایت، V16 (دسترسی فناوریانه و اتصال دیجیتال)، V3 (زیرساخت) و V7 (سرمایه اجتماعی) در ربع چهارم و در گروه متغیرهای خودمختار قرار دارند که در ساختار فعلی سیستم، پیوند و وابستگی کمتری با سایر متغیرها نشان می‌دهند.



شکل ۴. نمودار پراکنده‌گی تأثیر و وابستگی برای اثرات مستقیم

تحلیل گراف اثرات غیرمستقیم (شکل ۵)، که روابط پنهان و مرتبه دوم بین متغیرها را نشان می‌دهد، انسجام بالایی مدل را تأیید می‌کند. وجود خط قرمز ضخیم بین V8 (حمایت نهادی) و V9 (منابع مالی) نشان‌دهنده قوی‌ترین رابطه استراتژیک غیرمستقیم در سیستم است؛ بدین معنا که حکمرانی و حمایت نهادی، کلیدی‌ترین مسیر برای تأمین منابع مالی و اعتباری در راستای ارتقای تاب‌آوری منطقه محسوب می‌شود. همچنین تمرکز شبکه‌ای از روابط آبی‌رنگ حول

محور V11، V5 و V6 نشان‌دهنده نقش میانجی‌گرانه این عوامل در انتقال اثرات پیشران‌های محیطی و نهادی به لایه‌های اقتصادی و اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی چابهار است.

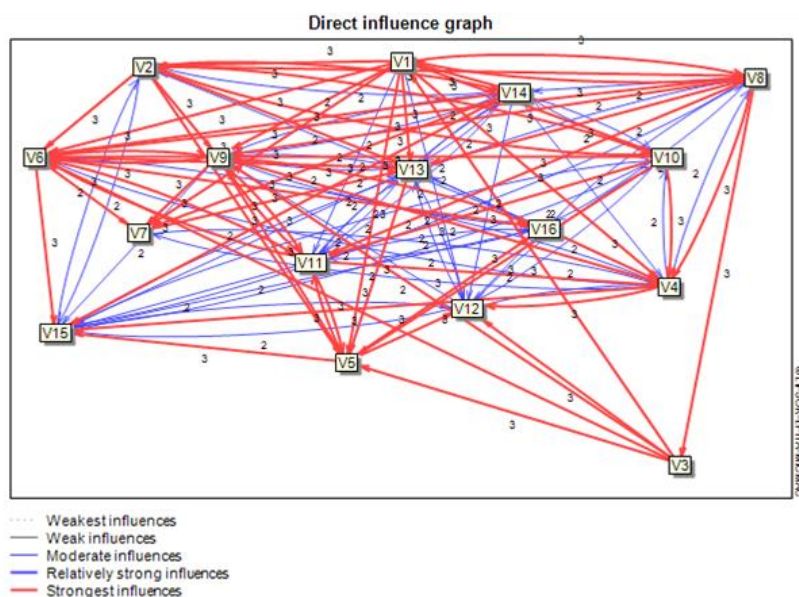


شکل ۵. نمودار پراکندگی تأثیر و وابستگی برای اثرات غیرمستقیم

تحلیل شبکه روابط متقابل پیشران‌ها

شکل ۶ شبکه تأثیرات مستقیم میان ۱۶ پیشران مؤثر بر تاب‌آوری فضایی شهرستان چابهار را نشان می‌دهد. تراکم پیوندهای قوی و متوسط در بخش‌های مختلف شبکه، بیانگر ساختار به‌هم‌پیوسته سیستم و وجود روابط متقابل میان ابعاد مختلف تاب‌آوری فضایی است. در این شبکه، دسترسی به منابع آب (V1)، حمایت نهادی و حکمرانی (V8)، منابع مالی و دسترسی به اعتبار (V9) و کیفیت محیطی و تخریب سرزمین (V10) از موقعیت مرکزی‌تری برخوردارند و نقش مهم‌تری در انتقال اثرات میان متغیرها دارند. به‌ویژه، پیوند میان دسترسی به منابع آب و حکمرانی نشان می‌دهد که مدیریت و دسترسی به منابع حیاتی با ظرفیت سایر مؤلفه‌های سیستم ارتباط ساختاری دارد. از سوی دیگر، گستردگی پیوندها نشان می‌دهد که تاب‌آوری فضایی چابهار حاصل تعامل مجموعه‌ای از عوامل محیطی، نهادی، اقتصادی و اجتماعی است و نمی‌توان آن را به یک عامل منفرد تقلیل داد. در مقابل، متغیرهایی مانند زیرساخت‌های روستایی (V3) و وضعیت معیشت و اشتغال (V5) در موقعیت‌های پیرامونی‌تر شبکه قرار گرفته‌اند و بیشتر تحت تأثیر سایر متغیرها هستند.

در حقیقت می‌توان گفت که ساختار شبکه بیانگر آن است که تغییر در پیشران‌های مرکزی می‌تواند از طریق روابط مستقیم و زنجیره‌ای بر بخش‌های مختلف سیستم اثر بگذارد. از این‌رو، تمرکز سیاستی بر پیشران‌هایی مانند حکمرانی، منابع آب و کیفیت محیطی می‌تواند آثار گسترده‌تری بر سایر ابعاد تاب‌آوری فضایی داشته باشد. این یافته، در کنار نتایج تحلیل نفوذ-وابستگی، اهمیت توجه به روابط ساختاری میان پیشران‌ها را در برنامه‌ریزی تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی چابهار نشان می‌دهد.



شکل ۶. گراف تأثیرات مستقیم (روابط متقابل پیشران‌ها)

تحلیل سناریو با استفاده از سناریو ویزارد

تحلیل سناریو با استفاده از نرم‌افزار سناریو ویزارد و بر اساس نتایج تحلیل ساختاری میک‌مک انجام شد. بر مبنای قدرت نفوذ، نقش ساختاری در اثرات غیرمستقیم و اهمیت پیشران‌ها در شکل‌دهی آینده تاب‌آوری فضایی، پنج محرک راهبردی شامل دسترسی به منابع آب (V1)، تنش‌های اقلیمی و محیطی (V2)، تنوع معیشت (V5)، ظرفیت حکمرانی نهادی (V8) و اتصال فضایی (V11) انتخاب شدند. برای هر محرک، سه وضعیت جایگزین شامل خوش‌بینانه (O)، محتمل (L) و بدبینانه (P) تعریف شد که در مجموع ۲۴۳ ترکیب نظری را ایجاد می‌کرد. سپس سازگاری متقابل وضعیت‌ها با استفاده از ماتریس CIB و در دامنه -۳ تا +۳، بر اساس نظر خبرگان ارزیابی شد.

سناریو ویزارد با بررسی ترکیب‌های ممکن، سه سناریوی دارای سازگاری درونی کامل را شناسایی کرد که حداکثر ناسازگاری آن‌ها صفر بود. امتیاز هر سناریو از مجموع امتیاز تعامل میان وضعیت‌های تشکیل‌دهنده آن به دست آمد و بیانگر انسجام درونی سناریو، نه احتمال وقوع آن است. سناریوی ۱ با عنوان «یکپارچگی تاب‌آور» و امتیاز ۶۶ مطلوب‌ترین و منسجم‌ترین مسیر را نشان داد. سناریوی ۳ با عنوان «قفل‌شدگی نظام‌مند» و امتیاز ۶۴، آینده‌ای نامطلوب را بازنمایی می‌کند که در آن وضعیت‌های منفی پیشران‌ها یکدیگر را تقویت می‌کنند. سناریوی ۲ با عنوان «گذار ایستا» و امتیاز ۵۶، ترکیبی از وضعیت‌های میانه و تداوم نسبی شرایط موجود را نشان می‌دهد و بر اساس ارزیابی خبرگان، به روندهای جاری منطقه نزدیک‌تر است.

سناریوی ۱، «یکپارچگی تاب‌آور»، با کسب امتیاز کل ۶۶، نشان‌دهنده مسیر مطلوب و ایده‌آل توسعه است.

سناریوی ۲، «گذار ایستا»، با امتیاز کل ۵۶، به عنوان محتمل‌ترین پیامد آینده شناسایی شد.

سناریوی ۳، «قفل‌شدگی نظام‌مند»، با کسب امتیاز ۶۴، بحرانی‌ترین مسیر آینده را بازنمایی می‌کند.

جدول ۳. وضعیت معیارها بر اساس سناریوهای خوش‌بینانه، محتمل و بدبینانه

معیار	توصیف وضعیت	نوع سناریو	نماد
دسترسی به آب (V1)	شیرین‌سازی یکپارچه و تأمین پایدار آب	خوش‌بینانه (O)	O1
دسترسی به آب (V1)	کمبود فصلی و زیرساخت‌های ناقص	محتمل (L)	L1
دسترسی به آب (V1)	کمبود شدید و افت منابع آب زیرزمینی	بدبینانه (P)	P1
تنش اقلیمی (V2)	مدیریت سازگاران و تاب‌آوری بالا	خوش‌بینانه (O)	O2
تنش اقلیمی (V2)	آسیب‌پذیری متوسط و سازگاری واکنشی	محتمل (L)	L2
تنش اقلیمی (V2)	تخریب محیط‌زیستی و ریسک بالا	بدبینانه (P)	P2
معیشت (V5)	اقتصاد متنوع و رشد مبتنی بر نوآوری	خوش‌بینانه (O)	O5
معیشت (V5)	تنوع‌بخشی نیمه‌کامل؛ ترکیب فعالیت‌های سنتی و خدماتی	محتمل (L)	L5
معیشت (V5)	وابستگی بالا به بخش‌های اولیه آسیب‌پذیر	بدبینانه (P)	P5
حکمرانی (V8)	حکمرانی یکپارچه، شفاف و سازگاران	خوش‌بینانه (O)	O8
حکمرانی (V8)	حکمرانی از بالا به پایین، پراکنده اما نسبتاً پایدار	محتمل (L)	L8
حکمرانی (V8)	ضعف ظرفیت نهادی و شکست سیاستی	بدبینانه (P)	P8
اتصال‌پذیری (V11)	کریدورهای پرسرعت و جایگاه قطب منطقه‌ای	خوش‌بینانه (O)	O11
اتصال‌پذیری (V11)	توسعه تدریجی راه و ریل	محتمل (L)	L11
اتصال‌پذیری (V11)	زیرساخت ضعیف و انزوای فضایی	بدبینانه (P)	P11

تحلیل سناریوهای محتمل تاب‌آوری فضایی در چابهار

با توجه به شرایط نهادی و محیط‌زیستی حاکم بر منطقه، سناریوی ۲، یعنی «گذار ایستا»، به‌عنوان محتمل‌ترین آینده شناسایی می‌شود. این ارزیابی بر پایه میزان انطباق بالای وضعیت‌های «محتمل» با واقعیت‌های کنونی منطقه انجام شده است. در این سناریو، حکمرانی همچنان پراکنده اما تا حدی کارکردی باقی می‌ماند، تنش آبی در سطحی قابل مدیریت اما همچنان بحرانی ادامه می‌یابد، و اتصال‌پذیری فضایی تنها به‌صورت تدریجی و محدود بهبود پیدا می‌کند. این پیکربندی بازتاب‌دهنده روند «تداوم وضعیت موجود» است و از این رو می‌تواند به‌عنوان یک خط مبنای واقع‌گرایانه برای مداخلات سیاستی کوتاه‌مدت مورد استفاده قرار گیرد.

سناریوی ۳، یعنی «قفل‌شدگی نظام‌مند»، به‌عنوان مسیری بسیار پایدار اما نامطلوب ظاهر می‌شود. باوجود پیامدهای منفی این سناریو، کسب امتیاز کل بالا معادل ۶۴ نشان‌دهنده تقویت درونی شدید میان وضعیت‌های بدبینانه است. این وضعیت بیانگر نوعی قفل‌شدگی نظام‌مند است؛ جایی که ضعف ظرفیت نهادی (V8-P) و کمبود شدید منابع آب (V1-P) به‌صورت متقابل آسیب‌پذیری اقلیمی (V2-P) را تشدید می‌کنند و در نتیجه، تعادلی پایدار اما شکننده شکل می‌گیرد که بدون مداخله بیرونی قابل‌توجه، برهم زدن آن دشوار خواهد بود.

در مقابل، سناریوی ۱، یعنی «یکپارچگی تاب‌آور»، نمایانگر «آینده مطلوب» است. اگرچه این سناریو بالاترین امتیاز را کسب کرده است (۶۶)، اما تحقق آن در کوتاه‌مدت چالش‌برانگیز خواهد بود؛ زیرا مستلزم گذار هم‌زمان هر پنج پیشران به وضعیت‌های خوش‌بینانه است. این سناریو می‌تواند به‌عنوان ستاره راهبردی شمالی یا جهت‌نمای کلان برای برنامه‌ریزی فضایی بلندمدت در چابهار عمل کند.

جدول ۴. خلاصه سناریوهای سازگار و امتیازات ساختاری برای تاب‌آوری فضایی چابهار

شماره سناریو	سناریوها	نهادی (V8)	آب (V1)	اقلیمی (V2)	زیست‌محیطی (V10)	ارتباطات (V11)	معیشت (V5)	امتیاز کل تأثیر	امکان‌سنجی آینده
۱	ادغام انعطاف‌پذیر	O8	O1	O2	O10	O11	O5	66	مطلوب و شدنی
۲	گذار ایستا	L8	L1	L2	L10	L11	L5	56	محتمل / روند
۳	قفل شدن نظام‌مند	P8	P1	P2	P10	P11	P5	64	بحرانی / پرخطر

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ساختار تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی چابهار به شدت تحت تأثیر مجموعه‌ای محدود اما راهبردی از پیشران‌های نهادی، محیطی و زیرساختی قرار دارد. نتایج تحلیل ساختاری میک‌مک نشان داد که متغیرهای حمایت نهادی و حکمرانی (V8)، دسترسی به منابع آب (V1) و کیفیت محیطی و تخریب سرزمین (V10) بیشترین قدرت نفوذ را در سیستم دارند و به عنوان پیشران‌های اصلی عمل می‌کنند. این یافته با بخش قابل توجهی از ادبیات جدید تاب‌آوری فضایی همسو است که نقش ساختارهای حکمرانی و مدیریت منابع طبیعی را در شکل‌دهی ظرفیت‌های تاب‌آوری در مناطق حاشیه‌ای و آسیب‌پذیر برجسته می‌کند.

حکمرانی به عنوان قوی‌ترین پیشران، نشان‌دهنده اهمیت ظرفیت نهادی در هماهنگی سیاست‌ها، مدیریت ریسک و بسیج منابع برای تاب‌آوری فضایی است (Davoudi et al., 2013). قرارگیری V8 در جایگاه مرکزی شبکه نیز این نقش ساختاری را تأیید می‌کند. با این حال، نقش حکمرانی را نباید مستقل از محدودیت‌های ساختاری تفسیر کرد؛ زیرا نابرابری فضایی، وابستگی اقتصادی و محدودیت‌های فرا منطقه‌ای می‌توانند ظرفیت واقعی نهادهای محلی را محدود کنند (Pike, 2006; Tavakoli & Mokhtari Karchegani, 2024; یوسفی و همکاران، ۱۴۰۱). بنابراین، تقویت حکمرانی در چابهار مستلزم توجه هم‌زمان به زمینه‌های ساختاری مؤثر بر عملکرد نهادهای محلی است.

پیشران دوم یعنی، دسترسی به منابع آب (V1) نیز از مهم‌ترین پیشران‌های تاب‌آوری فضایی شناسایی شد. این یافته با مطالعات مربوط به مناطق خشک و نیمه‌خشک همسو است که کمبود آب را نه صرفاً یک مسئله زیست‌محیطی، بلکه عاملی مؤثر بر الگوهای سکونت، معیشت و توسعه فضایی می‌دانند (Bekes & Ross, 2022; IPCC, 2022). با این حال، تمرکز صرف بر محدودیت منابع طبیعی می‌تواند نقش نوآوری اجتماعی، فناوری و تنوع اقتصادی در سازگاری را کمرنگ کند (Meerow & Newell, 2021). از این رو، مدیریت آب در چابهار باید در چارچوب گسترده‌تری از سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی و فضایی دنبال شود.

در مقابل، اتصال‌پذیری فضایی (V11)، بازارهای محلی (V6) و تنوع‌بخشی به معیشت (V5) در گروه متغیرهای رابط قرار گرفتند؛ یعنی هم از نفوذ بالایی برخوردارند و هم به سایر متغیرها وابسته‌اند. این جایگاه، نقش آن‌ها را در انتقال اثرات میان پیشران‌های محیطی و نهادی و پیامدهای اقتصادی-اجتماعی برجسته می‌کند و با دیدگاه‌هایی که اتصال زیرساختی و شبکه‌های اقتصادی را از عناصر مهم تاب‌آوری سرزمینی می‌دانند، همخوان است (OECD, 2021). در مناطق بندری نیز اتصال به شبکه‌های منطقه‌ای می‌تواند به تنوع اقتصادی کمک کند (Rodrigue, 2024). با این حال، توسعه زیرساختی بدون حکمرانی کارآمد ممکن است به تمرکز منافع و تشدید نابرابری فضایی منجر شود (Martin & Sunley, 2020). بنابراین، اثر تاب‌آورکننده اتصال‌پذیری به نحوه توزیع منافع و کیفیت حکمرانی وابسته است.

منابع مالی (V9)، معیشت کشاورزی (V4)، دانش محلی و ظرفیت سازگاری (V13) و خدمات سلامت و آموزش (V12) در گروه متغیرهای وابسته قرار گرفتند. این الگو نشان می‌دهد که در ساختار مورد مطالعه، این متغیرها بیشتر از سایر پیشران‌ها تأثیر می‌پذیرند. چنین الگویی با برخی مطالعات توسعه منطقه‌ای درباره نقش اصلاحات نهادی و سرمایه‌گذاری زیرساختی در بهبود شاخص‌های اجتماعی همخوان است (Cutter et al., 2021). با این حال، قرارگیری یک متغیر در گروه وابسته به معنای کم‌اهمیت بودن آن نیست؛ زیرا رویکردهای انتقادی تاب‌آوری بر عاملیت جوامع محلی و نقش سرمایه اجتماعی در فرایند سازگاری تأکید دارند (Brown & Westaway, 2011; Mkhtari, 2020). تحلیل سناریوها سه مسیر متمایز برای آینده تاب‌آوری فضایی چابهار را آشکار کرد. سناریوی «گذار ایستا» بیانگر تداوم نسبی وضعیت موجود و شکل‌گیری نوعی «پایداری شکننده» است؛ به این معنا که ممکن است برخی بهبودهای تدریجی در مؤلفه‌های فضایی و اقتصادی رخ دهد، اما بدون تغییر در پیشران‌های ساختاری، محدودیت‌های اساسی سیستم همچنان پابرجا خواهد ماند. از این منظر، این سناریو را می‌توان مصداقی از گذار ناقص در مناطق پیرامونی دانست؛ وضعیتی که در آن سیستم نه توان عبور پایدار به مسیر توسعه جدید را پیدا می‌کند و نه لزوماً با فروپاشی مواجه می‌شود (Pike, 2006).

سناریوی «قفل‌شدگی نظام‌مند» در سوی دیگر، نامطلوب‌ترین مسیر تحول سیستم را نشان می‌دهد. در این وضعیت، تداوم تنش‌های اقلیمی و محیطی، ضعف حکمرانی و محدودیت ظرفیت‌های اقتصادی و فضایی به صورت متقابل یکدیگر را تقویت کرده و امکان تغییر مسیر توسعه را کاهش می‌دهند. چنین الگویی با مفهوم قفل‌شدگی در جغرافیای اقتصادی و برنامه‌ریزی فضایی همخوان است؛ وضعیتی که در آن وابستگی به مسیرهای موجود و استمرار ساختارهای نهادی و اقتصادی، ظرفیت سیستم برای تغییر و سازگاری را محدود می‌کند (Martin & Sunley, 2020). بنابراین، تداوم شرایط نامطلوب در پیشران‌های کلیدی می‌تواند چابهار را در چرخه‌ای از آسیب‌پذیری فزاینده و ظرفیت محدود برای تغییر قرار دهد. در سوی مطلوب این طیف، سناریوی «یکپارچگی تاب‌آور» قرار دارد که مطلوب‌ترین مسیر شناسایی شده را نشان می‌دهد. در این سناریو، بهبود هم‌زمان حکمرانی، مدیریت منابع آب، تنوع‌بخشی اقتصادی و تقویت اتصال فضایی، امکان تغییر مسیر توسعه و افزایش ظرفیت تاب‌آوری را فراهم می‌کند. اهمیت این سناریو در آن است که تاب‌آوری را نه حاصل مداخله در یک عامل منفرد، بلکه نتیجه هم‌افزایی میان پیشران‌های کلیدی و هماهنگی میان سیاست‌های محیطی، اقتصادی و نهادی نشان می‌دهد. این برداشت با رویکردهای یکپارچه برنامه‌ریزی فضایی و تاب‌آوری که بر پیوند میان حکمرانی، محیط‌زیست و توسعه اقتصادی تأکید دارند، همسو است (OECD, 2021; Meerow & Newell, 2021). با این حال، تحقق این مسیر صرفاً به مداخلات محلی وابسته نیست؛ زیرا بخشی از پیشران‌های کلیدی، به‌ویژه حکمرانی، مدیریت منابع آب و زیرساخت‌های فضایی، تحت تأثیر تصمیم‌ها و ظرفیت‌های سطوح بالاتر حکمرانی قرار دارند. از این رو، گذار از «گذار ایستا» به «یکپارچگی تاب‌آور» مستلزم مداخلات هماهنگ و چند سطحی برای تغییر هم‌زمان پیشران‌های ساختاری سیستم است.

آنچه از این مباحث استنباط می‌شود این است که تاب‌آوری فضایی در چابهار بیش از آنکه تابع متغیرهای منفرد باشد، حاصل تعامل پیچیده میان ساختارهای حکمرانی، محدودیت‌های محیطی و پویایی‌های اقتصادی فضایی است. از این رو، سیاست‌های برنامه‌ریزی فضایی در منطقه باید از رویکردهای بخشی و تک‌بعدی فاصله گرفته و به سمت راهبردهای یکپارچه‌ای حرکت کنند که بتوانند هم‌زمان پیشران‌های نهادی، محیطی و اقتصادی را مورد توجه قرار دهند.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با بهره‌گیری از تحلیل ساختاری میک‌مک و سناریونگاری، نشان داد که تاب‌آوری فضایی سکونتگاه‌های روستایی چابهار بیش از آنکه حاصل عملکرد مستقل مجموعه‌ای از شاخص‌ها باشد، برآیند روابط ساختاری میان تعداد محدودی از پیشران‌های کلیدی است که مسیر تحول سایر مؤلفه‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی را تعیین می‌کنند. یافته‌ها بیانگر آن است که بسیاری از مسائل معیشتی و رفاهی منطقه، بیش از آنکه منشأیی مستقل داشته باشند، پیامد نحوه عملکرد ساختارهای نهادی، محدودیت‌های محیطی و الگوهای توسعه فضایی هستند. همچنین، تحلیل سناریوها نشان داد که «گذار ایستا» محتمل‌ترین آینده منطقه است؛ وضعیتی که در آن، ظرفیت‌های توسعه به دلیل تداوم کاستی‌های حکمرانی و مدیریت منابع، به تغییرات ساختاری پایدار منجر نمی‌شوند. در مقابل، تحقق سناریوی مطلوب «یکپارچگی تاب‌آور» مستلزم هم‌زمانی اصلاحات نهادی، مدیریت پایدار منابع آب، تنوع‌بخشی اقتصادی و تقویت اتصال‌پذیری فضایی است. از منظر نظری، این پژوهش با تبیین روابط سلسله‌مراتبی و نامتقارن میان پیشران‌های تاب‌آوری، فراتر از رویکردهای متعارف مبتنی بر شناسایی و رتبه‌بندی شاخص‌ها حرکت کرده و نشان می‌دهد که در مناطق پیرامونی و خشک، تاب‌آوری فضایی نتیجه تعامل پیچیده میان ساختارهای نهادی، محدودیت‌های محیطی و سازمان فضایی است.

از منظر کاربردی، نتایج پژوهش بر ضرورت تمرکز سیاست‌های توسعه‌ای بر تقویت حکمرانی یکپارچه، مدیریت پایدار منابع آب، ارتقای اتصال‌پذیری فضایی و هماهنگی میان ابعاد نهادی، اقتصادی و محیطی تأکید دارد؛ زیرا بدون اصلاح این پیشران‌های ساختاری، مداخلات توسعه‌ای قادر به ایجاد تاب‌آوری پایدار نخواهند بود. با این حال، نتایج پژوهش باید با توجه به محدودیت‌هایی نظیر اتکای تحلیل ساختاری به قضاوت خبرگان، ناتوانی روش میک‌مک در مدل‌سازی پویایی‌های زمانی و لحاظ نشدن برخی عوامل بیرونی مانند تحولات ژئوپلیتیکی و شوک‌های اقتصادی تفسیر شود. از این رو، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با بهره‌گیری از روش‌هایی مانند پویایی سیستم‌ها، تحلیل شبکه‌های فضایی و رویکردهای داده‌محور، به بررسی دقیق‌تر پویایی‌های تاب‌آوری فضایی و مطالعات تطبیقی در سایر مناطق ساحلی و مرزی بپردازند.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسنده به‌تنهایی تمام جنبه‌های این تحقیق، از جمله طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری و تهیه نسخه خطی را انجام داده است.

تضاد منافع

در این مقاله تضاد منافی وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش یاری‌رسان بودند، به‌ویژه آنانی که در ارزیابی و ارتقای کیفیت مقاله نقش مؤثری داشتند، ابراز می‌دارند.

منابع

- جوانبخت قهفرخی، زهره؛ سعیدی، عباس؛ عزیزپور؛ فرهاد و توکلی نیا، جمیله. (۱۳۹۸). تحلیلی بر جریان‌های فضایی و شبکه منطقه‌ای در نواحی مرزی. مطالعه موردی: نواحی مرزی استان گلستان. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۹(۳۳)، ۲۰۳-۲۲۶. doi:10.30488/gps.2019.91916
- مختاری کرچگانی، علی؛ توکلی، مرتضی و احمدی پور، زهرا. (۱۳۹۹). مقایسه دستگاه‌های معرفت‌شناسی با محک روش‌شناسی در برنامه‌ریزی فضایی. *مجله جغرافیا و توسعه*، ۱۸(۵۹)، ۱۸۵-۲۱۰. <https://doi.org/10.22111/gdij.2020.5470>
- مختاری کرچگانی، علی؛ توکلی، مرتضی و احمدی پور، زهرا. (۱۳۹۹). تحلیل معرفت‌شناسی طرح‌های آمایش سرزمین ایران. *مجله آمایش فضا و جغرافیا*، ۲۴(۳)، ۲۷-۶۳. <https://doi.org/10.22111/gdij.2020.5470>
- یوسفی، سمیه؛ شفیعی ثابت، ناصر و رحمانی، بیژن. (۱۴۰۱). جایگاه توانمندسازی ذی‌نفعان روستایی بر کارآفرینی و تحولات فضایی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان طارم. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۲(۱)، ۱-۱۴. doi:10.30488/gps.2021.251024.3315

References

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related?. *Progress in human geography*, 24(3), 347-364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- Babu, S., Zhou, Y., Koeber, L., & Srivastava, N. (2020). *Youth entrepreneurship in agribusiness* (Nigeria Country Report). International Food Policy Research Institute, Abuja, Nigeria. <https://youth.cgiar.org/publications/youth-entrepreneurship-agribusiness-nigeria>
- Bazzi, H., Ebrahimi, H., & Aminnejad, B. (2021). A comprehensive statistical analysis of evaporation rates under climate change in southern Iran using WEAP (Case study: Chahnimeh reservoirs of Sistan Plain). *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), 1339-1352. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.09.011>
- Berkes, F., & Ross, H. (2013). Community resilience: Toward an integrated approach. *Society & natural resources*, 26(1), 5-20. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.736605>
- Brown, K., & Westaway, E. (2011). Agency, capacity, and resilience to environmental change: lessons from human development, well-being, and disasters. *Annual review of environment and resources*, 36(1), 321-342. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-052610-092905>
- Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. (2021). The geographies of community disaster resilience. *Global Environmental Change*, 68, 102279. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102279>
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, 18(4), 598-606. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>
- Davoudi, S., Brooks, E., & Mehmood, A. (2013). Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation. *Planning Practice & Research*, 28(3), 307-322. <https://doi.org/10.1080/02697459.2013.787695>
- FAO, F., 2018. Food and agriculture organization of the United Nations. <https://www.fao.org/>
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16(3), 253-267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and society*, 15(4). <https://doi.org/10.5751/ES-03610-150420>
- Godet, M. (2000). The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls. *Technological forecasting and social change*, 65(1), 3-22. doi:10.1016/S0040-1625(99)00120-1
- Holling, C. S. (1973, November). *Resilience and stability of ecological systems*. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000135>
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- javanbakht, Z., Saeedi, A., Azizpour, F., & Tavakolinia, J. (2019). Analysis of regional network flows in rural settlements of border areas (Case Study: Borderlands Settlement of Golestan

- Province). *Geographical planning of space quarterly journal*, 9(33), 203-226. doi:10.30488/gps.2019.91916 [In Persian]
- Karimi, V., Karami, E., & Keshavarz, M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1), 1-15. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(17\)61794-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61794-2)
- Martin, R., & Sunley, P. (2020). Regional economic resilience: Evolution and evaluation. In *Handbook on regional economic resilience* (pp. 10-35). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781785360862.00007>
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why?. *Urban geography*, 40(3), 309-329. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and urban planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
- Mirzaei, A., Saghafian, B., Mirchi, A., & Madani, K. (2019). The groundwater-energy-food nexus in Iran's agricultural sector: Implications for water security. *Water*, 11(9), Article 1835. <https://doi.org/10.3390/w11091835>
- Misra, S.B., 2025. Revisiting rural non-farm sector employment in India: trends from 1993-94 to 2023-24. *Indian Journal of Human Development*, 09737030251322830. <https://doi.org/10.1177/09737030251322830>.
- Mokhtari Karchegani, A., Tavakoli, M., & Ahmadipour, Z. (2020). Comparison of Epistemological system's with Methodological Benchmarks in Spatial Planning. *Geography and Development*, 18(59), 185-210. DOI:10.22111/gdij.2020.5470 [In Persian]
- Mokhtari Karchegani, A., Tavakoli, M., & Ahmadipour, Z. (2020). Epistemological analysis of spatial planning plan in Iran's. *The Journal of Spatial Planning and Geomatics*, 24(3), 27-63. <https://doi.org/10.22111/gdij.2020.5470> [In Persian]
- Neglo, K.A.W., Gebrekidan, T., Lyu, K., 2021. The role of agriculture and non-farm economy in addressing food insecurity in Ethiopia: a review. *Sustainability* 13 (7), 3874. <https://doi.org/10.3390/su13073874>.
- Nematpour, M., Khodadadi, M., Rezaei, N., 2021. Systematic analysis of development in Iran's tourism market in the form of future study: a new method of strategic planning. *Futures* 125, 102650. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102650>.
- OECD. (2021). *Resilient regions and cities: Policy highlights*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/17017efe-en>
- Pike, A. (2006). *Local and regional development*. <https://doi.org/10.4324/9780203003060>
- Rodrigue, J. P. (2024). *The geography of transport systems*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781003343196>
- Sanjabi, S., & Alibaygi, A. (2026). Navigating Rural Futures: Scenario-Based Insights into Non-Agricultural Employment in Western Iran. *Environmental and Sustainability Indicators*, 101129. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2026.101129>
- Sharafi, S., Mottaghi, F., & Omidvari, F. (2026). Toward climate-smart agriculture in Iran: A six-decade life cycle assessment of 17 crops across four climatic zones. *Cleaner and Responsible Consumption*, 21, Article 100411. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2026.100411>
- Tavakoli, M., & Mokhtari Karchegani, A. (2024). Analysis of the effectiveness of indigenous knowledge in the coastal villages of Chabahar County in reducing flood risk. *International Journal of Coastal, Offshore And Environmental Engineering (ijcoe)*, 9(3), 24-42. DOI:10.22034/ijcoe.2024.459937.1084
- Wilson, G. (2010). Multifunctional 'quality' and rural community resilience. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 35(3), 364-381. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2010.00391.x>
- Yitbarek, E., & Tesfaye, W. (2022). Climate-smart agriculture, non-farm employment and welfare: exploring impacts and options for scaling up. *Sustainability* 14 (23), 15981. <https://doi.org/10.3390/su142315981>
- yousefi, S., Shafieisabet, N., & rahmani, B. (2022). The Role of Rural Stakeholder's Empowerment On Entrepreneurship and Spatial Changes of Rural Settlements in Tarom. *Geographical planning of space quarterly journal*, 12(1), 1-14. doi:10.30488/gps.2021.251024.3315 [In Persian]