

## Evaluation of the Interrelationships between Criteria and Indicators of Resilience in Social–Ecological Systems: A Case Study of the Taleghan Watershed

Nafiseh Fakharizdi<sup>1</sup>, Mehdi Ghorbani<sup>2\*</sup>, Hossein Azarnivand<sup>3</sup>, Mohammad Jafari<sup>4</sup>, Hamid Amirnejad<sup>5</sup>, Hossein Azadi<sup>6</sup>

1. PhD student of Rangeland Science, Department of Reclamation of Arid and Mountainous, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

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

3. Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

4. Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

5. Professor, Department of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

6. Professor, Department of Economics and Rural Development, Gamblox Agro-Biotech, University of Liège, Gamblox, Belgium.

\* Corresponding Author; [mehghorbani@ut.ac.ir](mailto:mehghorbani@ut.ac.ir)

Received Date:  
17/04/2025

Revise Date:  
18/06/2025

Accepted Date:  
30/09/2025

Published Date:  
21/09/2025

### Article Info Abstract

Research Paper  
Volume 3, Issue 1, Spring and Summer, 2025  
Pages 179-197

Land-use change is one of the fundamental challenges in natural resource management, influenced by a combination of social, economic, environmental, and policy factors. In many regions, particularly in mountainous and ecologically sensitive areas, such changes have led to the reduction of agricultural lands and rangelands, while increasing built-up and urban areas. In the Taleghan watershed, pressures arising from population growth, tourism development, climate change, and improper resource exploitation have threatened the balance of socio-ecological systems and posed challenges to the region's economic and environmental sustainability. This study aims to assess the impacts of land-use change on ecosystem services and the resilience of socio-ecological systems, using economic valuation methods for ecosystem services. The results indicate that land-use change has weakened environmental services and reduced community resilience to shocks and hazards. Scenario analysis conducted through MICMAC and Scenario Wizard software demonstrates that adopting sustainable land management policies, strengthening local community participation, and implementing ecosystem restoration programs can play a crucial role in enhancing resilience and sustainability in the region. Ultimately, the findings of this research can serve as a scientific basis for managerial decision-making and sustainable development planning in similar areas, emphasizing the importance of integrated approaches in land-use and natural resource management.

**Keywords:** Resilience, Cross-Impact Analysis, land use change, Taleghan.

#### Cite this article:

Fakharizdi, N., Ghorbani, M., Azarnivand, H., Jafari, M., Amirnejad, H., & Azadi, H. (2025). Evaluation of the interrelationships between criteria and indicators of resilience in social-ecological systems: A case study of the Taleghan watershed. *Journal of Rural Development and Extension Studies*, 3(1), 179-197.

 <https://doi.org/10.30470/jrdes.2025.2068750.1088>



2821-2266 © University of Zanjan.

This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Extended Abstract

### Introduction

Resilience is one of the key concepts in sustainability science, serving as a bridge between social–ecological systems and highlighting their capacity to anticipate, absorb, adapt to, and transform in response to changes and shocks. The origins of this concept can be traced back to Holling (1973), while contemporary studies emphasize complex systems, thresholds, and the presence of multiple stable states. The main challenge in assessing resilience lies in the limitations of conventional methods in capturing the intricate interrelationships among system components. The Cross-Impact Analysis (MICMAC) method, with its systemic and futures-oriented perspective, provides an effective means of identifying key variables and causal relationships. This study integrates a literature review, cross-impact analysis, and foresight to identify and analyze social, cultural, economic, and ecological indicators tailored to local conditions, and employs the findings to formulate development scenarios and policies. The results offer a locally adapted framework and a strategic tool for regional institutions to strengthen resilience and reduce vulnerability.

### Methodology

The research data were collected in two parts. The first part consisted of library studies, including articles, books, national and regional plans, and reputable online sources, which were used to develop the theoretical framework and identify variables and indicators related to the resilience of the socio–ecological system. The second part comprised field data, obtained through questionnaires distributed among experts and specialists in natural resources in Alborz Province.

In the cross-impact analysis stage, it is essential to identify relevant events and eliminate unrelated factors in order to avoid unnecessary complexity. For  $n$  events, the number of possible interactions is given by  $n \times (n - 1)$ , and as the number of events increases, the volume of analysis grows rapidly. After identifying the events, the next step is to estimate the initial probability of occurrence for each event—assuming that other events have not yet occurred—providing the foundation for further analysis.

In this study, 18 variables were identified and entered into the MICMAC software. An  $18 \times 18$  cross-impact matrix was then constructed, in which experts evaluated the degree of influence and dependence of each variable on a scale from 0 to 3. The data were analyzed in MICMAC to determine the direct and indirect influence and dependence of each factor. Based on the results, key driving forces were identified, and scenarios were developed ranging from the most favorable to the least favorable situation for the 18 factors. The final matrices indicated the level of influence (row sums) and dependence (column sums) for each factor.

### Results and discussion

After completing the questionnaires, the data were entered into the MICMAC software and the Matrix of Direct Influences (MDI) was generated. The results indicated that the matrix stability index, after two iterations, was 43%, meaning that 43% of the variables exerted mutual influence. In the rotation analysis, the level of influence increased from 96% to 98%, while dependence rose from 94% to 100%. The analysis chart classified the variables into four main groups: action variables (highest influence and highest dependence), relay variables (highest influence and lowest dependence), reaction variables (highest dependence and lowest influence), and passive variables (lowest influence and lowest dependence). In terms of influence and dependence ranking, improving the business environment had the highest influence, while financing resilience—directly related to business environment improvement—showed the highest dependence. Other key dependent priorities included diversifying income sources, strengthening financial capital, and enhancing the skills of local communities. Overall, the MICMAC analysis revealed the interrelationships among variables and categorized them into five broader classifications: influential variables (low dependence, high influence) as root drivers of the system, often external or environmental; dual or risk variables (highly influential and highly dependent) as triggers of systemic instability; target variables (high dependence) representing final outcomes, such as “financing resilience”; independent variables (low connectivity) with limited links to others; and regulatory variables

(intermediary) that play supporting or moderating roles in the system.

### **Conclusion**

In this study, the Cross-Impact Analysis (MICMAC) method, combined with a theoretical literature review, was employed to identify and analyze the variables and indicators influencing the resilience of the social–ecological system. A direct impact matrix was constructed based on questionnaire data, evaluating 142 key relationships. The results revealed that indicators such as local community skills, gender equality, reliance on indigenous knowledge, quality media content, adherence to customary systems, improved learning conditions, and cooperation exerted the greatest influence. Key and strategic variables included improving the rural business environment, enhancing local community skills, diversifying income sources, ensuring the continuity of agriculture and livestock activities, and securing financing in the field of resilience. These variables are closely tied to public participation and self-organization, thereby contributing to adaptive capacity, social justice, and cultural cohesion. Foresight analysis further confirmed that improving the business environment, strengthening skills, and diversifying income serve as driving forces for resilience, while financing represents a vital dual-natured factor that can significantly enhance resilience if effectively managed. In addition, climate change adaptation, cultural heritage preservation, and regulatory variables such as strengthening financial capital and improving learning conditions play a supportive role in sustaining the system. Together, these variables provide a robust foundation for designing scenarios and strategies aimed at strengthening resilience

### **Funding**

There is no funding support.

### **Authors' Contribution**

Given that this article is an extract from a doctoral dissertation, the contribution and role of the first author was as a student of the dissertation, the second and third author as a supervisor.

### **Conflict of Interest**

Authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

We are grateful to the scientific consultant of this paper

## ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های تاب‌آوری نظام اجتماعی – اکولوژیک در مواجهه با تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز طالقان

نفیسه فخارایزدی<sup>۱</sup>، مهدی قربانی<sup>۲\*</sup>، حسین آذرنبوند<sup>۳</sup>، محمد جعفری<sup>۴</sup>، حمید امیرنژاد<sup>۵</sup>، حسین آزادی<sup>۵</sup>

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. نویسنده مسئول، استاد، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳. استاد، گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۴. استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۵. استاد، گروه اقتصاد و توسعه روستایی، گمبلوکس آگروبیو تک، دانشگاه لیژ، گمبلوکس، بلژیک.

تاریخ انتشار:  
۱۴۰۴/۰۶/۳۰

تاریخ پذیرش:  
۱۴۰۴/۰۴/۰۹

تاریخ بازنگری:  
۱۴۰۴/۰۳/۲۸

تاریخ دریافت:  
۱۴۰۴/۰۱/۲۸

### اطلاعات مقاله چکیده

تغییرات کاربری اراضی یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت منابع طبیعی است که تحت تأثیر ترکیبی از عوامل اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سیاست‌گذاری قرار دارد. این تغییرات در بسیاری از مناطق، به‌ویژه نواحی کوهستانی و اکولوژیکی حساس، موجب کاهش زمین‌های کشاورزی و مراتع و افزایش اراضی انسانی ساخت و شهری شده است. در حوزه آبخیز طالقان، فشار ناشی از رشد جمعیت، توسعه گردشگری، تغییرات اقلیمی و بهره‌برداری نامناسب از منابع، تعادل نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک را تهدید کرده و پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی منطقه را با چالش مواجه ساخته است. این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر خدمات اکوسیستم و تاب‌آوری نظام اجتماعی-اکولوژیک انجام شده و از روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستم استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تغییرات کاربری اراضی منجر به تضعیف خدمات زیست‌محیطی و کاهش تاب‌آوری جامعه در برابر شوک‌ها و مخاطرات شده است. تحلیل سناریوها که با استفاده از نرم افزار میک‌مک و سناریویزارد انجام شد بیانگر آن است که اعمال سیاست‌های پایدار مدیریت زمین، تقویت مشارکت جوامع محلی، و اجرای برنامه‌های احیای اکوسیستم می‌تواند نقش مهمی در ارتقای تاب‌آوری و پایداری منطقه ایفا کند. در نهایت، نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مبنایی علمی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی توسعه پایدار در مناطق مشابه مورد استفاده قرار گیرد و بر اهمیت رویکردهای یکپارچه در مدیریت کاربری اراضی و منابع طبیعی تأکید می‌کند.

دوره ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۴  
مقاله پژوهشی  
صص ۱۷۹-۱۹۷

کلید واژه‌ها: تاب‌آوری، اثرات متقابل، تغییر کاربری اراضی، طالقان

[mehghorbani@ut.ac.ir](mailto:mehghorbani@ut.ac.ir)

\*نویسنده مسئول:

ارجاع به این مقاله: فخارایزدی، نفیسه؛ قربانی، مهدی؛ آذرنبوند، حسین؛ جعفری، محمد؛ امیرنژاد، حمید؛ و آزادی، حسین. (۱۴۰۴). ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های تاب‌آوری نظام اجتماعی – اکولوژیک در مواجهه با تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز طالقان، دو فصلنامه تحقیقات ترویج و توسعه روستایی ۳(۱)، ۱۷۹-۱۹۷.

 <https://doi.org/10.30470/jrdes.2025.2068750.1088>



2821-2266 © University of Zanjan.

This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## مقدمه

تغییر کاربری اراضی در دهه‌های اخیر به یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در سطح جهان و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است. این پدیده اغلب تحت تأثیر عواملی چون رشد جمعیت، توسعه نامتوازن شهری، افزایش تقاضا برای زمین‌های مسکونی و کشاورزی، فشارهای اقتصادی و ضعف در نظام‌های برنامه‌ریزی و مدیریتی رخ می‌دهد. در ایران نیز تغییر کاربری اراضی به‌ویژه در مناطق کوهستانی و حساس، ابعاد گسترده‌ای یافته و پیامدهای متعددی بر پایداری منابع طبیعی، خدمات اکوسیستمی و معیشت جوامع محلی به‌جای گذاشته است.

حوزه آبخیز طالقان، به‌عنوان بخشی از دامنه‌های جنوبی البرز، نمونه بارزی از مناطقی است که طی سال‌های اخیر با این پدیده روبه‌رو بوده است. ویژگی‌های خاص این منطقه از جمله موقعیت جغرافیایی، چشم‌اندازهای طبیعی، منابع آب غنی و شرایط آب‌وهوایی مناسب، سبب شده تا طالقان در سال‌های اخیر با موج گسترده‌ای از تغییر کاربری اراضی مواجه گردد. توسعه بی‌رویه ساخت‌وسازهای مسکونی و ویلاسازی، تبدیل اراضی کشاورزی و مرتعی به کاربری‌های غیرزراعی، تخریب پوشش گیاهی و افزایش بهره‌برداری ناپایدار از منابع آب و خاک، مهم‌ترین تغییرات رخ داده در این منطقه به‌شمار می‌روند. این تحولات نه‌تنها موجب افت کیفیت خدمات اکوسیستم شده، بلکه تعادل طبیعی منطقه را بر هم زده و زمینه بروز چالش‌های متعددی از جمله کاهش تنوع زیستی، افزایش فرسایش خاک، افت سطح آب‌های زیرزمینی و تهدید امنیت معیشتی جوامع محلی را فراهم آورده است.

با توجه به چنین شرایطی، پرسش اصلی این است که چگونه می‌توان توانایی نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک<sup>۱</sup> را در مواجهه با این تغییرات ارزیابی و ارتقا داد؟ پاسخ به این پرسش در چارچوب مفهوم «تاب‌آوری» امکان‌پذیر است؛ مفهومی که امروزه به یکی از رویکردهای کلیدی در علوم پایداری و مدیریت منابع طبیعی تبدیل شده است.

مفهوم تاب‌آوری نخستین بار توسط هولینگ (۱۹۷۳) در حوزه بوم‌شناسی معرفی شد و به توانایی یک سیستم برای حفظ ساختار و عملکرد خود در برابر اختلالات و بازگشت به وضعیت اولیه یا رسیدن به وضعیت پایدار جدید اشاره داشت. این تعریف در دهه‌های بعدی تکامل یافت و امروزه تاب‌آوری به‌عنوان ظرفیتی پویا و چندبعدی شناخته می‌شود که ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و حتی نهادی را در بر می‌گیرد. تاب‌آوری نه‌تنها به توانایی یک نظام برای مقاومت در برابر شوک‌ها اشاره دارد، بلکه ظرفیت آن برای یادگیری، سازگاری، نوآوری و تحول نیز مورد توجه قرار می‌گیرد (Walker et al., Berkes & Folke, 1998; Walker & Salt, 2012; Folke, 2004, 2006).

نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک (SES) چارچوبی مفهومی برای درک ارتباط تنگاتنگ میان انسان و طبیعت فراهم می‌کنند. این نظام‌ها متشکل از سه زیرسیستم اصلی اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی هستند که در تعامل مداوم با یکدیگر قرار دارند (Nettier et al., 2017; Bousquet & Mathevet, 2019). تغییر در هر یک از این زیرسیستم‌ها می‌تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر سایر اجزا داشته باشد. به‌عنوان مثال، تخریب پوشش گیاهی و تغییر کاربری اراضی کشاورزی نه‌تنها بر خدمات اکوسیستم و تنوع زیستی تأثیر می‌گذارد، بلکه امنیت معیشتی کشاورزان، پایداری اجتماعی جوامع محلی و حتی الگوهای مهاجرت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در چنین شرایطی، تاب‌آوری به‌عنوان ویژگی کلیدی این نظام‌ها مطرح می‌شود که توانایی آنها را برای پیش‌بینی، سازگاری و تحول در مواجهه با تغییرات و شوک‌ها مشخص می‌کند.

تحقیقات اخیر در زمینه تاب‌آوری نشان می‌دهد که این مفهوم فراتر از یک ویژگی ایستا و صرفاً دفاعی است و به‌عنوان یک رویکرد استراتژیک در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری توسعه پایدار مطرح می‌شود. تاب‌آوری می‌تواند به‌عنوان پلی میان پژوهش‌های علمی و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی عمل کرده و ابزاری برای ارتقای ظرفیت جوامع در مواجهه با بحران‌ها و تغییرات فراهم سازد (Folke et al.,

(Walker et al., 2004; Scheffer, 2015; 2010).

با وجود اهمیت تاب‌آوری، یکی از چالش‌های اساسی در سنجش و ارزیابی آن، دشواری شناسایی و تحلیل روابط پیچیده میان مؤلفه‌های مختلف است. روش‌های متعارف ارزیابی تاب‌آوری عمدتاً مبتنی بر شاخص‌های خطی و ایستا هستند و نمی‌توانند پویایی‌ها و تعاملات درونی سیستم‌های اجتماعی-اکولوژیک را بازنمایی کنند (Cutter et al., 2008). این محدودیت سبب می‌شود که درک کاملی از سازوکارهای درونی سیستم به دست نیاید و بسیاری از روابط غیرخطی و اثرات متقابل میان متغیرها نادیده گرفته شود. برای غلبه بر این مشکل، استفاده از رویکردهای سیستمی و آینده‌پژوهی ضرورت دارد. روش تحلیل اثرات متقابل ۱ که نخستین بار توسط گوردون و هلمر توسعه یافت و (Gorden & Song, 2012) یکی از ابزارهای مهم در این زمینه است. این روش با شناسایی و تحلیل روابط علی-معلولی میان متغیرها، امکان مدل‌سازی روابط پیچیده و غیرخطی را فراهم می‌کند و قادر است متغیرهای کلیدی و پیشران‌های اثرگذار بر آینده سیستم را شناسایی نماید (Janzing et al., 2013). از طریق این روش می‌توان دریافت که چگونه تغییر در یک عامل می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر سایر عوامل تأثیر بگذارد و در نهایت مسیر آینده سیستم را شکل دهد. کاربرد این روش در مطالعات تاب‌آوری نشان داده است که بسیاری از عوامل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نه‌تنها به‌صورت منفرد، بلکه از طریق اثرگذاری متقابل بر یکدیگر، تعیین‌کننده پایداری و مسیر آینده سیستم‌ها هستند. به‌عنوان مثال، سرمایه اجتماعی و مشارکت جوامع محلی می‌تواند تاب‌آوری اکولوژیک را تقویت کند و در مقابل، تخریب منابع طبیعی ممکن است به تضعیف سرمایه اجتماعی و بروز تعارضات اجتماعی منجر شود. بنابراین، تحلیل اثرات متقابل می‌تواند به درک جامع‌تر از روابط پیچیده و چندلایه میان مؤلفه‌های تاب‌آوری کمک کند.

در این راستا، پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل اثرات متقابل معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک در مواجهه با تغییر کاربری اراضی در حوزه آبخیز طالقان انجام شده است. این مطالعه می‌کوشد مجموعه‌ای از شاخص‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و اکولوژیک را در بستر خاص منطقه‌ای استخراج و تحلیل نماید تا چارچوبی بومی برای ارزیابی و ارتقای تاب‌آوری ارائه دهد. نوآوری این پژوهش در چند محور دارای اهمیت است: تمرکز بر سطح منطقه‌ای و بومی؛ برخلاف بسیاری از مطالعات که عمدتاً به تاب‌آوری اکوسیستم‌های شهری یا خدمات اکوسیستمی می‌پردازند، این پژوهش بر نظام اجتماعی-اکولوژیک در یک حوزه آبخیز حساس متمرکز شده است. استفاده از روش تحلیل اثرات متقابل: این روش امکان شناسایی روابط پیچیده میان متغیرها را فراهم کرده و از محدودیت‌های روش‌های خطی فراتر می‌رود. ترکیب تحلیل نظری و آینده‌پژوهی: نتایج حاصل نه‌تنها برای شناسایی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری به کار می‌روند، بلکه در تدوین سناریوهای آینده و ارائه راهکارهای سیاستی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

انتظار می‌رود یافته‌های این پژوهش بتواند به‌عنوان ابزاری تحلیلی و کاربردی در اختیار نهادهای تصمیم‌گیر و مدیران منطقه‌ای قرار گیرد. از یک‌سو، با شناخت بهتر متغیرهای کلیدی و پیشران‌های اثرگذار، امکان طراحی سیاست‌ها و برنامه‌های هماهنگ برای کاهش آسیب‌پذیری فراهم می‌شود و از سوی دیگر، با ترسیم آینده‌های محتمل، بستری برای برنامه‌ریزی پایدار و مدیریت هوشمندانه منابع طبیعی ایجاد خواهد شد. در نهایت، این پژوهش می‌کوشد با پیوند دادن مبانی نظری تاب‌آوری به مسائل عملی تغییر کاربری اراضی در طالقان، گامی در جهت بهبود تاب‌آوری و پایداری نظام‌های اجتماعی-اکولوژیک بردارد. رویکرد ارائه‌شده می‌تواند الگویی برای سایر مناطق کشور نیز باشد که با پدیده تغییر کاربری اراضی و تهدیدات ناشی از آن مواجه‌اند.

## روش پژوهش

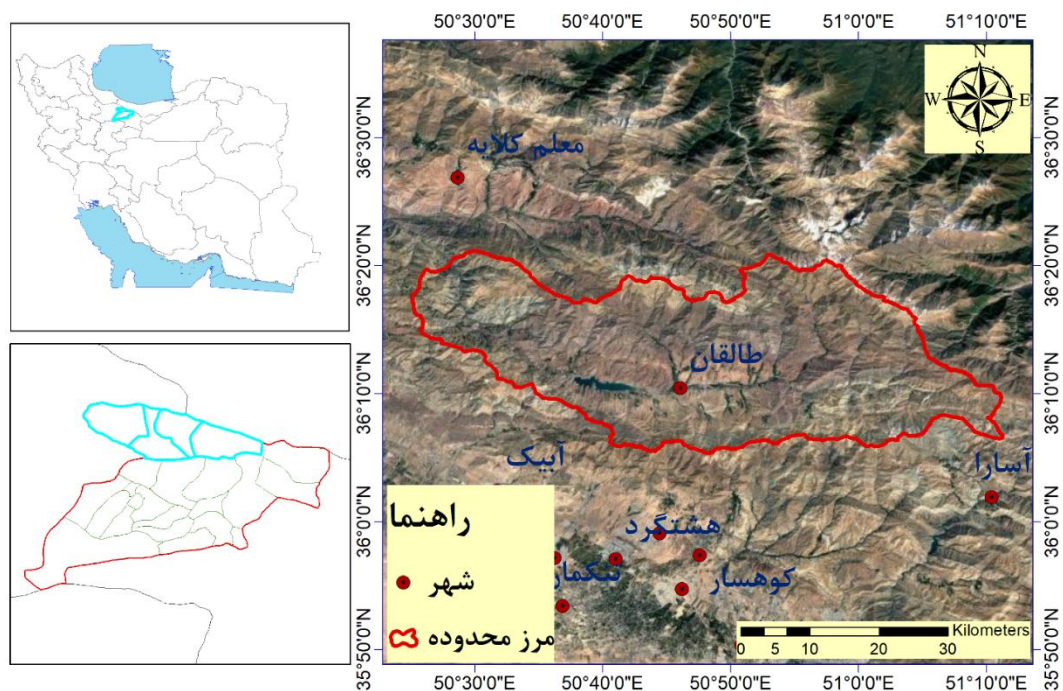
### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی یعنی شهرستان طالقان دارای تنوع قابل توجهی در اشکال زمین‌ریخت‌شناسی و کاربری‌های اراضی است. این

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۱، ۱۷۹-۱۹۷، بهار و تابستان ۱۴۰۴

منطقه شامل ارتفاعات متنوع، دره‌های عمیق، دامنه‌های بلند و پرشیب، به‌همراه مراتع طبیعی، چراگاه‌های کوهستانی، علفزارها و همچنین سطوح زیر کشت آبی و دیم، باغات، فضاها شهری و روستایی و برخی مناطق دارای فعالیت‌های صنعتی می‌باشد (Jozdani et al, 2019). مساحت این منطقه حدود ۱۴۰۰ کیلومتر یکی از شهرستانهای تابعه استان البرز (کرج) بوده است. منطقه طالقان از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین مختصات ۵ دقیقه و ۳۶ درجه تا ۲۳ دقیقه و ۳۶ درجه عرض شمالی و ۲۰ دقیقه و ۵۰ درجه تا ۱۰ دقیقه و ۵۱ درجه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱).

این منطقه حدوداً متشکل از هشتاد روستای کوهستانی است. این منطقه در غرب تهران واقع شده است که از شرق به روستای گراب و گردنه عسلک محدود می‌شود که به محور ارتباطی چالوس متصل است. در منتهی‌الیه غربی، این منطقه به روستای پرکه و گردنه انگه می‌رسد که در ادامه به نواحی الموت و استان قزوین ختم می‌گردد. از سمت جنوب، طالقان با شهرستانک، برغان و کردان هم‌مرز است و در غرب نیز به توابع استان قزوین محدود می‌شود. فاصله هوایی این منطقه تا شهر تهران حدود ۱۰۰ کیلومتر است. طالقان منطقه‌ای کوهستانی با توپوگرافی متنوع و عمدتاً پرشیب و صعب‌العبور است. بلندترین ارتفاعات آن در محدوده کوه‌های نزارکوه در شمال منطقه قرار دارد که بیش از ۴۳۰۰ متر از سطح دریاهاى آزاد ارتفاع دارند. میانگین ارتفاع کل منطقه نیز حدود ۲۴۶۵ متر از سطح دریا برآورد می‌شود. میانگین دمای سالیانه منطقه حدود ۴/۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، حداقل مطلق و حداکثر مطلق درجه حرارت سالانه به ترتیب ۳۰/۵ و ۳۸/۵ درجه سانتیگراد بوده و اقلیم منطقه براساس روش دومارتن فراسرد ارتفاعی محاسبه شده است. بیشترین میزان بارندگی ماهانه در فروردین با ۷۲/۵ میلی‌متر و کمترین میزان آن در مرداد ماه با ۵ میلی‌متر بارش گزارش شده است. خاک منطقه در رده انتی سول و اینسپتی سول قرار گرفته است (Arzani et al, 2005).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

گام نخست در بررسی اثرات متقابل، شناسایی رخدادهای مورد مطالعه است. این مرحله نقش مهمی در پیشبرد و موفقیت پژوهش ایفا می‌کند. بدیهی است که عوامل بی‌ارتباط با مجموعه رخدادها باید کنار گذاشته شوند، زیرا در نظر گرفتن آن‌ها می‌تواند فرایند تحلیل را پیچیده‌تر و دشوارتر سازد.

تحلیل اثر متقابل یک رویکرد نیمه‌کمی و ابزاری پژوهشی حیاتی در حوزه‌ی آینده‌نگاری محسوب می‌شود که به بررسی و شناسایی روابط پیچیده میان عناصر مختلف در یک سیستم می‌پردازد. تحلیل ماتریس متقاطع (اثر متقابل) با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک در ۵

ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های.../ فخار ایزدی و همکاران

مرحله اصلی انجام می‌شود که شامل شناسایی و فهرست بندی پیشران‌ها یا متغیرهای کلیدی به عنوان روندهای اصلی مربوط به گام اول نرم‌افزار هست مرحله بعدی ایجاد ماتریس مربعی  $n \times n$  بر اساس تعداد پیشران‌های شناسایی شده است و بعد از آن ارزیابی میزان تاثیر هر پیشران بر سایر پیشران‌ها با استفاده از مقیاس ۰ تا ۳ است. در قسمت تحلیل نتایج نرم‌افزار جمع هر ردیف نشان‌دهنده قدرت تاثیرگذاری متغیر و جمع هر ستون نشان‌دهنده تاثیرپذیری هر متغیر است. قسمت نمودار نرم‌افزار نیز می‌توان نمودار دوبعدی با محورهای تاثیرگذاری و تاثیرپذیری برای نمایش موقعیت نسبی متغیرها ترسیم کرد.

یکی از پارامترهای اصلی در این روش، ماتریس تأثیرات مستقیم ۱ است که روابط مستقیم بین متغیرها را نشان می‌دهد. این ماتریس توسط کارشناسان و در جلسات هم‌اندیشی تکمیل می‌شود و شدت روابط بین متغیرها را بر اساس مقیاس تعیین شده مشخص می‌کند. در ماتریس تأثیرات غیر مستقیم ۲ به روابط غیر مستقیم بین متغیرها پرداخته می‌شود. که به معنای تاثیر یک متغیر بر متغیر دیگر از طریق متغیر حد واسط است. خروجی مربوط به نرم‌افزار میک‌مک به عنوان ورودی نرم‌افزار سناریوویزارد محسوب می‌شود. پس از مشخص شدن پیشران‌های کلیدی، به منظور ارائه سناریوهای مربوط به آن، داده‌های مربوط به آن را به نرم افزار سناریوویزارد منقل می‌کند (کاوایانی راد و همکاران، ۱۳۹۹؛ قزلباش همکاران، ۱۳۹۴؛ Weimer 2006؛ Elfving, 2022).

متغیر و شاخص‌ها

پس از مرور مبانی نظری و پیشینه مطالعاتی تحقیق به منظور طراحی پرسشنامه برای گردآوری داده‌ها، در ادامه متغیرها و شاخص‌هایی همراه با یک مورد از گویه‌های آن ارائه شدند.

جدول ۱. معیار و مولفه‌های پژوهش (Panpakdee and Limnirankul, 2018)

معیار	مولفه	گویه
	آمادگی برای رویدادهای غیرقابل پیش بینی	در کل میزان سواد در میان کشاورزان و دامداران این روستا نسبت به گذشته بالاتر رفته است (سطح آموزشی)
یادگیری زندگی توام با تغییر و عدم قطعیت	سرمایه گذاری معقول برای کاهش ریسک	برای مسائل تامین مالی، مقابله با حوادث و بلایای طبیعی نسبت به سال‌های گذشته وضع بهتر شده (سرمایه‌گذاری در ابزار و ادوات مربوط به فعالیت های کشاورزی و دامی).
	دانش استفاده از منابع مشابه	در جوامع محلی از مراتع به شکل پایداری استفاده کرده و دانش آنها اجازه تخریب را نمی‌دهد.
	داشتن ذهن باز و تمایل به ایجاد تغییرات	شبکه‌های اجتماعی و رسانه‌های مانند رادیو و تلویزیون از نظر کیفیت و تعداد به قدر مناسب می‌تواند پاسخگوی سوالات روستاییان باشد.
	تنوع زیستی	گونه‌های گیاهی منطقه از تنوع بالایی برخوردار است.
	تنوع فرصت های اقتصادی	فعالیت‌هایی چون زنبورداری، پرورش آبزیان، دامپروری و بهره برداری از گیاهان دارویی به عنوان منبع درآمد کمکی در بین اهالی روستا مرسوم است.
پرورش تنوع برای سازماندهی مجدد و بازسازی	تنوع منابع	دسترسی به منابع مالی چون وام‌های بانکی در جهت بهبود کسب و کارهای موجود در روستای ما تا حد قابل قبولی وجود دارد.
	تنوع اطلاعات	دسترسی اهالی روستا به منابع اطلاعاتی مانند شبکه‌های مجازی، کارگاه‌های ترویجی و رسانه تا حدی مطلوب است.
	تنوع روابط مشارکتی	نسبت به گذشته اهالی روستای ما در زمینه راه اندازی کسب و کارها موفق تر عمل می‌کنند (تنوع شبکه‌های مشارکتی)
	کسب علم و دانش بومی	دانش بومی روستا ما توسط دستگاه‌های اجرایی منطقه محترم شمرده می‌شود (دانش با رویکرد پایین به بالا)
دانش مختلف انواع ترکیب برای یادگیری	اکتسابی دانش	بسترهای آموزشی زیادی مانند کارگاه‌های ترویجی برای یادگیری وجود دارد (رویکردهای مختلف یادگیری)
	سازگاری ظرفیت	اهالی روستا از محصولات خام فرآوری‌های متنوعی مانند محصولات بهداشتی، صنایع دستی و محصولات لبنی و... تهیه می‌کنند (ارزش افزوده محصولات).

معیار	مؤلفه	گویه
	یادگیری برای دسترس در زمان	کارهای کشاورزی و دامپروری در منطقه علیرغم مشکلات سالهای اخیر با قوت خوبی انجام می‌شود (تمام وقت بودن).
خود ایجاد فرصت برای سازماندهی و	جامعه سطح	مشارکت و احساس همدلی بین اهالی روستای ما قابل توجه است (تبادل دو طرفه نیروی کار)
پیوندهای فرامقیاسی	فرامقیاسی سطح دولتی به سازمانهای دسترسی	نسبت به سالهای گذشته کمک‌های دولتی چون بیمه محصولات کشاورزی، دامپروری و اعطای وام و تسهیلات بهتر شده است (حمایت مطلوب دولت)

### داده‌ها و ابزار گردآوری اطلاعات

جمع‌آوری اطلاعات در دو بخش اصلی انجام شده است. در بخش نخست، با بررسی پژوهش‌ها و مطالعات مرتبط از جمله مقالات علمی، کتاب‌ها، طرح‌های ملی و منطقه‌ای و همچنین وب‌سایت‌های معتبر، مبانی نظری و پیشینه تحقیق تدوین گردید. این مرحله به شناسایی متغیرها و شاخص‌های مرتبط کمک کرد در کنار این داده‌ها، اطلاعات میدانی نیز از طریق پرسشنامه گردآوری شد. بعد از اتمام جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از تنظیم و توزیع پرسشنامه، مهم‌ترین مبحث درباره اعتبار و قابلیت اعتماد یافته‌هاست. بنابراین دو مقیاس روایی و پایایی مطرح می‌شوند. یکی از روش‌های سنجش پایایی پرسشنامه‌ای که با استفاده از طیف لیکرت تهیه شده، استفاده از شاخص آلفای کرونباخ است. برای آنکه پایایی سوالات یک پرسش‌نامه مورد قبول باشند، آلفای کرونباخ آن‌ها باید بزرگتر از ۰/۷ باشد. که در این تحقیق برای سنجش و اطمینان از مناسب بودن سوالات پرسشنامه ابتدا یک پیش‌تست با ۳۰ درصد جمعیت ذینفعان محلی از هر روستا انجام شد و پس از انجام پیش‌آزمون، بازبینی توسط اساتید و نخبگان صورت گرفته و روایی آنها مورد تایید قرار گرفت. پایایی پرسشنامه هم توسط ضریب آلفای کرونباخ عدد بزرگتر از ۰/۷ بدست آمد. مقادیر شاخص پایایی نیز برای تمامی سازه‌ها بالاتر از ۰/۶ است، که نشان‌دهنده پایایی مناسب سازه‌ها است در نتیجه پرسشنامه از پایایی و روایی مناسب برخوردار است. جامعه آماری مورد مطالعه در پژوهش حاضر براساس تعداد بهره‌برداران (دامدار، باغدار و کشاورز) در هر روستا تعیین شد و براساس فرمول کوکران حجم جامعه آماری تعیین شد که تعداد ۱۰۵ نفر پرسشنامه را تکمیل کردند. طبقه‌بندی شاخص‌های موثر در تاب‌آوری نظام اجتماعی-اکولوژیک در چارچوب یک ماتریس ۱۸\*۱۸ انجام شد. به این منظور ۱۸ متغیر وارد نرم افزار میک‌مک<sup>۱</sup> شد و بعد از آن اقدام به تعریف هر کدام از متغیرها شد و سپس با تشکیل ماتریس اثرات متقاطع در گام بعدی، از متخصصان خواسته شد تا به امتیازدهی شاخص‌های مورد بررسی برحسب میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آنها بپردازند.

در ابتدای امر متغیرها و عوامل تاثیرگذار در زمینه تاب‌آوری نظام اجتماعی-اکولوژیک با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نتایج حاصل از مراحل قبل که در قالب تحلیل محیطی قرار می‌گیرد به دست آمد. پس از شناسایی متغیرها و جمع‌آوری داده‌ها به کمک پرسشنامه ماتریس تحلیل اثرات بین صاحب نظران حوزه منابع طبیعی استان البرز که دارای تخصص و تجربه کافی پیرامون مسائل مرتبط با جوامع محلی و تاب‌آوری بودند، توزیع گردید و از ایشان خواسته شد تا در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع، متغیرها را بر مبنای میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آنها با اعدادی در طیف مقدار ۰ تا ۳ که در آن ۰ به معنای بدون تاثیر، ۱ به معنای تاثیر ضعیف، ۲ نشان‌دهنده تاثیر متوسط، ۳ به معنی تاثیر زیاد بسنجند. سپس امتیازها وارد ماتریس اثرات متقاطع شد تا در چارچوب نرم‌افزار میک‌مک نفوذ و وابستگی (به شکل مستقیم و غیرمستقیم) هر کدام از عوامل و متغیرهای زیرمجموعه آن با دیگر عوامل سنجیده شود و به عنوان خروجی با مشخص نمودن نیروهای پیشران کلیدی، نمودارهای لازم به دست آید؛ همچنین پس از شناسایی نیروهای پیشران کلیدی، با وارد کردن آنها در محیط نرم افزار میک‌مک، سناریوهای مرتبط در چارچوب ۱۸ عامل و ۳ حالت ممکن تصور شده در طیفی از مطلوبترین تا نا مطلوبترین وضعیت ممکن، در چارچوب سناریوهای مربوطه ارائه گردید.

شناسایی شاخص‌های اولیه و تشکیل ماتریس اثرات متقاطع در ابتدا ماتریس محاسبه اثرات متقاطع به دست می‌آید. براین اساس با

1. MICMAC (cross-impact matrix multiplication applied to classification)

ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های.../ فخارا یزدی و همکاران

توجه به معین بودن شاخص‌ها، نسبت تاثیرگذاری و تاثیرپذیری شاخص‌ها با استفاده از روش پرسشنامه توسط کارشناسان و خبرگان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تکمیل پرسشنامه‌ها در قالب ماتریس تهیه و در محیط نرم افزار میک مک ثبت شد. ماتریس تاثیرپذیری مستقیم شاخص‌ها تهیه شد. در ماتریس متقاطع، جمع اعداد سطرهای هر عامل، میزان تاثیرگذاری و جمع ستون، میزان تاثیرپذیری هر عامل از عوامل دیگر را نشان می‌دهد.

### نرم افزار میک مک

نرم‌افزار میک مک با هدف تسهیل تحلیل ساختاری توسعه یافته است و نام آن از عبارت فرانسوی مرتبط با ماتریس تحلیل اثرات متقابل گرفته شده است. این ابزار برای طبقه‌بندی متغیرها به کار می‌رود و میزان ارتباط میان آن‌ها را در مقیاسی از صفر تا سه ارزیابی می‌کند. در صورتی که تعداد متغیرهای شناسایی شده برابر  $n$  باشد، یک ماتریس  $n \times n$  از روابط میان این متغیرها تشکیل می‌شود. این ماتریس را می‌توان با نموداری متناظر نمایش داد که در آن، جهت تاثیرگذاری هر متغیر با پیکان‌هایی مشخص شده و شدت اثرگذاری به صورت عددی روی این پیکان‌ها نشان داده می‌شود. در مرحله پایانی، نرم‌افزار میک مک با استفاده از تحلیل توپولوژیکی متغیرها، قادر است عوامل کلیدی را شناسایی و اولویت‌بندی کند. تحلیل ساختاری در این نرم‌افزار شامل شش گام اساسی است که عبارتند از ایجاد درک سیستمی و ارزیابی پایداری یا ناپایداری سیستم، بررسی تأثیرات غیرمستقیم متغیرها، شناسایی پیشران‌های اصلی و عوامل مؤثر، کسب درک جامع از ساختار سیستم و پرهیز از تحلیل‌های سطحی و شناسایی متغیرهای ناپایدارکننده سیستم و ارزیابی محیطی با بررسی میزان اثرگذاری متغیرها می‌باشد (Kherde et al 2024؛ احمد، ۲۰۲۴).

تحلیل اثرات متقابل متغیرها در این نرم‌افزار از طریق نمودارها و مختصات خاصی انجام می‌شود که این مختصات به چهار ناحیه تقسیم شده‌اند. هر یک از این نواحی نشان‌دهنده میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری متغیرها از یکدیگر هستند. خروجی مدل تحلیل اثرات متقابل، شبکه‌ای از روابط میان متغیرها را نمایش می‌دهد. نرم‌افزار میک مک این قابلیت را دارد که این روابط را در قالب نمودارهای تخصصی ارائه کند و با امکانات تحلیلی خود، فرآیند بررسی ساختار سیستم را تسهیل نماید. به‌طور کلی، این نرم‌افزار خروجی‌های خود را در دو قالب ارائه می‌دهد: ماتریس آثار مستقیم متغیرها و نمودارهای مرتبط با آن و قالب دوم نمودارهای ساختاری و روابط میان متغیرها می‌باشد.

### یافته‌ها

نتایج حاصل از تکمیل پرسشنامه‌ها در قالب ماتریس تهیه و در محیط نرم افزار میک مک ثبت شد. ماتریس تاثیرپذیری مستقیم شاخصها تهیه شد. در ماتریس متقاطع، جمع اعداد سطرهای هر عامل، میزان تاثیرگذاری و جمع ستون، میزان تاثیرپذیری هر عامل از عوامل دیگر را نشان می‌دهد.

بعد از وارد کردن مقادیر مربوط به ارتباط هر دو متغیر باهم، ماتریس اثرات متقابل مستقیم تشکیل می‌شود. بر اساس این ماتریس، میزان وجود تأثیرات اندازه‌گیری می‌شود. تحلیل اولیه داده‌های ماتریس اثرات مستقیم در جدول ۱ ارائه شده است. منظور از تعداد تکرار در این جدول، تعداد اجرا شدن برنامه برای رسیدن به پایداری است. شاخص پایداری ماتریس در دو بار تکرار برابر ۴۳ درصد به دست آمده است که نشان می‌دهد ۴۳ درصد از متغیرها بر یکدیگر تاثیرگذار هستند.

جدول ۲. درجه مطلوبیت و بهینه شدگی ماتریس تاثیرات مستقیم

چرخش	تاثیرگذاری	تاثیرپذیری
۱	٪۹۶	٪۹۴
۲	٪۹۸	٪۱۰۰

برای درک بهتر میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری عوامل از نمودار استفاده می‌شود. شکل ۱، موقعیت شاخص‌های مورد ارزیابی را در

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۱، ۱۷۹-۱۹۷، بهار و تابستان ۱۴۰۴

تحلیل تاثیرات مستقیم نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۱ متغیرهایی که در محدوده کنش قرار دارند دارای بیشترین نفوذ و تأثیرپذیری، متغیرهایی که در محدوده گذار قرار دارند، دارای بیشترین نفوذ و کمترین تأثیرپذیری، متغیرهایی که در محدوده واکنش قرار دارند، دارای بیشترین تأثیرگذاری و کمترین تأثیرپذیری و متغیرهایی که در محدوده منفعل قرار دارند، دارای کمترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در منطقه مورد مطالعه هستند.

جدول ۳. خروجی ماتریس تاثیرگذاری و تاثیرپذیری

رتبه	برچسب	اثر مستقیم	برچسب	وابستگی مستقیم	برچسب	اثر غیرمستقیم	برچسب	وابستگی غیرمستقیم
۱	بهبود فضای کسب و کار	۷۰۶	تأمین مالی تاب‌آوری	۸۱۳	بهبود فضای کسب و کار	۶۹۶	تأمین مالی تاب‌آوری	۷۸۰
۲	مهارت‌های جوامع محلی	۶۸۵	بهبود فضای کسب و کار	۷۰۶	مهارت‌های جوامع محلی	۶۸۸	بهبود فضای کسب و کار	۶۹۳
۳	تنوع‌بخشی به منابع درآمدی	۶۶۳	تنوع‌بخشی به منابع درآمدی	۶۸۵	تأمین مالی تاب‌آوری	۶۶۷	تنوع‌بخشی به منابع درآمدی	۶۸۰
۴	تأمین مالی تاب‌آوری	۶۴۲	تقویت های سرمایه مالی روستا	۶۸۵	تنوع‌بخشی به منابع درآمدی	۶۵۹	تقویت سرمایه‌های مالی	۶۷۶
۵	پایبندی به نظام عرفی در بهره برداری از منابع طبیعی	۶۲۰	فعالیت‌های کشاورزی و دامداری	۶۴۲	تداوم فعالیت‌های کشاورزی و دامداری	۶۱۶	مهارت‌های جوامع محلی	۶۴۱
۶	تداوم فعالیت‌های کشاورزی و دامداری	۶۲۰	مهارت‌های جوامع محلی	۵۹۹	پایبندی به نظام عرفی در بهره برداری از منابع طبیعی	۶۰۸	تداوم فعالیت‌های کشاورزی و دامداری	۶۳۸
۷	بهبود شرایط یادگیری در روستا	۵۹۹	نظام عرفی در بهره برداری از منابع طبیعی	۵۷۸	بهبود شرایط یادگیری در روستا	۵۸۱	اتکا به دانش بومی	۵۸۰
۸	تغییر به های فناوری جدید کشاورزی و دامی	۵۵۶	بهبود شرایط یادگیری در روستا	۵۷۸	تغییر به های فناوری جدید کشاورزی و دامی	۵۵۸	پایبندی به نظام عرفی در بهره برداری از منابع طبیعی	۵۷۲
۹	تعاون و همکاری	۵۵۶	اتکا به دانش بومی	۵۵۶	تعاون و همکاری	۵۵۳	بهبود شرایط یادگیری در روستا	۵۶۳
۱۰	اتکا به دانش بومی	۵۳۵	منابع فیزیکی شامل منابع آب و خاک	۵۵۶	منابع فیزیکی مانند آب و خاک	۵۴۷	منابع فیزیکی مانند آب و خاک	۵۵۶

ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های.../ فخار ایزدی و همکاران

رتبه	برچسب	اثر مستقیم	برچسب	اثر غیر مستقیم	برچسب	وابستگی مستقیم	برچسب	وابستگی غیر مستقیم
۱۱	محتوای مطلوب رسانه‌های ارتباط جمعی	۵۳۵	محتوای مطلوب رسانه‌های ارتباط جمعی	۴۹۲	محتوای مطلوب رسانه‌های ارتباط جمعی	۵۰۴	محتوای مطلوب های ارتباط رسانه جمعی	
۱۲	خدمات اکوسیستمی روستا	۵۳۵	خدمات اکوسیستمی روستا	۴۹۲	خدمات اکوسیستمی روستا	۴۷۸	ارتباط بین نسلی	
۱۳	منابع فیزیکی مانند آب و خاک	۵۳۵	خدمات اکوسیستمی روستا	۴۷۱	اتکا به دانش بومی	۴۷۷	خدمات اکوسیستمی روستا	
۱۴	برابری جنسیتی در دریافت خدمات آموزشی	۴۹۲	تغییر به های فناوری جدید کشاورزی و دامی	۴۴۹	تقویت سرمایه‌های مالی	۴۶۶	تغییر به های جدید فناوری کشاورزی و دامی	
۱۵	تقویت های سرمایه مالی روستا	۴۹۲	زمینه سازگاری با تغییر اقلیم	۴۴۹	برابری جنسیتی در دریافت خدمات آموزشی	۴۶۵	زمینه سازگاری با تغییر اقلیم	
۱۶	زمینه سازگاری با تغییر اقلیم	۴۷۱	تأکید بر حفظ میراث فرهنگی	۴۲۸	زمینه سازگاری با تغییر اقلیم	۴۲۷	تعاون و همکاری	
۱۷	ارتباط بین نسلی	۴۴۹	تعاون و همکاری	۴۲۸	ارتباط بین نسلی	۴۱۸	تأکید بر حفظ میراث فرهنگی	
۱۸	تاکید بر حفظ میراث فرهنگی	۲۹۹	برابری جنسیتی در دریافت خدمات آموزشی	۳۸۵	تأکید بر حفظ میراث فرهنگی	۳۷۷	برابری جنسیتی در دریافت خدمات آموزشی	

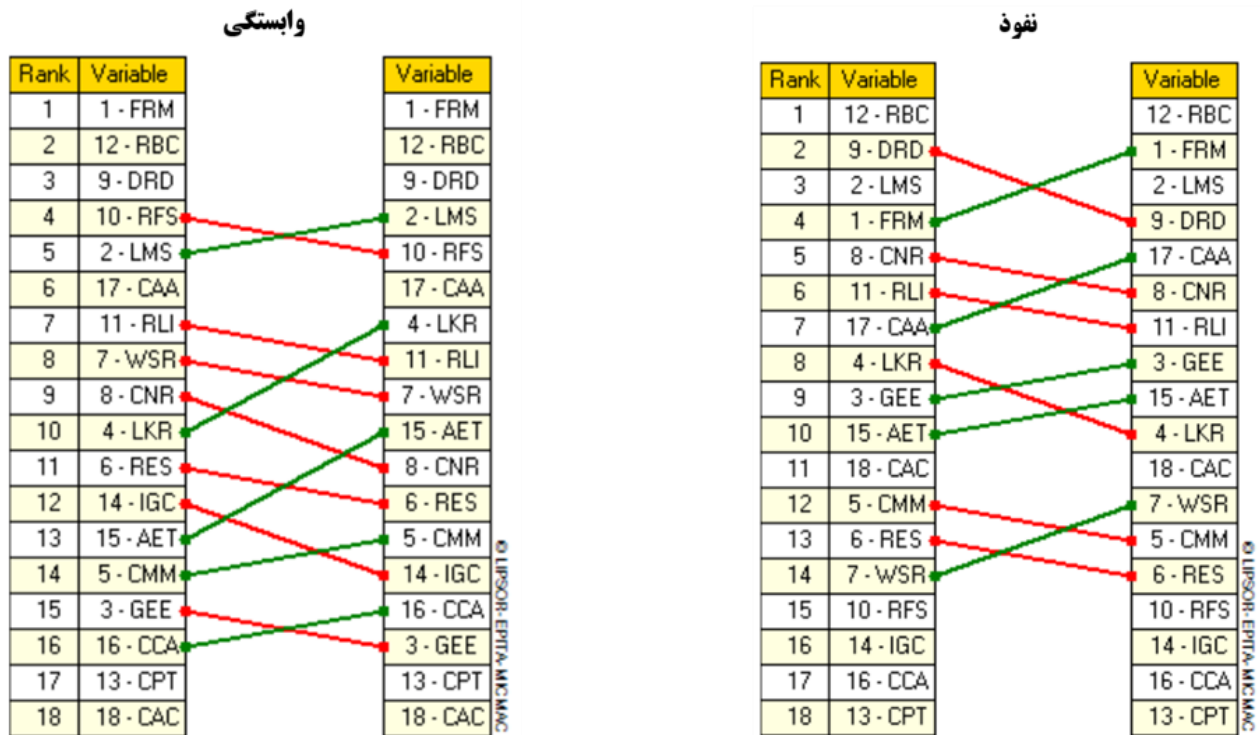
### رتبه بندی متغیرها بر اساس نفوذ و وابستگی

رتبه‌بندی متغیرها بر اساس نفوذ (قدرت تأثیرگذاری یک متغیر بر سایر متغیرها) و وابستگی (میزان تأثیرپذیری یک متغیر از سایرین) نشان‌دهنده جایگاه هر متغیر در پویایی سیستم است. این رتبه‌بندی معمولاً از طریق ماتریس اثرات متقاطع در تحلیل میک‌مک استخراج می‌شود، که در آن نفوذ: مجموع امتیازات یک متغیر در ردیف ماتریس، نشان‌دهنده میزان تأثیر آن بر سایر متغیرها. وابستگی: مجموع امتیازات یک متغیر در ستون ماتریس، نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری آن از سایر متغیرها. نتایج نشان می‌دهد که بهبود فضای کسب‌وکار بالاترین نفوذ را دارد، یعنی کلیدی‌ترین محرک سیستم است. تامین مالی تاب‌آوری بالاترین وابستگی را دارد، یعنی نتیجه نهایی یا خروجی سیستم است. متغیرهای دیگر مانند تنوع‌بخشی به منابع درآمدی، تقویت سرمایه‌های مالی، و مهارت‌های جوامع محلی در اولویت‌های بعدی وابستگی قرار دارند، که نشان‌دهنده نقش واسطه‌ای یا حساس آن‌ها در سیستم است. این رتبه‌بندی حاکی از یک سیستم ناپایدار است، زیرا متغیرهای کلیدی (مانند بهبود فضای کسب و کار هم نفوذ بالا دارند و هم به سایر متغیرها وابسته‌اند، که

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۱، ۱۷۹-۱۹۷، بهار و تابستان ۱۴۰۴

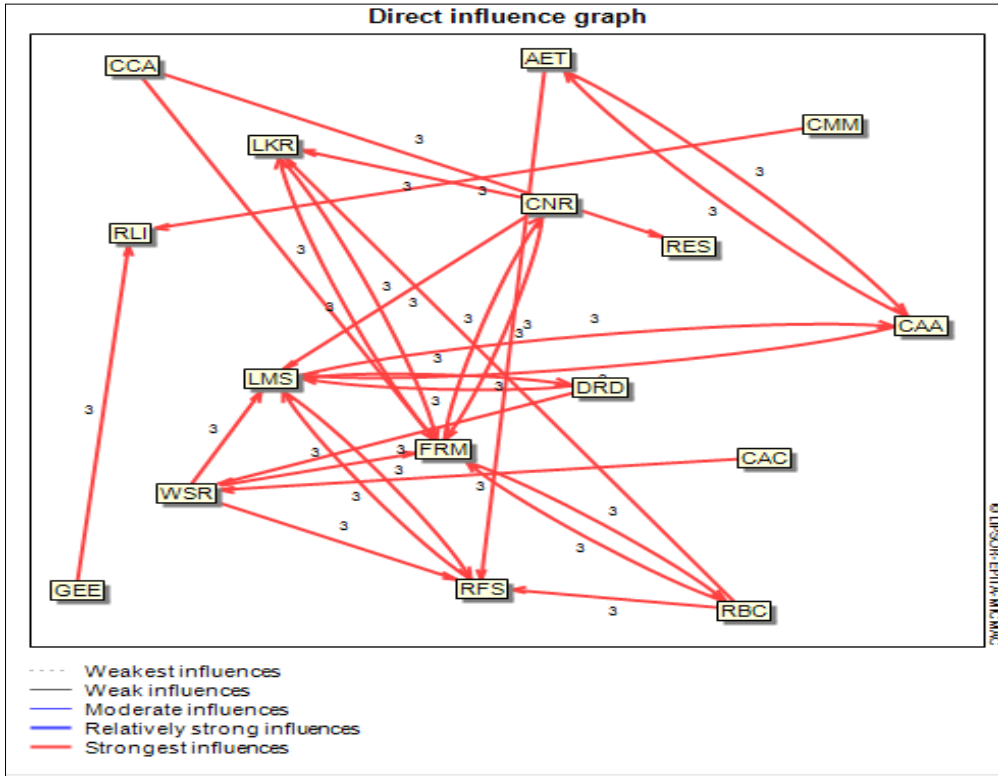
حلقه‌های بازخورد قوی (بومرنگی) ایجاد می‌کند.

بهبود فضای کسب‌وکار در صدر متغیرهای تأثیرگذار قرار دارد. این یعنی بهبود فضای کسب و کار محرک اصلی سیستم است و تغییرات در آن می‌تواند زنجیره‌ای از اثرات را در کل سیستم ایجاد کند. بهبود فضای کسب‌وکار شامل عواملی مثل ثبات اقتصادی، سیاست‌های حمایتی، دسترسی به بازار، و کاهش موانع بوروکراتیک است. این متغیر به طور مستقیم بر متغیرهای دیگر مثل تامین مالی، تنوع‌بخشی به منابع درآمدی، و مهارت‌های جوامع محلی تأثیر می‌گذارد. مثلاً: یک فضای کسب‌وکار پایدار (مثل کاهش مالیات یا ارائه وام‌های کم‌بهره) سرمایه‌گذاری را تشویق می‌کند، که به افزایش تامین مالی تاب‌آوری منجر می‌شود. سیاست‌های مناسب می‌تواند آموزش مهارت‌های محلی را تسهیل کند، مثلاً از طریق برنامه‌های دولتی. ایجاد بازارهای جدید می‌تواند تنوع درآمدی (DRD) را تقویت کند، مثل حمایت از گردشگری یا صنایع محلی. حلقه‌های بازخورد RBC: به دلیل نفوذ بالا می‌تواند حلقه‌های مثبت (تقویت‌کننده) یا منفی (تضعیف‌کننده) ایجاد کند. برای مثال: حلقه مثبت: بهبود → RBC → افزایش سرمایه‌گذاری → رشد اقتصادی → تقویت → FRM → تاب‌آوری بیشتر. حلقه منفی: فضای کسب‌وکار ناپایدار (مثل تحریم‌ها یا بی‌ثباتی سیاسی) → کاهش سرمایه‌گذاری → خروج سرمایه → کاهش → FRM → فروپاشی اقتصادی. چالش‌ها RBC: اغلب تحت تأثیر عوامل خارجی (مثل سیاست‌های کلان یا بازارهای جهانی) است که کنترل آن‌ها برای جوامع محلی دشوار است. این موضوع آن را به یک متغیر محیطی با نفوذ بالا اما قابلیت کنترل پایین تبدیل می‌کند.

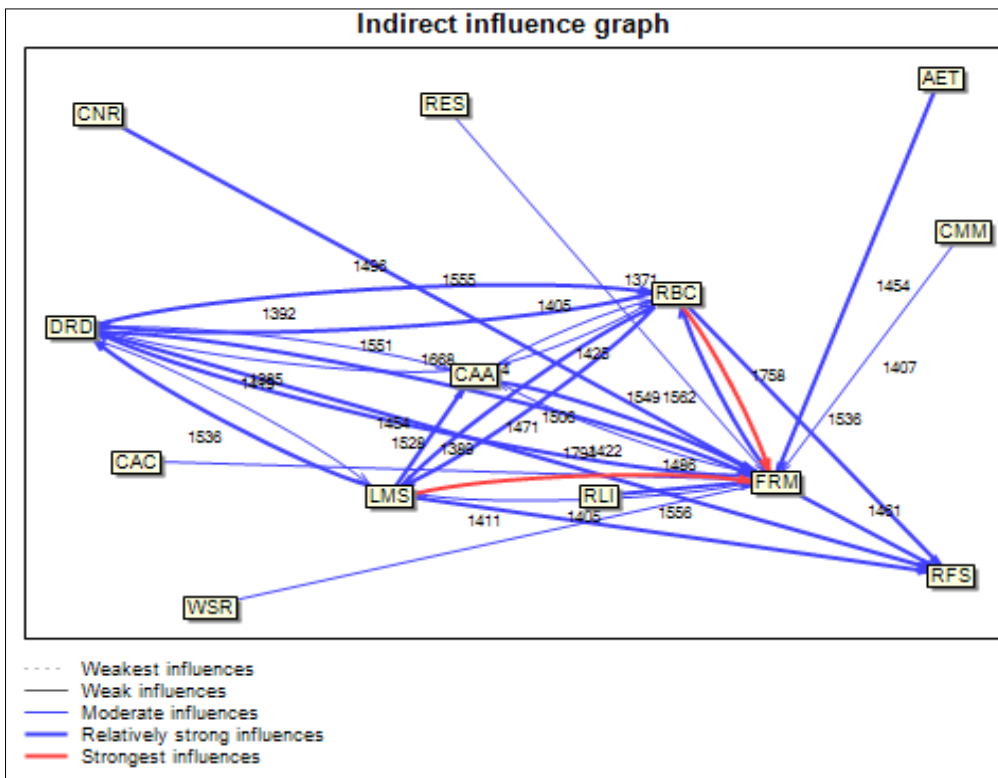


شکل ۱. رتبه‌بندی متغیرها براساس نفوذ و وابستگی

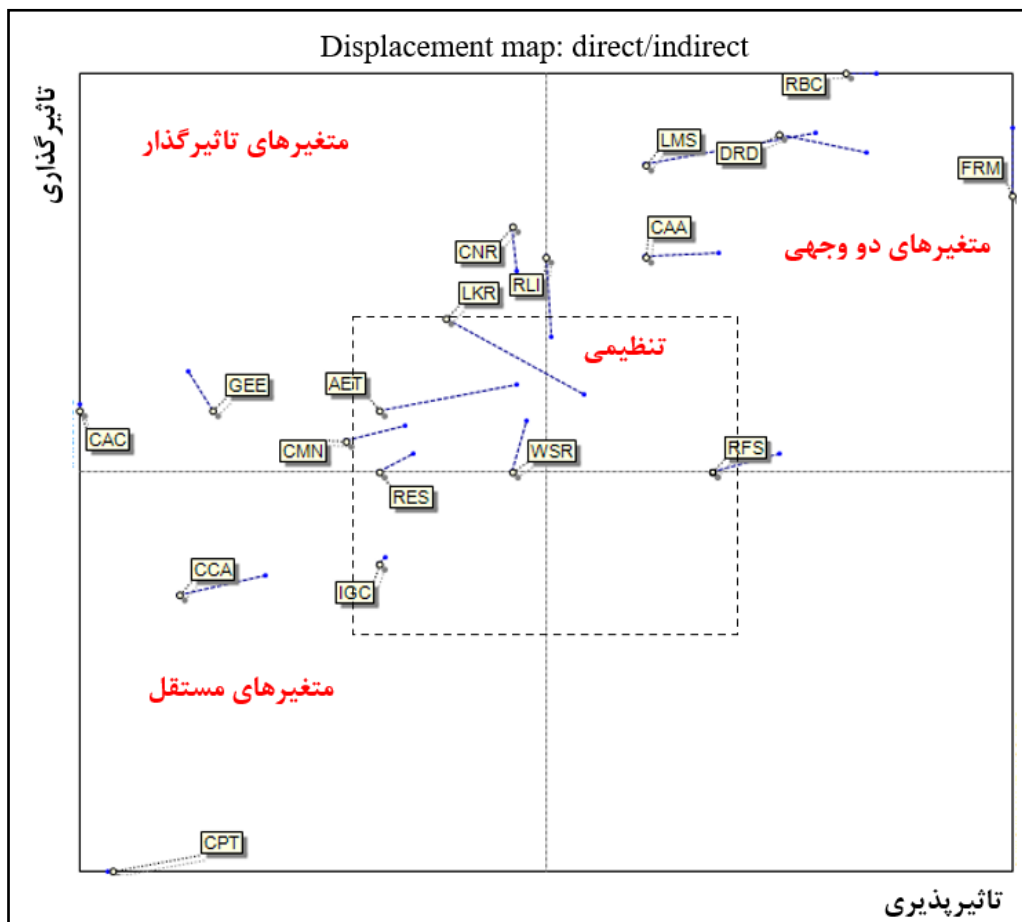
متغیرهایی که براساس شکل ۴ در پلان تأثیرگذاری و تأثیر پذیری ماتریس تأثیرات مستقیم در محدوده ۱ (کنش) محور مختصات قرار دارند، به عنوان متغیرهای دو وجهی محسوب می‌شوند. این متغیرها دارای بیشترین تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در منطقه مورد مطالعه هستند.



شکل ۲- تاثیرات مستقیم بین متغیرها



شکل ۳- تاثیرات غیر مستقیم بین متغیرها



شکل ۴- پراکنش متغیرها در پلان تأثیر گذاری و تأثیر پذیری ماتریس تأثیرات مستقیم (MDI)

متغیرهای تأثیر گذار: این متغیرها عموماً تأثیر بیشتری دارند و کمتر تحت تأثیر قرار می گیرند. بنابراین، سیستم به این متغیرها وابستگی بیشتری دارد. متغیرهای تأثیر گذار، مهم ترین اجزاء سیستم هستند؛ زیرا تغییرات در سیستم به این متغیرها وابسته است و کنترل بر آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در میان این متغیرها، معمولاً متغیرهای محیطی وجود دارند که به شدت بر سیستم تأثیر می گذارند. این متغیرها معمولاً خارج از کنترل سیستم هستند و بیشتر به عنوان عواملی از ثبات عمل می کنند. متغیرهای دووجهی: این نوع متغیرها به طور همزمان تأثیر پذیر و تأثیر گذار هستند. طبیعت این متغیرها با عدم پایداری همراه است، زیرا هر اقدام یا تغییر در آن‌ها واکنش و تغییراتی در سایر متغیرها ایجاد می کند. نتایج و واکنش‌های این متغیرها به صورت بومرنگی عمل می کند که ممکن است منجر به تشدید یا کاهش اثر اولیه شود. این متغیرها به دو دسته تقسیم می شوند:

**متغیر ریسک:** این متغیرها ظرفیت بالایی برای تبدیل شدن به بازیگران کلیدی سیستم دارند، زیرا به دلیل ماهیت ناپایدارشان، پتانسیل ایجاد نقطه انفصال در سیستم را دارند. در اینجا متغیر ریسک شامل بهبود فضای کسب و کار، مهارتها در جوامع محلی، تنوع بخشی به منابع درآمدی، تداوم فعالیت‌های کشاورزی و دامداری می باشند.

فضای کسب و کار ناپایدار می تواند منجر به عدم اطمینان در سرمایه گذاری‌ها و کاهش تمایل کارآفرینان برای ایجاد یا گسترش کسب و کارها شود. اگر فضای کسب و کار بهبود نیابد، ممکن است سرمایه‌ها از منطقه خارج شوند و این امر می تواند منجر به رکود اقتصادی و کاهش تاب‌آوری شود. متغیر بعدی مهارت جوامع محلی است که عدم وجود مهارت‌های کافی در جوامع محلی می تواند مانع از بهره‌برداری مؤثر و اصولی از منابع مالی و انسانی شود. کمبود مهارت‌ها می تواند موجب عدم توانایی جوامع در مواجهه با چالش‌های اقتصادی و زیست محیطی گردد، که این امر می تواند به فروپاشی ساختارهای اجتماعی منجر شود. تنوع بخشی ناکافی به منابع درآمدی

ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های.../ فخارایزدی و همکاران

می‌تواند وابستگی جوامع را به یک یا چند منبع خاص افزایش دهد. در صورت بروز بحران در یکی از منابع درآمدی، جوامع ممکن است با مشکلات جدی مواجه شوند که می‌تواند باعث کاهش تاب‌آوری آن‌ها گردد.

**متغیرهای هدف:** این متغیرها بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند تا اینکه تأثیرگذار باشند و می‌توان آن‌ها را با اطمینان به عنوان نتایج نهایی سیستم شناسایی کرد. با دستکاری این متغیرها می‌توان به تغییرات و پیشرفت سیستم در جهت مطلوب دست یافت. که در اینجا یک متغیر هدف به نام تامین مالی در زمینه تاب‌آوری وجود دارد. این متغیر نشان‌دهنده اهمیت تامین منابع مالی برای تقویت و بهبود تاب‌آوری در نظام اجتماعی اکولوژیک است.

متغیر تامین مالی بیشتر تحت تأثیر متغیرهای دیگر مانند بهبود فضای کسب و کار (RBC)، مهارت‌ها در جوامع محلی (LMS)، تنوع بخشی به منابع درآمدی (DRD) و تداوم فعالیت‌های کشاورزی و دامداری (CAA) قرار دارد. این متغیرها می‌توانند با ایجاد شرایط مناسب، بر توانایی تامین مالی تأثیرگذار باشند. بنابراین، مدیریت مؤثر این متغیرها و تقویت آن‌ها می‌تواند به افزایش ظرفیت‌های تاب‌آوری کمک کند و جوامع را در برابر چالش‌های آینده مقاوم‌تر سازد.

متغیرهای تأثیرپذیر یا وابسته: این متغیرها دارای تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بالایی هستند. بنابراین، آن‌ها نسبت به تغییرات در متغیرهای تأثیرگذار و دووجهی بسیار حساس هستند و به نوعی خروجی سیستم محسوب می‌شوند که در این تحقیق متغیر وابسته‌ای مشاهده نشده است.

متغیرهای مستقل: این متغیرها نه تنها تحت تأثیر سایر متغیرهای سیستم قرار نمی‌گیرند بلکه خود نیز بر آن‌ها تأثیری ندارند. متغیرهای مستقل شامل زمینه سازگاری با تغییر اقلیم (CCA)، تاکید بر حفظ میراث فرهنگی (CPT)، می‌باشد. ارتباط این متغیرها با سیستم بسیار کم است و عدم وجود آن‌ها مانع پیشرفت یک متغیر اصلی نمی‌شود. متغیرهای زمینه سازگاری با تغییر اقلیم (CCA) و تأکید بر حفظ میراث فرهنگی (CPT) ویژگی‌های خاصی دارند که آن‌ها را از سایر متغیرهای سیستم متمایز می‌کند. این متغیرها ممکن است تأثیری بر پیشرفت دیگر متغیرها نداشته باشند، اما وجود آن‌ها می‌تواند به عنوان یک عامل مثبت در تقویت تاب‌آوری نظام اجتماعی اکولوژیک عمل کند.

متغیرهای تنظیمی: این متغیرها می‌توانند به عنوان اهداف ضعیف یا متغیرهای ثانویه عمل کنند. تقویت سرمایه‌های مالی روستا (RFS)، اتکا به دانش بومی (LKR)، بهبود شرایط یادگیری در روستا (RLI)، منابع فیزیکی شامل منابع آب و خاک (WSR)، خدمات اکوسیستمی روستا (RES)، محتوای مطلوب رسانه‌های ارتباط جمعی (CMN)، تغییر به فناوری‌های جدید کشاورزی و دامی (AET)، ارتباط بین نسلی (IGC) به عنوان متغیرهای تنظیمی عمل می‌کنند. این متغیرها به عنوان واسطه بین سایر متغیرها رفتار می‌کنند و تغییر در این متغیرها می‌تواند منجر به تغییر در روابط سایر متغیرها شود.

این متغیرها نقش مهمی در تنظیم و تعدیل سیستم دارند، اما تأثیر آن‌ها نسبت به متغیرهای اصلی کمتر است. با این حال، توجه به این متغیرها می‌تواند به بهبود کلی تاب‌آوری نظام اجتماعی اکولوژیک کمک کند. برای مثال، تقویت سرمایه‌های مالی روستا (RFS) می‌تواند به افزایش توانایی جوامع روستایی در مقابله با شوک‌های اقتصادی کمک کند. همچنین، اتکا به دانش بومی (LKR) می‌تواند راهکارهای پایدار و سازگار با شرایط محلی را برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی فراهم کند. بهبود شرایط یادگیری در روستا (RLI) و ارتباط بین نسلی (IGC) می‌توانند به انتقال دانش و مهارت‌های لازم برای تاب‌آوری کمک کنند. منابع فیزیکی مانند آب و خاک (WSR) و خدمات اکوسیستمی روستا (RES) نیز پایه‌های اساسی برای حفظ پایداری اکولوژیکی هستند. محتوای مطلوب رسانه‌های ارتباط جمعی (CMN) می‌تواند در افزایش آگاهی و آموزش جوامع روستایی نقش داشته باشد، توجه به این متغیرهای تنظیمی در کنار متغیرهای اصلی می‌تواند به ایجاد یک رویکرد جامع برای افزایش تاب‌آوری نظام اجتماعی اکولوژیک منجر شود.

همان گونه که در مباحث مربوط به پایداری و ناپایداری سیستم گفته شد به دلیل اینکه سیستم مورد مطالعه ناپایدار است و پراکنش عوامل عمدتاً حول محور قطری صفحه صورت گرفته است و عوامل دارای تأثیرات دوگانه بوده و عوامل تأثیرپذیر از سویی دیگر دارای

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۱، ۱۷۹-۱۹۷، بهار و تابستان ۱۴۰۴

تأثیرگذاری زیادی هستند. به همین دلیل در این تحقیق از فهرست ۴ عامل تأثیرپذیر در تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم عینا تکرار شده است. به طور مشخص تأثیر پذیری در سازگاری با تغییر اقلیم تابع شرایطی است که در این مطالعه عوامل ناپایدار کننده شناسایی شده اند. بر اساس یافته های تحقیق می توان نشان داد که سناریوهای زیر قابل استخراج است:

جدول ۲. لیست سناریوهای پیشنهادی

متغیرهای مورد بررسی	مصادقات های مطالعه حاضر
متغیرهای تعیین کننده	تعاون و همکاری، برابری جنسیتی در دریافت خدمات آموزشی، محتوای مطلوب رسانه های ارتباط جمعی، پایبندی به نظام عرفی در بهره برداری از منابع طبیعی، بهبود شرایط یادگیری در روستا، اتکا به دانش بومی.
متغیرهای دووجهی	بهبود فضای کسب و کار، تامین مالی در زمینه تاب آوری، مهارت ها در جوامع محلی، تنوع بخشی به منابع درآمدی، تداوم فعالیت های کشاورزی و دامداری
متغیر هدف	تامین مالی در زمینه تاب آوری.
متغیر ریسک	بهبود فضای کسب و کار، مهارت ها در جوامع محلی، تنوع بخشی به منابع درآمدی، تداوم فعالیت های کشاورزی و دامداری.
متغیرهای تأثیرپذیر	متغیری مشاهده نشده است.
متغیرهای مستقل	زمینه سازگاری با تغییر اقلیم، تاکید بر حفظ میراث فرهنگی.
متغیرهای تنظیمی	تقویت سرمایه های مالی روستا، اتکا به دانش بومی، بهبود شرایط یادگیری در روستا، منابع فیزیکی شامل منابع آب و خاک، خدمات اکوسیستمی روستا، محتوای مطلوب رسانه های ارتباط جمعی، تغییر به فناوری های جدید کشاورزی و دامی، ارتباط بین نسلی.

### بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، متغیرها و شاخص های استخراج شده براساس مرور مبانی نظری با بهره گیری از روش تحلیل تأثیرات متقابل با هدف شناسایی عوامل تأثیرگذار، تأثیرپذیر و کلیدی و استراتژیک در محیط میک مک بررسی و تحلیل شده اند. در این مطالعه متغیرها و شاخص های استخراج شده براساس مرور مبانی نظری با بهره گیری از روش تحلیل تأثیرات متقابل با هدف شناسایی عوامل تأثیرگذار تأثیرپذیر و کلیدی و استراتژیک در محیط میک مک بررسی و تحلیل شده اند. بدین منظور ابتدا ماتریس تأثیرات مستقیم براساس میانگین های حاصل از پرسشنامه ها تشکیل شد. تحلیل اولیه داده های این ماتریس و تأثیرات متقاطع نشان دهنده آن است که با توجه به ابعاد، ماتریس از مجموع ۳۲۴ عدد در ماتریس ۱۴۲ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس است بر مبنای نتایج تحلیلی این ماتریس در بین شاخص های مورد سنجش تأثیرگذاری شاخص های مهارت جوامع محلی، برابری جنسیتی، اتکا به دانش بومی، محتوای مطلوب رسانه جمعی، پایبندی به نظام عرفی، بهبود شرایط یادگیری و تعاون و همکاری بیش از تأثیرپذیری آنها است و این حاکی از آن است که شاخص های یاد شده تأثیر بسیاری در سیستم بر جای می گذارند نتایج این بخش با مطالعات محققینی از جمله نوروزی و همکاران (۱۳۹۸)؛ قربانی و همکاران (۱۴۰۰) و پور احمد و همکاران (۱۴۰۱) مشابهت دارد و آنها نیز از روش تحلیل اثرات متقابل برای شناسایی پیشران های موثر بر تاب آوری پرداختند و از میان چندین عوامل موثر بر تاب آوری عوامل کلیدی و مهم را شناسایی کردند. مهارت جوامع محلی و ارتقای آن باعث تقویت ظرفیت سازگاری، یادگیری و سازماندهی اجتماعی می شود. تقویت عدالت اجتماعی و مشارکت موثر در صورت وجود برابر جنسیتی محقق می شود. عوامل تعاون و همکاری و بهبود شرایط یادگیری باعث تقویت شبکه های حمایتی و افزایش خودکارآمدی می شود. در مورد پایبندی به نظام عرفی هم می توان گفت که باعث حفظ هویت و انسجام

فرهنگی می‌شود (Peace, 2020 ; Johnston et al, 2012).

در ماتریس تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم تاثیرگذارترین متغیرها بهبود فضای کسب و کار در روستا، مهارت جوامع محلی و تاثیرپذیرترین متغیرها تامین مالی در زمینه تاب‌آوری می‌باشد. علاوه بر شناسایی عوامل تاثیرگذار و تاثیرپذیر، هدف مورد نظر مستلزم شناسایی متغیرهای کلیدی و استراتژیک می‌باشد که هم قابل کنترل بوده و هم بر پویایی و تغییر سیستم تاثیرگذار می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از ماتریس تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم تامین مالی در زمینه تاب‌آوری، بهبود فضای کسب و کار در روستا، تنوع‌بخشی به منابع درآمدی، مهارت‌ها در جوامع محلی و تداوم فعالیت‌های کشاورزی و دامداری جز شاخص‌های استراتژیک و کلیدی محسوب می‌شوند.

توجه به مهارت محلی، تامین مالی محلی و بهبود فضای کسب و کار همگی نیازمند مشارکت مردمی و خودسازماندهی هستند. برخی از محققین نیز در یافته‌های خود به این نکته اشاره کردند که تاب‌آوری در جامعه‌های روستایی به شبکه‌های اجتماعی، اعتماد و ظرفیت خودسازماندهی وابسته است (Buikstra et al., 2010 ; Rockenbauch and Sakdapolrak, 2017 ; Dapilah et al, 2020).

در مورد مهارت جوامع محلی می‌توان گفت که این یافته کاملاً هم‌راستا است با آن بخش از مقالات دیگر که تأکید دارند «آموزش‌های مهارتی منطبق با بازار کار می‌تواند زمینه‌ساز توسعه پایدار جوامع و کاهش وابستگی اقتصادی شود» این هم‌راستایی نشان می‌دهد که توانمندسازی از طریق مهارت‌آموزی، یک رویکرد اثربخش و قابل تعمیم در مناطق روستایی است (منوچهری و همکاران، ۱۴۰۰؛ walker et al., 2004؛ Sudrajat et al., 2024). در این پژوهش تنوع‌بخشی به منابع درآمدی به‌عنوان یک متغیر کلیدی و استراتژیک در تاب‌آوری معرفی شده است. این نکته با مقالات دیگر که در آنها به «استفاده از ظرفیت‌های بومی برای گردشگری منجر و ایجاد اشتغال و کاهش وابستگی به کشاورزی اشاره می‌کنند» تطابق دارد. این تطابق تأکیدی است بر نقش سیاست‌های درآمدی چندگانه در مقاومت‌سازی اقتصاد محلی (سجاسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Evgrafova, 2024؛ Kabanova, 2024؛ Velmurugan et al, 2025). عامل دیگری که به‌عنوان مؤثرترین متغیر شناسایی شده که هم بر تاب‌آوری و هم بر پویایی سیستم اثر دارد، بهبود فضای کسب‌وکار است. این موضوع با نتایج پژوهش محققینی دیگری مبنی بر اینکه «توسعه گردشگری مبتنی بر دانش بومی می‌تواند راهبردی مؤثر برای تاب‌آور کردن اقتصاد روستاها باشد» هم‌راستا است، چرا که بهبود فضای کسب و کار بستر لازم برای چنین توسعه‌ای را فراهم می‌کند (کردلو و احمدی، ۱۳۹۹؛ حسین نیا و شجاع، ۲۰۱۷؛ Kumari, 2025؛ Kusumastuti, et al 2022).

در مقاله شما، تامین مالی در زمینه تاب‌آوری، به‌عنوان یکی از متغیرهای بسیار تاثیرپذیر اما حیاتی شناسایی شده است. برخی از یافته‌های محققین هم اشاره کردند که بودجه‌های روستایی می‌توانند نقش مهمی در تامین مالی پایدار، کاهش ریسک بلایا و افزایش تاب‌آوری ایفا کنند. این هم‌پوشانی نشان می‌دهد که تامین مالی هدفمند و محلی، یکی از پایه‌های سیاستی مقاومت‌سازی روستایی است (Putra and Liu ,2024 ; Katongole, 2020).

نتایج تحلیل آینده‌پژوهی تاب‌آوری نظام اجتماعی-کولوژیک نشان می‌دهد که برخی متغیرها نقش کلیدی و تعیین‌کننده‌ای در پایداری و ارتقای این نظام دارند. در این میان، بهبود فضای کسب‌وکار، ارتقای مهارت‌های جوامع محلی و تنوع‌بخشی به منابع درآمدی، به‌عنوان متغیرهای تاثیرگذار شناسایی شدند که با اثرگذاری بالا و اثرپذیری پایین، نقش موتور محرک را در افزایش تاب‌آوری ایفا می‌کنند. این متغیرها می‌توانند موجب جذب سرمایه، تقویت ظرفیت‌های اقتصادی و کاهش آسیب‌پذیری در برابر بحران‌ها شوند. از سوی دیگر، تامین مالی به‌عنوان یک متغیر هدف و دوجبه‌ی شناخته شد که هم از سایر متغیرها تأثیر می‌پذیرد و هم خود می‌تواند بر سیستم اثرگذار باشد؛ بنابراین، مدیریت و تقویت این عامل می‌تواند نقطه عطفی در بهبود کلی وضعیت تاب‌آوری باشد. همچنین متغیرهایی مانند سازگاری با تغییر اقلیم و حفظ میراث فرهنگی، با وجود تاثیرگذاری محدود، به‌عنوان عناصر پشتیبان می‌توانند به شکل‌گیری بسترهای فرهنگی و محیطی پایدار کمک کنند. در کنار این‌ها، متغیرهای تنظیمی همچون تقویت سرمایه‌های مالی روستا، اتکا به دانش بومی و بهبود شرایط یادگیری نیز با ایجاد هماهنگی و پیوند میان اجزای مختلف سیستم، نقش مهمی در جهت‌دهی به مسیر تحولات ایفا می‌کنند. در مجموع،

تحقیقات ترویج و توسعه روستایی، دوره ۳، شماره ۱، ۱۷۹-۱۹۷، بهار و تابستان ۱۴۰۴

تحلیل میک مک نشان داد که این متغیرهای کلیدی می‌توانند پایه‌ای مؤثر برای تدوین سناریوهای آینده و طراحی راهبردهای ارتقای تاب‌آوری نظام اجتماعی-اکولوژیک باشند. برای تعمیق و گسترش نتایج این تحلیل و تبدیل آن‌ها به راهبردهای عملی برای ارتقای تاب‌آوری نظام اجتماعی-اکولوژیک، پیشنهادها پژوهشی ارائه می‌شود: انجام مطالعات موردی در جوامع روستایی مختلف برای بررسی تأثیر عملی متغیرهای تأثیرگذار (DRD, LMS, RBC) بر تاب‌آوری. این پژوهش‌ها می‌توانند شامل تحلیل‌های کیفی (مثل مصاحبه با ذی‌نفعان) و کمی (مثل شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی) باشند تا مشخص شود چگونه متغیرهای محلی (مانند فرهنگ یا منابع طبیعی) با متغیرهای کلیدی تعامل دارند. انجام مطالعات موردی در جوامع روستایی مختلف برای بررسی تأثیر عملی متغیرهای تأثیرگذار (RBC, LMS, DRD) بر تاب‌آوری. این پژوهش‌ها می‌توانند شامل تحلیل‌های کیفی (مثل مصاحبه با ذی‌نفعان) و کمی (مثل شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی) باشند تا مشخص شود چگونه متغیرهای محلی (مانند فرهنگ یا منابع طبیعی) با متغیرهای کلیدی تعامل دارند. انجام مطالعات موردی در جوامع روستایی مختلف برای بررسی تأثیر عملی متغیرهای تأثیرگذار (RBC, LMS, DRD) بر تاب‌آوری. این پژوهش‌ها می‌توانند شامل تحلیل‌های کیفی (مثل مصاحبه با ذی‌نفعان) و کمی (مثل شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی) باشند تا مشخص شود چگونه متغیرهای محلی (مانند فرهنگ یا منابع طبیعی) با متغیرهای کلیدی تعامل دارند.

### حامی مالی

بنا به اظهار نظر نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است

### سه‌م نویسندگان در پژوهش

با توجه به اینکه این مقاله برگرفته از رساله دکتری است، نقش و سه‌م نویسندگان به این ترتیب بوده است: نویسنده اول، دانشجوی رساله؛ نویسندگان دوم و سوم، استادان راهنما.

### تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافی در این پژوهش وجود ندارد.

### تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت آنها در این مقاله تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### منابع

- Abdali, Y. , Hataminejad, H. , Zanganeh Shahraki, S. , Pourahmad, A. and Salmani, M. (2022). [Analysis of Urban Resilience Indicators against Flood Risk with a Futuristic Approach \(A Case Study of Khorramabad\)](#). Journal of Iran Futures Studies, 7(1), 1-26.
- Ahmad, N. (2024). SmartISM 2.0: [A Roadmap and System to Implement Fuzzy ISM and Fuzzy MICMAC](#). Sustainability.
- Arzani, H, Yousefi, SH., Jafari, M., & Farahpour, M. (2005). [A Model for determination of Range Suitability for sheep grazing using GIS\(Case Study Taleghan Region in Tehran Province\)](#). Journal of Environmental Studies, 31(37), 59-68. SID.
- Berkes, F., and C. Folke. (1998). [Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience](#). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Botta, A., and Bousquet, F. (2017). [The resilience of social and ecological systems: taking account of uncertainty for development](#). Perspective (English edition),.
- Bousquet, F., and Mathevet, R. (2019). [Cultural resilience as the resilience of a distinctness. Distinctness from what? for what?](#). Resilience in social, cultural and political spheres, 305-321.
- Buikstra, E., Ross, H., King, C., Baker, P., Hegney, D., McLachlan, K., and Rogers-Clark, C. (2010). [The components of resilience Perceptions of an Australian rural community](#). Journal of Community Psychology, 38, 975-

ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های... / فخارا یزدی و همکاران  
991.

- Cutter, S. L., and Finch, C. (2008). [Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards](#). Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(7), 2301–2306. 10.1073/pnas.0710375105.
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., and Webb, J. (2008). [A place-based model for understanding community resilience to natural disasters](#). Global environmental change, 18(4), 598-606.
- Dapilah, F., Nielsen, J., and Friis, C. (2020). [The role of social networks in building adaptive capacity and resilience to climate change: a case study from northern Ghana](#). Climate and Development, 12, 42 - 56.
- Evgrafova, L. (2024). [Rural Tourism as a factor of diversification of the rural economy](#). Vestnik of Kazan State Agrarian University.
- Elfving, V. (2023). [Scenario selection in probabilistic cross-impact analysis](#).
- Fischer, J., T. A. Gardner, E. M. Bennett, P. Balvanera, R. Biggs, S. Carpenter, T. Daw, C. Folke, R. Hill, T. P. Hughes, T. Luthé, M. Maass, M. Meacham, A. V. Norström, G. Peterson, C. Queiroz, R. Seppelt, M. Spierenburg, J. Tenhunen. (2015). [Advancing sustainability through mainstreaming a socioecological systems perspective](#). Current Opinion in Environmental Sustainability 14:144-149..
- Folke, C. 2006. [Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses](#). Global Environmental Change 16:253-267.
- 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): 20.
- ghezellbash, s., sajadi, j., sarafi, m., & kalantari, m. (2016). [future studies using formative scenario analysis, a framework to integrate science and practice case study: urban system of zanzan province](#). geography, 13(47), 303–324. sid.
- Ghorbani, R. , Farhadi, E. and Ziari, K. (2021). [Analysis of Key Propellant of economic Resilience With a Scenario Approach in the City of Tabriz](#). Urban Economics, 6(2), 1-20.
- Godschalk, D. R. (2003). [Urban hazard mitigation: Creating resilient cities](#). Natural Hazards Review, 4(3), 136–143.
- Gordon, E. W., and Song, L. D. (2012). [Variations in the experience of resilience](#). In Educational resilience in inner-city America (pp. 27-43). Routledge.
- Holling, C. S. (1973). [Resilience and stability of ecological systems](#).
- Holling, C. S., and Gunderson, L. H. (2002). [Resilience and adaptive cycles](#).
- Hosseinnia, E., and Shoja, B. (2017). [The Role of Handicrafts in the Sustainable Development of Rural Tourism with an Emphasis on Indigenous Knowledge](#). 6, 1-7.
- Janzing, D., Balduzzi, D., Grosse-Wentrup, M., and Schölkopf, B. (2013). [Quantifying causal influences](#).
- Johnston, G., Vukic, A., and Parker, S. (2012). [Cultural understanding in the provision of supportive and palliative care: perspectives in relation to an indigenous population](#). BMJ Supportive & Palliative Care, 3, 61 - 68.
- Jozdani SE, Johnson BA, and Chen D. (2019). [Comparing Deep Neural Networks, Ensemble Classifiers, and Support Vector Machine Algorithms for Object-Based Urban Land Use/Land Cover Classification](#). Remote Sensing. 11(14):1713.
- Kabanova, E. (2024). [Management of rural tourism development as a factor in improving the standard of living of the local population](#). Vestnik Povolzhskogo Instituta Upravleniya.
- Katongole, C. (2020). [The role of disaster risk financing in building resilience of poor communities in the Karamoja region of Uganda: Evidence from an experimental study](#). International journal of disaster risk reduction, 45, 101458.
- Kaviani Rad, M, Mottaghi, A, Zarghani, H, and Sadrania, H. (2020). [Identifying and Analyzing the Effects of Variables and Indicators Effectively on the Strategic Importance of Harirud for Iran with the Interaction Impact Analysis Approach](#). JOURNAL OF GEOGRAPHICAL SCIENCES, 19(55 ), 1-22. SID.
- Kherde, R., More, K., & Sawant, P. (2024). [An evaluation of project risk in Indian infrastructural projects using interpretative structural modeling](#). Asian Journal of Civil Engineering.
- kordlou, A. and ahmadi, K. (2020). [Investigating the role of rural tourism in the social and economic development of villages \(Case study: villages of Lordegan city, Chaharmahal and Bakhtiari](#)

- [province](#)). *Geography and Human Relationships*, 3(2), 298-317.
- Kumari, U. (2025). [Sustainable Management Practices Through Indigenous Knowledge Systems: Insights from Rural Economies](#). *International Journal of Global Humanities and Management Insights*.
- Kusumastuti, R., Silalahi, M., Asmara, A., Hardiyati, R., and Juwono, V. (2022). [Finding the context indigenous innovation in village enterprise knowledge structure: a topic modeling](#). *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11.
- Li, T., Dong, Y., and Liu, Z. (2020). [A review of social-ecological system resilience: Mechanism, assessment and management](#). *Science of the Total Environment*, 723, 138113.
- Liu, Z. (2024). [Assessing the Role of Green Finance in Enhancing Rural Economic Resilience and Environmental Sustainability](#). *Frontiers in Management Science*.
- Manouchehri, F. , Bahrami, R. , Parishan, M. and Ghaderi, R. (2021). [Strategies for Empowering Local Communities in the Sustainable Development of Rural Areas \(Case Study: Villages of Bazan District, Javanrood\)](#). *Journal of Rural Research*, 12(3), 502-519.
- Msundire, M., Katsande, R., and Hickonicko, B. (2024). [Finance The footing for Rural Resilience in Africa](#). *The Review of Rural Resilience Praxis*.
- Nettier, B., Dobremez, L., Lavorel, S., & Brunschwig, G. (2017). [Resilience as a framework for analyzing the adaptation of mountain summer pasture systems to climate change](#). *Ecology and Society*, 22(4).
- Nowroozi, H., Mohamadidoust, S., Hosseinhosseinekhah, H., and Khanizadeh, M. A. (2019). [Identification and Evaluation of Amazing driver in the physical Resonance of Urban Uses with Passive Defense Defense Approach \(Case Study: District 1of Yasuj City\)](#).
- Panpakdee, C., and Limnirankul, B. (2018). [Indicators for assessing social-ecological resilience: A case study of organic rice production in northern Thailand](#). *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(3), 414-421.
- Peace, T. (2020). A Reluctant Engagement: [Alliances and Social Networks in Early-18th-Century Kespukwitk and Port Royal](#). *Acadiensis: Journal of the History of the Atlantic Region / Revue d'histoire de la region atlantique*, 49, 38 - 5.
- Pourahmad A, Ziari K, Sadeghi A. [Analyzing the combined indicators of urban resilience against floods with a future research approach \(case study: Tehran metropolis\)](#). *JFCV 2023*; 3 (4) : 4
- Prosper, K., and Davis, A. (2011). [Returning to Netukulimk: Mi'kmaq cultural and spiritual connections with resource stewardship and self-governance](#). *International Indigenous Policy Journal*, 2, 7.
- Putra, A. R., and Dewi, S. M. (2023). [The impact of economic recovery budget and innovative disaster financing schemes on Indonesia's sustainability of disaster-affected businesses](#). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 75, 102984.
- Rockenbauch, T., and Sakdapolrak, P. (2017). [Social networks and the resilience of rural communities in the Global South: a critical review and conceptual reflections](#). *Ecology and Society*, 22.
- Sajasi Qeydari, H., Khob Shadi, H., Hosseini Kahnooj, S. R., and Moradi Kobraei, K. (2018). [Effects of rural economy diversification on the livelihood resilience of villagers in Radkan rural district, Chenaran County](#). *Journal of Rural Research*, 9(3), 478-492.
- Scheffer, M., Carpenter, S. R., Dakos, V., and van Nes, E. H. (2015). [Generic indicators of ecological resilience: inferring the chance of a critical transition](#). *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46(1), 145-167.
- Sharifi, A. (2016). [A critical review of selected tools for assessing community resilience](#). *Ecological Indicators*, 69, 629-647.
- Sudrajat, A., Prasetyanti, R., Nugroho, A. A., and Iskandar, N. S. (2024). [Vocational village model: Bridging the gaps towards sustainable rural development](#). *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(13), 7021.
- Velmurugan, R., Jothi, K., Sudarvel, J., and Thirumalaisamy, R. (2025). [Assessing the Economic Impact of Homestay Tourism in Rural Communities](#). In *Global Practices and Innovations in Sustainable Homestay Tourism* (pp. 121-152). IGI Global Scientific Publishing.
- Walker, B. H. and Salt, D. (2006). [Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World](#). Washington, DC: Island Press.

ارزیابی اثرات متقابل شاخص‌های... / فخارایزدی و همکاران

- Walker, B., and Salt, D. (2012). [Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world](#). Island press.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., and Kinzig, A. (2004). [Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems](#). Ecology and society, 9(2).
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., and Kinzig, A. (2004). [Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems](#). Ecology and Society, 9, 5.
- Warrior, M., Fanning, L., and Metaxas, A. (2022). [Indigenous peoples and marine protected area governance: A Mikmaq and Atlantic Canada case study](#).
- Weimer-Jehle, W. (2006). [Cross-impact balances: A system-theoretical approach to cross-impact analysis](#). Technological Forecasting and Social Change, 73(4), 334-361.