

## Research Paper

## Spatial Pattern of Physical Resilience of Rural Settlements in Amlash County Against Landslides

Khalil Mehrzad<sup>1</sup>, \*Eisa Pourramzan<sup>2</sup>, Nasrollah Molaei Hashjin<sup>3</sup>

1. PhD Candidate, Department of Geography, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.
3. Professor, Department of Geography, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.



**Citation:** Mehrzad, Kh., Pourramzan, E., & Molaei Hashjin, N. (2024). [Spatial Pattern of Physical Resilience of Rural Settlements in Amlash County Against Landslides (Persian)]. *Journal of Rural Research*, 15(1), 32-53, <http://dx.doi.org/10.22059/jrr.2023.364059.1866>

**doi:** <http://dx.doi.org/10.22059/jrr.2023.364059.1866>

Received: 19 Aug. 2023

Accepted: 14 Nov. 2023

**ABSTRACT**

In this research, the physical resilience of the rural settlements of Amlash County against landslides was investigated using hierarchical analysis, weighted summation, and overlap index. Then, the spatial pattern of the resilience of the villages was determined using spatial statistics indicators. For this purpose, ten criteria of slope, distance from fault, building quality, materials and materials, building life, seismicity, geology, the direction of slope, width of passages, and height were used in order of importance. Also, two methods of local Moran's I statistic and hot spot analysis (G\* Gettys-Ord) were used to identify patterns. The results showed that the physical resilience of rural settlements against landslides varies from very low to very high. Villages with very high resilience are in the northeastern region, and towns with very low resilience are in the northwestern region and the plains. They are located in the foothills of Amlash County. In the mountainous area of the County, villages with low and medium resilience were also visible in all three investigated models. In this regard, the results of the local population statistics show the presence of high-high (HH) and low-low (LL) clusters in the northeast and northwest of the studied area, and these patterns have also appeared in the villages of the plains and foothills. Also, the existence of hot and cold hot spots in the northeast and northwest of the County has been proven, and with three positive and negative standard deviations at the 99% confidence level, they have been shown in the plains and foothills. Most of the counties' villages have moderate resilience to landslides, and their random behavior was confirmed by local Moran's I statistics and hot spot analysis. In total, the points of villages with high and low resilience with high-high and low-low cluster patterns of local Moran's I and hot and cold spots of G\* Gettys-Ord in all three models of hierarchical analysis, weighted summation, and matching overlap index were.

**Key words:**

Physical resilience, Criteria, Hierarchical analysis model, Spatial pattern, Amlash County

Copyright © 2024, Journal of Rural Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

**Extended Abstract****1. Introduction**

**R**esilience against natural hazards means resistance when facing natural hazards caused by environmental and social

pressures. Environmental components such as height and slope, slope direction, soil, geology, and land use are among the biophysical components of resilience, and socio-economic conditions are also among the social elements of resilience. In Iran, out of the 40 hazards identified, 31 of them occur. Therefore, Iran is a country that is very vulnerable to natural disasters, so 37.7% of its total

**\* Corresponding Author:**

Eisa Pourramzan, PhD

**Address:** Department of Geography, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

**Tel:** +98 (911) 3427240

**E-mail:** pourramzan@iaurasht.ac.ir

area is at risk of natural disasters, and 70% of the country's population lives in disaster-prone areas. Landslides are among the most common natural phenomena and are one of the most destructive types of erosion on the slopes. They disrupt nature's water and soil system, destroy vegetation and agricultural lands, cause sedimentation, accelerate erosion, etc. Therefore, the issue of environmental hazards and their planning and management is considered a fundamental principle and an inevitable necessity for settlements in rural areas.

## 2. Methodology

To identify the spatial pattern of physical resilience of the rural settlements of Amlash County against landslides, natural and human indicators that were effective in resilience were used first. For this purpose, a survey of experts identified criteria and sub-criteria affecting the strength of rural settlements in this area. The criteria and sub-criteria were finalized after the review. In addition to selecting ten main criteria, the sub-criteria were determined. The resilience of each criterion was divided into three sub-criteria: high, medium, and low. In addition, the impact of each criterion on the final resilience of rural settlements was determined according to the specific importance and the preference code of each sub-criterion, which changes from higher preference to lower preference (7, 5, and 3). The geographical territory of the present study is Amlash County in Gilan province, which has two parts, Rankuh and Central, with 145 villages.

## 3. Results

In this research, the spatial pattern of the physical resilience of settlements in 145 villages of Amlash County against landslides was investigated and analyzed using three methods: hierarchical analysis (AHP), weighted summation (WS), and overlap index (IO). For this purpose, ten criteria of the slope, distance from the fault, building quality, materials, and materials, building a life, seismicity, geology, the direction of slope, the width of passages, and height were used in order of importance. In this regard, the level of resilience of settlements in Amlash County using three models showed that villages with high resilience are located in the plains and foothills of the northeast of the County, and towns with low resilience are located in the plains and foothills of the northwest. They got. In the mountainous areas, most villages resisted landslides in all three models.

## 4. Discussion

The spatial model of the resilience of rural settlements by the local Moran index I method showed that the strength of the villages in the northeastern part of the city in the studied models of the high-high cluster pattern (HH) and the low-low cluster pattern (LL) in the sector The northwest is the one that is entirely compatible with rural areas with very high and very low resilience. Other rural areas in plains, foothills, and mountainous Amlash County did not follow a specific pattern and behaved randomly and senselessly. Likewise, the results obtained from analyzing hot spots ( $G^*$  Gettys -Ord) on the physical resilience of rural settlements in all three AHP, WS, and IO models confirm that the hot and cold spots of resilience are in the plains. There is a foothill in the northeast and northwest of the County. This importance was also confirmed at the 99% confidence level, with a standard deviation of 3 for hot and -3 for cold spots. Therefore, the center and central core of maximum and minimum resilience are located in the northern half of this County, so they are relatively close and at the same latitude. Therefore, villages' resilience conditions against landslides significantly differ between swamps, foothills, and mountain areas.

## 5. Conclusion

The results showed that the physical resilience of rural settlements against landslides varies from very low to very high. Villages with very high resilience are in the northeastern region, and towns with very low resilience are in the northwestern region and the plains. They are located in the foothills of Amlash County. In the mountainous area of the County, villages with low and medium resilience were visible in all three models. In this regard, the results of the I statistics of local morans indicate the presence of high-high (HH) and low-low (LL) clusters in the northeast and northwest of the studied area, and these patterns have also appeared in the villages of the plains and foothills. Also, the existence of hot and cold hot spots in the northeast and northwest of the County has been proven, and they have been shown to have three positive and negative standard deviations at the 99% confidence level in the plains and foothills. Most of the counties' villages have moderate resilience to landslides, and their random behavior was confirmed by local Moran's I statistics and hot spot analysis. Overall, the points of villages with high and low resilience were consistent with the pattern of high-high and low-low clusters of local Moran's I and hot and cold spots of  $G^*$  Gettys-Ord in all three models of hierarchical analysis, weighted sum, and overlap index.

### **Acknowledgments**

The article is taken from the first author's doctoral thesis in the Department of Geography, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Rasht Branch.

### **Conflict of Interest**

The authors declared no conflicts of interest

## الگوی فضایی میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر زمین لغزش

خلیل مهرزاد<sup>۱\*</sup>، عیسی پوررمضان<sup>۲</sup>، نصرالله مولائی هاشجین<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

۲- استادیار، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

۳- استاد، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

## حکیده

تاریخ دریافت: ۲۸ مرداد ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۳ آبان ۱۴۰۲

در این پژوهش میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر زمین لغزش به سه روش تحلیل سلسله‌مراتبی، جمع وزنی و شاخص هم‌پوشانی بررسی شد و سپس با استفاده از شاخص‌های آمار مکانی، الگوی فضایی میزان تاب‌آوری روستاها تعیین گردید. بدین منظور از ۱۰ معیار شیب، فاصله از گسل، کیفیت ابنیه، مواد و مصالح، عمر ساختمان، لرزه‌خیزی، زمین‌شناسی، جهت شیب، عرض معابر و ارتفاع به ترتیب اهمیت استفاده شد. همچنین از دو روش آماره ۱ موران محلی و تحلیل نقاط داغ (G<sup>+</sup> گتیس-آورد) برای شناسایی الگوها استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی در مقابل زمین لغزش بین تاب‌آوری خیلی کم تا خیلی زیاد متغیر بوده و روستاهای با تاب‌آوری خیلی بالا در محدوده شمال شرقی و روستاهای با تاب‌آوری خیلی پایین در محدوده شمال غربی و در بخش جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شهرستان املش قرار دارند. در ناحیه کوهستانی شهرستان نیز روستاهای با تاب‌آوری کم و متوسط در هر سه مدل مورد بررسی قابل مشاهده بودند. در این راستا نتایج آماره ۱ موران محلی بیانگر وجود خوشه بالا - بالا (HH) و پایین - پایین (LL) در شمال شرقی و شمال غربی ناحیه مورد مطالعه است که این الگوها در روستاهای ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای نیز پدیدار شده‌اند. همچنین وجود نقاط داغ گرم و سرد در شمال شرق و شمال غرب شهرستان به اثبات رسیده و با ۳ انحراف معیار مثبت و منفی در سطح اطمینان ۹۹ درصد در ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای نمایان شده‌اند. اکثر روستاهای شهرستان دارای تاب‌آوری متوسط نسبت به پدیده زمین لغزش بوده و رفتار تصادفی آن‌ها توسط دو آماره ۱ موران محلی و تحلیل نقاط داغ مورد تأیید قرار گرفت. در مجموع نقاط روستاهای با تاب‌آوری بالا و پایین با الگوی خوشه‌ای بالا - بالا و پایین - پایین ۱ موران محلی و نقاط داغ و سرد G<sup>+</sup> گتیس-آورد در هر سه مدل تحلیل سلسله‌مراتبی، جمع وزنی و شاخص هم‌پوشانی منطبق بودند.

## کلیدواژه‌ها:

تاب‌آوری کالبدی، معیار، مدل تحلیل سلسله‌مراتبی، الگوی فضایی، شهرستان املش

## مقدمه

و مخاطرات است. مخاطرات طبیعی این ظرفیت را دارند که در نبود سیستم‌های کاهش خطر، به سوانح هولناک و ویران‌کننده برای اجتماعات بشری تبدیل شوند. در سطح جهانی، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. بر اساس این نگرش، برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (Fakhrghazi et al., 2022: 310).

تعاریف مختلفی برای تاب‌آوری وجود دارد. این تعاریف در دامنه و پیچیدگی متفاوت است. فصل مشترک این تعاریف، تعریف تاب‌آوری به عنوان توانایی یا ظرفیت برای مقابله با اختلال

پدیده‌های طبیعی که در مجاورت انسان‌ها اتفاق می‌افتد و زندگی و سرمایه‌های اجتماعی و اقتصادی آن‌ها را تهدید می‌کنند، ممکن است باعث وقوع فاجعه شوند. مخاطرات طبیعی پدیده‌هایی هستند که تکوین و تشکیل آن‌ها متکی به حوادث طبیعی است و انسان می‌تواند در وقوع آن‌ها نقش تحریک‌کننده داشته باشد. این نوع از مخاطرات جزء خصوصیات ذاتی کره زمین بوده و به خاطر نحوه عملکرد در قلمرو سکونتگاه‌های انسانی، موجب کشتار، تخریب و خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم در تمامی ابعاد می‌شوند (Heidarimozaffar & Tajbakhsh, 2022: 58). آسیب‌پذیری مشکلی برای جامعه است و از بیرون یعنی طبیعت به آن تحمیل می‌شود؛ یعنی علت عمده آسیب‌پذیری، طبیعت

\* نویسنده مسئول:

دکتر عیسی پوررمضان

نشانی: رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.

تلفن: ۳۴۲۲۲۴۰ (۹۱۱) ۹۸+

پست الکترونیکی: pourramzan@iaurasht.ac.ir



تأسفباری را در اثر وقوع مخاطرات طبیعی و انسانی داشته است. همچنین با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی، لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع اقلیمی و زمین‌شناسی، از شرایط طبیعی لازم برای ایجاد طیف وسیعی از لغزش‌ها برخوردار است. بنابراین به همان نسبت که از موهبت کوهستانی بودن و تنوع آب و هوایی بهره‌مند است، در معرض خطرات ناشی از آن نیز قرار دارد. زمین‌لغزه‌ها از جمله متداول‌ترین پدیده‌های طبیعی هستند که یکی از انواع مخرب فرسایش در دامنه‌ها است که برهم‌زننده سیستم آب‌و‌خاک در طبیعت، تخریب پوشش گیاهی و زمینهای کشاورزی، رسوب‌زایی، تسریع فرسایش و غیره هستند. از این رو موضوع مخاطرات محیطی و برنامه‌ریزی و مدیریت آن‌ها یک اصل اساسی و ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای سکونتگاه‌های نواحی روستایی محسوب می‌شود (Nouri & Nowrozi, 2016).

استان گیلان در شمال کشور، به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، تنوع آب و هوایی، ویژگی‌های محیطی متنوع و برخوردار از ۲۵۹۰ روستای دارای سکنه، از مهم‌ترین نواحی کشور از نظر وقوع مخاطرات طبیعی نظیر زلزله، سیل، خشک‌سالی، رانش، زمین‌لغزش و... بوده و تغییر و تحول زیادی را در روند تحولات مسکن روستایی داشته است. فضای کالبدی روستاها به‌گونه‌ای ساخته شده که خود را از محدوده‌های لغزشی در امان نگهدارند. باین‌حال هر عامل تحریک‌کننده زمین‌لغزش مناطق دیگری از بافت روستاها را دچار گسیختگی و تخریب می‌کند. تاب‌آوری رویکردی است که در پی پاسخ به نیازهای ناشی از تغییرات سریع و پیچیدگی‌های روزافزون روستاها با چهار بعد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و نهادی مطرح شده و در مواجهه با ناشناخته‌ها و عدم قطعیت‌ها به کار می‌رود. در این میان تلاش برای دستیابی به شرایطی که در صورت وقوع بحران، بازگشت آن‌ها را به وضعیت پیش از بحران فراهم سازد و یا انعطاف‌پذیری آن‌ها را افزایش دهد، امری ضروری است. علاوه بر این، بررسی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زمین‌لغزش و تحلیل تفاوت‌ها و شباهت‌های آن‌ها از نقطه‌نظر فضایی بسیار مهم است. زیرا تاب‌آوری از لحاظ فضایی بسیار متغیر و منعطف بوده و شناسایی خوشه‌ها و نقاط داغ یا سرد آن می‌تواند کمک شایانی به مدیریت بهتر نقاط آسیب‌پذیر در مقابل پدیده زمین‌لغزش بنماید. بنابراین هدف این پژوهش نیز تعیین الگوی فضایی حاکم بر تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در مواجهه با پدیده زمین‌لغزش بوده و درصد پاسخ به این سؤال اصلی است که آیا تفاوت مکانی معنی‌داری بین تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر مخاطره زمین‌لغزش وجود دارد؟

### مروری بر ادبیات موضوع

زمین‌لغزش یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی زمین‌شناختی

و انطباق جوامع با اختلالات است. این اختلال انواع زیادی همچون بحران‌ها، سوانح و شوک را شامل می‌شود. تاب‌آوری به دلیل پویا بودن واکنش جامعه در برابر مخاطرات، نوعی آینده‌نگری است و به گسترش گزینش‌های سیاستی برای رویارویی با عدم قطعیت و تغییر کمک می‌کند که شامل ابعاد کالبدی، محیطی، اقتصادی و اجتماعی است (Kor et al., 2023; 205). تاب‌آوری توانایی یک سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض مخاطرات از طریق مقاومت، جذب، سازگاری، انطباق، تبدیل و بازیابی به‌موقع و کارآمد اثرهای یک مخاطره برای حفظ و بازسازی ساختارهای اساسی آن از طریق مدیریت ریسک است. مطالعات موجود حاکی از آن است که تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی هنوز حول دو موضوع مقابله یا سازگاری در جریان است. به‌طور کلی، تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی را می‌توان به‌عنوان یک مسیر «جهش روبه‌جلو» در نظر گرفت. این مسیر نه‌تنها بازیابی، بلکه بریادگیری از طریق تجربه مخاطره طبیعی نیز تمرکز دارد. باتوجه‌به اینکه شدت و فراوانی مخاطرات طبیعی به‌طور مداوم در حال افزایش است صرفاً بازیابی کافی نیست. به‌عبارت‌دیگر، اگر تاب‌آوری در برابر خطرات طبیعی را به‌عنوان یک مسیر «بازگشت» در نظر گرفته شود این وضعیت در درازمدت به یک پیامد ویرانگر تبدیل می‌شود. بنابراین در تاب‌آوری مفهوم «جهش به جلو» نیز به‌عنوان مفهوم اصلی باید در نظر گرفته شود (Frazier et al., 2013; Frigerio et al., 2016; Eidsvig et al., 2014; Zhou et al., 2014; Cutter et al., 2008). تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی به معنای میزان مقاومت در هنگام مواجهه با خطرات طبیعی است، که در اثر مواجهه با فشارهای محیطی و اجتماعی ایجاد می‌شوند. مؤلفه‌های محیطی مانند ارتفاع، شیب، جهت شیب، خاک، زمین‌شناسی، کاربری اراضی در زمره مؤلفه‌های بیوفیزیکی تاب‌آوری هستند. رویکرد تاب‌آوری در برابر مخاطره زمین‌لغزش، ابعاد گوناگون کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی دارد. در این پژوهش باتوجه‌به سابقه، بافت و موقعیت جغرافیایی، بعد کالبدی تاب‌آوری با استفاده از شاخص‌های مسکن، شبکه معابر، میزان شیب، جهت شیب، فاصله از گسل، ارتفاع، لرزه‌خیزی و زمین‌شناسی مورد ارزیابی قرار گرفته و با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS به‌منظور تعیین الگوی فضایی تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش از سه روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO) استفاده شده است.

در کشور ایران، از تعداد ۴۰ مخاطره شناسایی شده، ۳۱ مورد آن رخ می‌دهد. بنابراین، ایران در زمره کشورهای است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد، به‌طوری‌که ۳۷/۷ درصد از کل مساحت آن در معرض خطر سوانح طبیعی بوده و ۷۰ درصد از جمعیت کشور در مناطق در معرض سوانح، سکونت دارند. لذا می‌توان گفت که ایران در بین ده کشور اول سانه‌خیز دنیا قرار دارد (Farzad Behtash et al., 2013). این کشور به لحاظ شرایط طبیعی و جغرافیایی تاکنون تجربیات تلخ و

و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش‌های OWA و ANN در شهرستان پاوه پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که عوامل شیب، کاربری اراضی، لیتولوژی و خاک، به ترتیب با ضریب وزنی؛ ۰/۱۵۶، ۰/۱۴۳، ۰/۱۳۹ و ۰/۱۳۱، بیشترین اهمیت را دریافت کردند. باتوجه به خروجی مدل OWA، به ترتیب ۱۵/۵۳ و ۲۶/۶۴ درصد از منطقه در دو طبقه بسیار پرخطر و پرخطر قرار دارند و باتوجه به خروجی شبکه عصبی ۱۹/۸۸ و ۲۹/۸۲ درصد از منطقه در طبقه بسیار پرخطر و پرخطر واقع شده است. مناطق بسیار پرخطر و پرخطر، به‌طور عمده در شیب ۱۵-۳۰ درصد، کاربری زراعی، سازندهای نامقاوم و سست کواترنری و در خاک‌هایی با درصد زیاد رس و سیلت و مارن قرار دارند. درنهایت، با مقایسه دو روش، مشخص گردید که مدل OWA، دارای دقت بالاتری نسبت به روش ANN بوده است. انتظاری در سال ۱۴۰۰ به شناسایی پهنه‌های خطر ناشی از زمین‌لغزش در سکونتگاه‌های روستایی شهرستان داراب پرداخته است. یافته‌ها نشان می‌دهد مناطق پرخطر منطبق با مناطق فاقد پوشش یا پوشش گیاهی کم، نزدیکی به آبراه‌ها و گسل و شیب‌های بین ۲۰ تا ۳۰ درجه است. همچنین، نتایج بیان‌کننده آن است که حدود ۱۶ درصد منطقه که بیشتر شامل شمال و شمال شرق و شمال غرب بوده در معرض خطر زیاد قرار دارند که ۱۰۱ آبادی را در خود جای داده‌اند. تقریباً تمامی لغزش‌های قبلی در مناطق با خطر زیاد و خیلی زیاد اتفاق افتاده که نشان‌دهنده صحت مدل ANP در تهیه نقشه پهنه‌بندی بوده است. همچنین، بر اساس سطح زیر منحنی راک (AUC= ۰/۸۳۴) صحت نتایج به‌دست‌آمده مورد تأیید قرار گرفت. پژوهش انتظاری و کردوانی (۲۰۲۲) در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش‌های مبتنی بر GIS و داده‌های راداری در فریدون‌شهر اصفهان نشان داد که نقشه مناطق حساس و پرخطر منطقه فریدون‌شهر، هم‌پوشانی ۶۷ درصد از سلول‌های مناطق با خطر خیلی زیاد و زیاد در نقشه‌های پهنه‌بندی خطر با سلول‌هایی از نقشه جابه‌جایی سطحی به‌دست‌آمده از پردازش تصاویر راداری سنتینل با بیشترین جابه‌جایی، را نشان می‌دهد، که می‌تواند بیانگر احتمال زمین‌لغزه و یا خطر زمین‌لغزه در این مناطق باشد.

رضایی و کاویانپور (۲۰۱۵) در ارزیابی میزان تاب‌آوری اجتماعی و کالبدی - محیطی در مواجهه با زلزله نشان دادند که بین تاب‌آوری موجود در محلات مشهد و سطح تاب‌آوری آن‌ها در ابعاد اجتماعی، کالبدی - محیطی رابطه معنی‌داری وجود دارد. این در حالی است که تاب‌آوری کل خانوارهای مورد مطالعه ۶۴/۷۷ درصد است که می‌توان گفت در وضعیت متوسطی قرار دارند. پژوهش نوری و سپهوند (۲۰۱۶) در تحلیل تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر زلزله در دهستان شیروان شهرستان بروجرد حاکی از آن است که وضعیت تاب‌آوری روستاها در برابر زلزله پایین‌تر از سطح متوسط بوده و تفاوت معنی‌داری در بین روستاها وجود دارد. همچنین در

این پدیده نتیجه طیف گسترده‌ای از فرایندهای محیط‌زیست جغرافیایی است که شامل عوامل زمین‌شناسی، هواشناسی و انسانی است. به‌طور کلی عوامل وقوع زمین‌لغزش را می‌توان به چهار دسته کلی؛ عوامل زمین‌شناسی، عوامل ریخت‌شناسی، عوامل انسانی و مکانیسم‌های محرک تقسیم کرد. زمین‌لغزش یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی هستند و باعث ایجاد تغییرات شدید در مورفولوژی منظر و آسیب به سازه‌های طبیعی و مصنوعی روی زمین می‌شوند. زمین‌لغزش‌ها ۹ درصد بلایای طبیعی را در یک دهه گذشته شامل شده و این آهنگ رو به رشد، در دهه‌های آتی نیز ادامه دارد (Asghrari Saraskanrood et al., 2021: 132). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که اغلب خسارات ناشی از حوادث در مکان‌هایی به وقوع پیوندد که سکونتگاه‌های آسیب‌پذیر روستایی در نزدیکی مناطق مستعد خطر نظیر سیلاب دشت‌ها، مناطق لرزه‌خیز و خطوط ساحلی قرار دارند (Salehi et al., 2011).

در زمینه تحلیل فضایی تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی و به‌ویژه زمین‌لغزش مطالعات چندانی در سطح کشور انجام نشده است. لذا به نظر می‌رسد استفاده از رویکرد فضایی در تحلیل ابعاد مختلف تاب‌آوری کمک شایانی به پیش و مدیریت فضا بنماید. در این راستا، ابتدا برخی از مطالعات انجام‌شده در مورد زمین‌لغزش ارائه و سپس به پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی اشاره شده است.

فتوحی و همکاران (۲۰۱۳) در مکان‌یابی مناطق مستعد نسبت به لغزش در شمال نیشابور، اظهار می‌دارند که عامل شیب در این منطقه مهم‌ترین عامل زمین‌لغزش و زمین‌شناسی دومین عامل مؤثر بر میزان زمین‌لغزش منطقه به شمار می‌آید. همچنین مناطق مستعد به لغزش این منطقه منطبق بر مناطق دارای لغزش است. میر سنجری و همکاران (۲۰۱۸) در پهنه‌بندی خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از مدل LNRF در حوضه آبریز قمرود-الیگودرز نشان دادند که بیشترین سطح لغزش در سازندهای دربردارنده واحدهای مارن گچی و ماسه‌ای، شیل کربناته با میان لایه‌هایی از ماسه‌سنگ، شیل توفی و توف سبز و در طبقات شیب ۲۰-۵ درصد و در جهت شمالی به وقوع پیوسته است. همچنین در این منطقه میزان وقوع لغزش با فاصله از گسل‌ها رابطه مستقیم داشته است و نشان‌دهنده عدم تأثیر این گسل‌ها در وقوع لغزش در منطقه بوده است. انتظار می‌رود که بر پایه این نتایج، بهترین برنامه‌ریزی برای حوضه آبریز قمرود-الیگودرز به‌ویژه در راستای احداث سازه‌هایی نظیر راه‌های ارتباطی، ساخت‌وسازهای مسکونی و تأسیسات به‌منظور کاهش هزینه‌های محیط‌زیستی و اقتصادی صورت پذیرد. اصغری سراسکانرو و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به ارزیابی

در پژوهشی به تحلیل مکانی تاب‌آوری نواحی روستایی دهستان دولت‌آباد شهرستان جیرفت در برابر زلزله پرداخته و نشان دادند که در بین شاخص‌ها، بیشترین ارزش وزنی را شاخص گسل اصلی و فرعی و کمترین ارزش را شاخص شاغلان ده سال و بیشتر به خود اختصاص دادند. همچنین میزان تاب‌آوری روستاها در برابر زلزله متفاوت بوده و از الگوی واحدی پیروی نمی‌کنند، به‌گونه‌ای که ۶۰ درصد از روستاها در پهنه با تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد قرار داشته و روستاهایی که در محدوده با تاب‌آوری خیلی زیاد قرار دارند، ۵۳ درصد از کل روستاهای محدوده مورد مطالعه را در برمی‌گیرند. پژوهش کیخا و همکاران (۲۰۲۲) در تحلیل فضایی میزان برخورداری جامعه محلی از شاخص‌های کالبدی - محیطی مؤثر بر تاب‌آوری در برابر مخاطرات محیطی روستاهای منطقه سیستان نشان داد که میزان همبستگی چندگانه بین عوامل کالبدی - محیطی و تاب‌آوری برابر با ضریب تعیین ( $R^2 = 0/001$ ) بوده و بیانگر آن است که عوامل کالبدی - محیطی هیچ تأثیری بر تاب‌آوری روستائیان در منطقه سیستان ندارد.

مطالعات انجام‌گرفته در زمینه الگوی فضایی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطرات طبیعی در خارج از کشور نیز حاکی از تنوع کارهای انجام‌شده در این زمینه است. در مقاله کمی‌سازی فضایی تاب‌آوری جامعه در منطقه مزاربانی<sup>۱</sup> در زیمبابوئه از تکنیک تحلیل مؤلفه اصلی<sup>۲</sup> (PCA) برای تجزیه و تحلیل تاب‌آوری استفاده و مشخص شد که تغییرات جغرافیایی در تاب‌آوری جامعه در اکثر بخش‌های منطقه مزاربانی، پایین تا پایین‌تر از سطح کلی تاب‌آوری است (Mavhura & Manyena, 2018). تاب‌آوری معیشت روستایی از بعد اجتماعی، اقتصادی، محیطی و کالبدی در روستاهای ناحیه سایونگ<sup>۳</sup> اندونزی نشان داد که روستای سریولان<sup>۴</sup> دارای بالاترین امتیاز در بین مناطق مورد مطالعه و دارای سطح تاب‌آوری معیشتی متوسط است و روستای تیمبولسلوکو<sup>۵</sup> با کمترین امتیاز تنها منطقه مورد مطالعه با تاب‌آوری معیشتی پایین است (Rudiarto et al., 2019). آخرین مطالعات در زمینه تاب‌آوری، گرایش اندک در افزایش تاب‌آوری روستایی چین را مورد تأیید قرار می‌دهد، به طوری که تاب‌آوری روستایی در شرق چین که اقتصاد توسعه‌یافته‌ای دارد، بالاتر از چین مرکزی و غربی است. در مقایسه با تاب‌آوری اجتماعی و تاب‌آوری مهندسی، تاب‌آوری اقتصادی عامل اصلی محدودیت برای تاب‌آوری روستایی چین محسوب شده و این امر عمدتاً به خروج کارگران روستایی به شهرها نسبت داده می‌شود (Li et al., 2021). تحلیل الگوی فضایی رابطه بین آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی (شمال شرق تایوان) نشان

بین ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی نواحی روستایی، بعد سرمایه اجتماعی سهم و تأثیر بیشتری در میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی ایفا می‌کند. عنابستانی و همکاران (۲۰۱۶) در تحلیل فضایی سطح تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی بخش مرکزی شهرستان فاروج در برابر مخاطرات محیطی نشان دادند که بعد زیرساختی با میانگین ۲/۹۲ بیشترین و عوامل بعد اقتصادی با میانگین ۲/۵۸ کمترین تأثیر را در تاب‌آوری روستاها داشته است. همچنین مشخص شد از بین شاخص‌های مورد مطالعه «میزان رضایت روستائیان از عملکرد شورا و دهیاری»، «نقش نهادها در آموزش مردم در مورد حوادث مختلف» و «استفاده از مصالح جدید و بادوام برای پیشگیری از اثرات مخرب حوادث» بیشترین اثر را در تاب‌آوری روستاها دارند. نظری و همکاران (۲۰۱۸) به تحلیل و سنجش تاب‌آوری محیطی روستاهای حوضه آبخیز گرگانرود در مواجهه با سیل پرداخته و به این نتیجه رسیدند که بین مؤلفه‌های محیطی روستاهای منتخب و میزان تاب‌آوری خانوارهای آن‌ها رابطه معنی‌داری وجود دارد. به‌گونه‌ای که میانگین تاب‌آوری محیطی کل منطقه (۲/۷۶) پایین‌تر از حد متوسط است. همچنین ۷۱ درصد سکونتگاه‌های روستاهای نمونه در پهنه‌های با میزان آسیب‌پذیری نسبتاً بالا و ۹ درصد آن‌ها در پهنه با تاب‌آوری نسبتاً مناسب از لحاظ فضایی قرار داشتند. روستایی و همکاران (۲۰۱۹) در ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی روستاهای تبریز در برابر زلزله نشان می‌دهند که ۲۰ درصد از اراضی روستاهای شهر تبریز از آسیب‌پذیری بسیار کم و ۸۰ درصد آن‌ها از آسیب‌پذیری بسیار زیاد در برابر زلزله برخوردار هستند. در نتیجه روستاهای شهر تبریز در برابر بحران از جمله زلزله به لحاظ کالبدی به شدت آسیب‌پذیر هستند. پژوهش بدری و همکاران (۲۰۱۹) در تحلیل فضایی تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطره زلزله در شهرستان مریوان نشان داد که روستاها دارای بافتی با تاب‌آوری پایین هستند که دلیل اصلی آن وضعیت نامناسب سکونتگاه‌ها از نظر عوامل درونی از جمله کیفیت پایین ساخت‌وساز و اسکلت نامناسب بناها در این مناطق است. همچنین از لحاظ فضایی نیز روستاهای مورد مطالعه از تاب‌آوری نامناسب و کاملاً نامناسبی در برابر با زلزله برخوردار هستند. پژوهش خسروی مال امیری و همکاران (۲۰۲۰) در تبیین الگوی تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی بخش دهدز شهرستان ایذه، بیانگر آن است که هر یک از ضرایب تأثیر شاخص‌های محیطی - طبیعی، اجتماعی - اقتصادی، نهادی - مدیریتی و کالبدی - فضایی بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی این ناحیه به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۴، ۰/۱۹ و ۰/۲۵ است. بنابراین الگوی تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی این بخش در وضعیت مناسبی قرار داشته و در این الگو شاخص طبیعی نسبت به انسانی از وزن بالاتر و شاخص نهادی - مدیریتی که مستلزم اقدامات و کارایی سازمانی، نهادی و انسانی هستند، از وزن کمتری برخوردار بودند. طیب‌نیا و ابراهیمی پور (۲۰۲۱)

1. Muzarabani
2. Principal Component Analysis
3. Sayung
4. Sriwulan
5. Timbulsloko



دسترسی به منابع، ظرفیت سازگاری فردی، تنوع معیشت، و اثر بخشی معیار کاهش خطر بلایا در تاب‌آوری در مقابل زلزله مهم هستند (Kwazu & Chang-Richards, 2022). در نهایت در مقاله «تفکر تاب‌آوری در توسعه و مدیریت سکونتگاه‌های انسانی روستایی» در کشور زیمبابوه مشخص شد که می‌توان ایده‌های تاب‌آوری را به عمل تبدیل و شیوه‌های تاب‌آوری را در زمینه برنامه‌ریزی منطقه‌ای در زیمبابوه نظریه‌پردازی کرد. بدون شک، در یک چهارچوب یکپارچه برای اقتصاد فضایی کشور باید طیف وسیعی از مفاهیم، استراتژی‌ها و مدل‌های تاب‌آوری را همراه با شیوه‌های اجرای سیاست‌های زیربنایی لحاظ کرد (Chirisa & Nel, 2022).

### روش‌شناسی تحقیق

به‌منظور شناسایی الگوی فضایی تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر زمین‌لغزش، در ابتدا از شاخص‌های طبیعی و انسانی مؤثر در تاب‌آوری استفاده شد. برای این کار، معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی این ناحیه با نظرسنجی از متخصصین شناسایی گردید. معیارها و زیر معیارها بعد از بررسی نهایی در جدول شماره ۱ آورده شده است. در این جدول علاوه بر انتخاب ۱۰ معیار اصلی، زیر معیارها تعیین و همچنین میزان تاب‌آوری هر معیار به سه زیر معیار با تاب‌آوری بالا، متوسط و کم تقسیم شد. علاوه بر این میزان تأثیر هر معیار در میزان تاب‌آوری نهایی سکونتگاه‌های روستایی به ترتیب اهمیت مشخص و کد ترجیحی هر زیر معیار تعیین گردید، که به ترتیب از ترجیح بالاتر به سمت ترجیح پایین‌تر (۷، ۵، ۳) تغییر می‌کند.

در مرحله دوم برای تعیین میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش از سه روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO) استفاده شد. در روش تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس معیارهای موجود در سلسله‌مراتب اولیه به‌عنوان استاندارد ارزیابی معیار در یک سلسله‌مراتب، مقایسه زوجی بین معیارها برای تعیین اهمیت نسبی بین دو معیار انجام می‌شود. بدین ترتیب نسبت اهمیت معیارها با مقادیر  $\frac{1}{8}$ ،  $\frac{1}{9}$  تا  $\frac{1}{4}$  برای ۱، ۲ تا ۹ تعیین می‌شود. در تحلیل سلسله‌مراتبی، از شاخص سازگاری (C.I) و نرخ ناسازگاری (I.R) برای اندازه‌گیری سازگاری ماتریس مقایسه زوجی استفاده می‌شود. از این‌رو، ارزش ماتریس مقایسه زوجی تحت آزمون سازگاری قرار می‌گیرد تا سازگاری ماتریس مقایسه زوجی ساخته‌شده را آزمایش کند (Liang & Peng, 2017).

داد که توپوگرافی مهم‌ترین عامل تفاوت فضایی بوده و ارتفاع زیاد و شیب‌های تند در نواحی کوهستانی مانع اصلی توسعه اجتماعی و اقتصادی است. همچنین این وضعیت پیامدهای آسیب‌پذیری بالا و تاب‌آوری پایین را به همراه دارد. سایر مناطق واقع در نواحی دشتی از توپوگرافی مطلوبی برای توسعه اجتماعی و اقتصادی برخوردار هستند و از آسیب‌پذیری کم و تاب‌آوری بالا بهره می‌برند (Sung & Liaw, 2021). در همین راستا تاب‌آوری سیستم سکونتگاه‌های انسانی روستایی<sup>۶</sup> به پایداری سیستم سکونتگاه‌های انسانی روستایی<sup>۷</sup> در چین اشاره دارد، یعنی توانایی یک سیستم برای جذب و انطباق در مقابل آشفتگی‌ها و شوک‌های داخلی و خارجی با تنظیم ساختار، دور انداختن حالت غیرقابل اجرای اولیه تا بیشترین حد ممکن و ایجاد یک مسیر بازبازی جدید به حالت تعادل جدید دیگر است. از این‌رو تعداد زیادی از روستاها در ۳۰ استان چین بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ از بین رفته و تاب‌آوری سیستم سکونتگاه‌های انسانی روستایی در شرق چین بالاتر از چین مرکزی و غربی است. همچنین مناطق شمال شرقی و شرقی چین به منطقه اصلی تکامل این شاخص تعلق دارند. تجزیه و تحلیل آشکارسازهای جغرافیایی نشان می‌دهد که اثر عوامل پایه محور در شاخص RHSSR به‌طور قابل توجهی با زمان کاهش و اثر عوامل هسته محور و عوامل خارجی افزایش می‌یابد و تأثیر دو عامل بیشتر از تک عامل است. در این میان، ساختار صنعتی (IS) تأثیر مهمی بر تفاوت مکانی سطح تاب‌آوری سیستم سکونتگاه‌های انسانی روستایی دارد (Ge et al., 2022). تحلیل فضایی تاب‌آوری اقتصادی کشاورزی در انگلستان و ولز بیانگر آن است که رویکرد فضایی - اقتصادی برای درک جغرافیای تاب‌آوری کشاورزی در سطوح زیر ملی مفید بوده و می‌تواند برای کمک به تصمیم‌گیری و تدوین استراتژی‌ها برای ترویج کشاورزی پایدار ارزشمند باشد (Berry et al., 2022). بررسی تطبیقی تاب‌آوری مناطق شهری و روستایی شهرستان چیایی<sup>۸</sup> تایوان در برابر تغییرات اقلیمی حاکی از آن است که برخی از قابلیت‌های تاب‌آوری در شهر یا روستا متمرکز وجود دارند. همچنین با استفاده از رگرسیون لجستیک باینری مشخص شد که مناطق شهری قابلیت‌های برجسته‌تری در تاب‌آوری زیرساخت‌ها (مقدار ضریب  $1/339$ )، تاب‌آوری ساختار سنی جامعه ( $0/694$ ) و تاب‌آوری اراضی سبز ( $0/3$ ) دارند، در حالی که مناطق روستایی از نظر تاب‌آوری استقلال اقتصادی ساکنان ( $-0/398$ ) و تاب‌آوری دانش بومی ( $-0/422$ ) برجسته‌تر هستند. در همین راستا نواحی شهری بیشتر به تاب‌آوری ساختار اجتماعی - اقتصادی و مناطق روستایی بیشتر به دانش و استقلال اقتصادی خود وابسته هستند (Su et al., 2022). وارزبایی آمادگی معیشتی در برابر زلزله در کایکورا<sup>۹</sup> نیوزیلند نشان داد که چهار شاخص معیشتی یعنی

6. Rural Human Settlements System Resilience

7. Rural Human Settlements System

8. Chiayi

9. Kaikoura

جدول ۱. تعیین معیارها، زیرمعیارها و کدگذاری آن جهت تعیین میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در مقابل زمین‌لغزش.

ردیف	معیار	زیرمعیار	میزان تاب‌آوری	کد ترجیحی
۱	شیب	۰ تا ۲۰ درصد	بالا	۷
		۲۰ تا ۴۵ درصد	متوسط	۵
		بیشتر از ۴۵ درصد	کم	۳
۲	فاصله از غسل	بیشتر از ۲۰۰۰ متر	بالا	۷
		۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	متوسط	۵
		کمتر یا مساوی ۱۰۰۰ متر	کم	۳
۳	کیفیت ابنیه	در حال ساخت و نوساز	بالا	۷
		قابل سکونت و مرمتی	متوسط	۵
		تخریبی	کم	۳
۴	مواد و مصالح	بادوام	بالا	۷
		نیمه بادوام	متوسط	۵
		کم‌دوام	کم	۳
۵	عمر ساختمان	۰ تا ۱۰ سال	بالا	۷
		۱۰ تا ۳۰ سال	متوسط	۵
		بیشتر از ۳۰ سال	کم	۳
۶	لرزه‌خیزی	پهنه با خطر متوسط	بالا	۷
		پهنه با خطر نسبتاً بالا	متوسط	۵
		پهنه با خطر بالا	کم	۳
۷	زمین‌شناسی	سازند مقاوم	بالا	۷
		سازند نیمه مقاوم	متوسط	۵
		سازند نامقاوم	کم	۳
۸	جهت شیب	جنوب شرقی، جنوب، جنوب غرب و هموار	بالا	۷
		شرق و غرب	متوسط	۵
		شمال، شمال شرق و شمال غرب	کم	۳
۹	عرض معابر	بیشتر از ۱۲ متر	بالا	۷
		۸ تا ۱۲	متوسط	۵
		مساوی یا کمتر از ۸ متر	کم	۳
۱۰	ارتفاع	جلگه‌ای	بالا	۷
		کوهپایه‌ای	متوسط	۵
		کوهستانی	کم	۳

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

جدول ۲. مقدار شاخص ناسازگاری.

۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲
۱/۵۹	۱/۵۷	۱/۵۶	۱/۴۸	۱/۵۱	۱/۴۹	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۳۲	۱/۱	۱/۱۲	۰/۹	۰/۵۸	۰/۰

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

روستایی شهرستان املش در برابر زمین لغزش، از ۱۰ معیار اصلی انسانی و طبیعی مرتبط با مؤلفه کالبدی که می‌تواند در تشدید زمین لغزش و میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی مؤثر باشد استفاده شده است. این معیارها به ترتیب شامل کیفیت ابنیه، مواد و مصالح به کاررفته در سکونتگاه‌های روستایی، شیب زمین به درصد، عرض معابر داخلی روستاها، عمر ساختمان‌ها، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از گسل‌های موجود، نوع سازند زمین‌شناسی، میزان لرزه‌خیزی و جهت شیب هستند. هرکدام از معیارها نیز به زیرمعیارهایی تقسیم می‌شوند که بیانگر چگونگی عملکرد آن معیار در طیف‌های مختلف است. به عبارت دیگر، هر معیار به زیرمعیار یا زیر بخش‌هایی تقسیم می‌شود که میزان تأثیر و نقش آن زیرمعیار را در تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی نشان می‌دهد. بدین ترتیب معیار کیفیت ابنیه به ۳ طبقه «در حال ساخت و نوساز (۰ تا ۱۰ سال)»، «قابل سکونت و مرمتی (۱۰ تا ۳۰ سال)»، و «تخریبی (بیشتر از ۳۰ سال)» تقسیم شد. در همین راستا، معیار مواد و مصالح بکار رفته در سکونتگاه‌های روستایی نیز به سه گروه «بادوام»، «نیمه بادوام» و «کم‌دوام» طبقه‌بندی شد. به طوری که گروه بادوام دربرگیرنده ساختمان‌هایی است که از مصالحی همچون سیمان، آجر و بلوک و اسکلت بتونی و فلزی استفاده کردند. همچنین گروه نیمه بادوام نیز شامل مصالحی همچون سیمان، آجر و بلوک و یا ترکیبی از آنهاست که بدون اسکلت بتونی یا فلزی هستند و در گروه کم‌دوام نیز ساختمان‌های خشتی، خشت و چوب و چوبی قرار دارند. معیار سوم تبیین‌کننده تاب‌آوری کالبدی در مقابل پدیده زمین لغزش نیز شیب انتخاب شد. زیرا هر چه شیب افزایش یابد احتمال حرکت زمین و جدا شدن خاک از سنگ بستر اصلی بیشتر می‌شود. زیرا با افزایش شیب نیروی تنشی خاک در راستای نیروی ثقل زمین افزایش یافته و در صورت افزایش میزان آب خاک و اشباع شدن خاک از آب، نیروی برشی خاک متعاقباً افزایش و باعث جدا شدن آن از هسته اصلی خاک می‌شود. در نتیجه شیب به ۳ طبقه «۰ تا ۲۰ درصد (تاب‌آوری بالا)»، «۲۰ تا ۴۵ درصد (تاب‌آوری متوسط)»، و «بیشتر از ۴۵ درصد (تاب‌آوری کم)» تقسیم شد. معیار چهارم نیز عرض معابر در نظر گرفته شده است زیرا هر چه عرض معابر داخلی روستا کمتر باشد خطر ناشی از زمین لغزش، مسکن روستایی را بیشتر تهدید کرده و در نتیجه میزان تاب‌آوری آن‌ها را کاهش می‌دهد. از این رو عرض معابر به سه گروه «کمتر یا مساوی ۸ متر (تاب‌آوری کم)»، «بیشتر از ۸ و کمتر یا مساوی ۱۲ متر (تاب‌آوری متوسط)» و «بیشتر از ۱۲ متر (تاب‌آوری بالا)» طبقه‌بندی شد. معیار بعدی نیز عمر ساختمان در نظر گرفته شده است. استدلال در مورد این معیار آن است که با افزایش عمر ساختمان از مقاومت آن کاسته شده و احتمال صدمه دیدن آن در هنگام وقوع زمین لغزش بیشتر می‌شود. بدین ترتیب این معیار به سه زیرگروه ساختمان‌های «۰ تا ۱۰ سال (تاب‌آوری بالا)»، «۱۰ تا ۳۰ سال (تاب‌آوری متوسط)» و «بیشتر از ۳۰

برای شناسایی الگوی حاکم بر میزان تاب‌آوری روستاهای محدوده مورد مطالعه نیز از شاخص موران محلی و تحلیل نقاط داغ (گتیس اورد) استفاده شد. در این تحلیل اگر مقدار مثبت و معنی‌دار باشد بیانگر این است که مناطق موجود توسط مناطق مشابه خود محاصره شده‌اند. مقادیر مثبت یا نشان‌دهنده این است که منطقه موردنظر با مقادیر مشخص توسط مناطقی با مقادیر مشابه احاطه شده است (بالا-بالا یا پایین-پایین)، و به این گونه مناطق خوشه گفته می‌شود. از طرف دیگر مقادیر منفی و معنی‌دار یا بیانگر آن است که مناطق موردنظر توسط مناطقی که از لحاظ ارزشی اصلاً شباهتی با یکدیگر ندارند احاطه شده است (بالا-پایین یا پایین-بالا)، که به این گونه مناطق، ناخوشه گفته می‌شود و وجود چنین مناطقی حاکی از همبستگی فضایی منفی است (Alijani, 2018). در همین راستا، از تحلیل نقاط داغ (آماره گتیس-اورد<sup>۱</sup>) برای نشان دادن عوارض دارای مقادیر بالا یا پایین که به صورت خوشه در فضا مشخص می‌شوند، استفاده شد. آمار  $G_i^*$  نوعی نمره Z محسوب می‌شود به طوری که نمرات Z مثبت، معنی‌داری آماری مقادیر بالا (نقاط داغ) و نمرات Z منفی، معنی‌داری آماری مقادیر پایین (نقاط سرد) را تأیید و نشان‌دهنده خوشه‌بندی فضایی نقاط با مقادیر بالا و پایین هستند (W.S. & J.I, 2005).

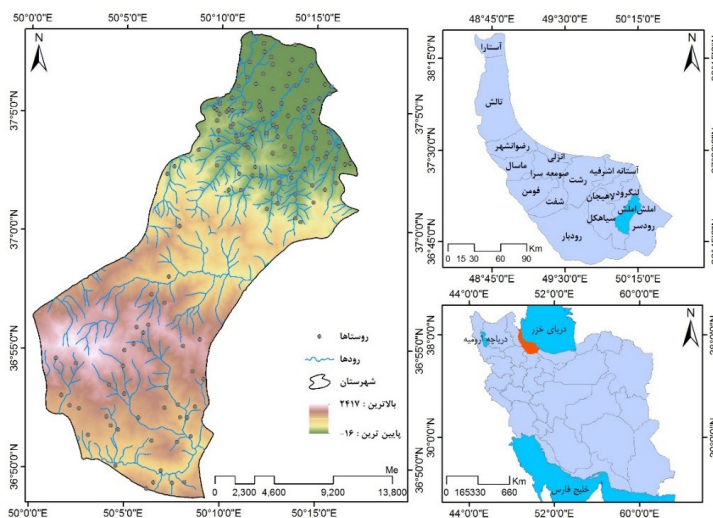
قلمرو جغرافیایی پژوهش حاضر شهرستان املش در استان گیلان است. شهرستان املش به مساحت ۴۰۴ کیلومتر مربع در شرق استان گیلان و بین ۵۰ درجه، ۰۰ دقیقه و ۰۶ ثانیه تا ۵۰ درجه، ۱۷ دقیقه و ۱۶ درجه طول شرقی و ۳۶ درجه، ۴۸ دقیقه و ۴۳ ثانیه تا ۳۷ درجه، ۰۸ دقیقه و ۲۸ ثانیه شمالی واقع شده است. این شهرستان از سمت شمال و شرق به شهرستان رودسر، از جنوب به شهرستان سیاهکل و از سمت شمال غرب و غرب به شهرستان لنگرود محدود می‌شود. قسمت اعظم این شهرستان به‌ویژه در قسمت‌های جنوبی کوهستانی است. جمعیت شهرستان املش بر اساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵ برابر ۴۳۲۲۵ نفر بوده که ۲۱۵۶۱ نفر آن را مرد و ۲۱۶۶۴ نفر آن را زن با ۱۵۳۰۶ خانوار تشکیل می‌دهند. این شهرستان دارای دو بخش رانکوه و مرکزی است. بخش رانکوه شامل یک شهر به نام رانکوه و سه دهستان به نام‌های سامان و کجید و شبخوسلات است. بخش مرکزی شامل یک شهر به نام املش و دو دهستان به نام‌های املش شمالی و املش جنوبی است. املش دارای تعداد ۱۴۵ آبادی بوده که ۱۳۰ روستای آن دارای سکنه بوده و مابقی (۱۵ آبادی) خالی از سکنه است (Management and Planning Organization of Gilan Province, 2017).

## یافته‌ها

به‌منظور تعیین الگوی فضایی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های

سنگ‌ها و قابلیت نفوذپذیریشان به سه دسته «سازندهای مقاوم (تاب‌آوری بالا)»، «سازندهای نیمه مقاوم (تاب‌آوری متوسط)» و «سازندهای نامقاوم (تاب‌آوری کم)» طبقه‌بندی شدند. معیار بعدی برای تعیین میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌ها در مقابل زمین‌لغزش نیز جهت شیب انتخاب شد. جهت شیب در تعامل با شیب و همچنین تأثیر آن در میزان نورگیری و رطوبت خاک تأثیر بسزایی در زمین‌لغزش دارد، زیرا باتوجه به عرض جغرافیایی شهرستان املش (۳۶ درجه) و قرارگیری در منطقه معتدل، میزان نورگیری دامنه‌های شمالی نسبت به دامنه‌های جنوبی کمتر بوده و اثر آن در فصل سرد سال به دلیل تمایل زاویه تابش خورشید، افت دما و بارش‌های منجمد به‌ویژه در مناطق کوهستانی باعث اشباع منافذ خاک از رطوبت شده و شرایط برای زمین‌لغزش در این موقع از سال نسبت به فصل گرم فراهم می‌شود. در نتیجه جهت شیب به سه طبقه «تاب‌آوری کم (جهت‌های شمال، شمال شرق و شمال غرب)»، «تاب‌آوری متوسط (جهت‌های شرقی و غربی)» و «تاب‌آوری بالا (جهت‌های جنوب شرق، جنوب، جنوب غرب و هموار)» طبقه‌بندی شد. میزان لرزه‌خیزی به‌عنوان آخرین معیار تاب‌آوری در نظر گرفته شد. که بر اساس این معیار منطقه مورد مطالعه به سه ناحیه با «لرزه‌خیزی متوسط (تاب‌آوری بالا)»، «لرزه‌خیزی نسبتاً بالا (تاب‌آوری متوسط)» و «لرزه‌خیزی بالا (تاب‌آوری پایین)» طبقه‌بندی گردید. در تصویر شماره ۲، نقشه معیارها و زیرمعیارها بر اساس میزان تاب‌آوری روستاها در شهرستان املش نشان داده شده است. در این شکل توزیع و پراکنش میزان تاب‌آوری روستاها در ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی به تفکیک معیارها و زیر معیارها قابل شناسایی است.

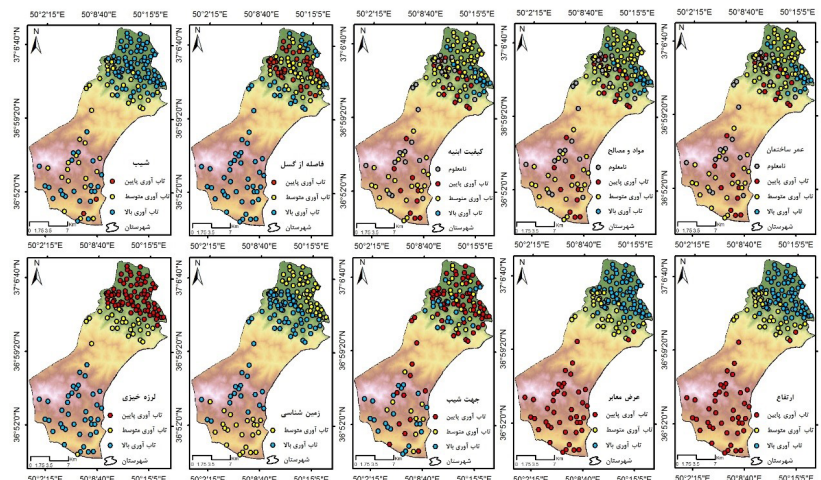
سال (تاب‌آوری کم)» تقسیم شد. معیار ارتفاع از این جهت به‌عنوان یکی از معیارهای مؤثر در میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی در نظر گرفته شد که تأثیر مستقیم بر سرعت دسترسی شهرهای پیرامونی جهت دسترسی به کمک‌های موردنیاز بعد از وقوع زمین‌لغزش دارد. بدین ترتیب ارتفاع به سه گروه مناطق جلگه‌ای با ارتفاع ۰ تا ۱۰۰ متر از سطح دریا (تاب‌آوری بالا)، مناطق کوهپایه‌ای با ارتفاع ۱۰۰ تا ۵۰۰ متر (تاب‌آوری متوسط) و مناطق کوهستانی با ارتفاع بیشتر از ۵۰۰ متر (تاب‌آوری کم) تقسیم شد. معیار فاصله از گسل‌های موجود که تأثیر مستقیم بر فرایند زمین‌لغزش در مواقعی که زلزله اتفاق می‌افتد دارد به‌عنوان معیار بعدی در بررسی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که با افزایش فاصله از گسل بر میزان تاب‌آوری افزوده می‌شود. در نتیجه معیار فاصله از گسل به ۳ گروه تقسیم شد که گروه اول شامل روستاهایی است که در فاصله کمتر از ۱۰۰۰ متر قرار داشته و از تاب‌آوری کم برخوردار هستند. گروه دوم شامل سکونتگاه‌های روستایی واقع در فاصله ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متری گسل (تاب‌آوری متوسط) و گروه سوم نیز شامل روستاهایی است که در فاصله بیشتر از ۲۰۰۰ متری گسل قرار دارند و از تاب‌آوری بالایی برخوردار هستند. معیار هشتم میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش نیز سازند زمین‌شناسی منطقه در نظر گرفته شد. استدلال اصلی در مورد تأثیر سازند زمین‌شناسی بر میزان تاب‌آوری در مقابل فرایند زمین‌لغزش این است که در سازندهای سست که همراه با نفوذ آب باشد احتمال حرکت زمین در هماهنگی با افزایش شیب شدت می‌یابد و این مهم در مورد سازندهای سنگی پیوسته که نفوذناپذیر هستند کمتر است. بنابراین معیار زمین‌شناسی بر اساس میزان مقاومت



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

تصویر ۱. موقعیت جغرافیایی روستاهای شهرستان املش در سطح استان گیلان. منبع: نگارندگان، ۱۴۰۲





تصویر ۲. میزان تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش نسبت به هر کدام از ۱۰ معیار مورد بررسی به روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP). منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

درجه اهمیت دوم تا دهم قرار می‌گیرند. بعد از مقایسه زوجی و محاسبه ارجحیت معیارها نسبت به هم، نوبت به وزن نهایی معیارها می‌رسد. برای این کار ابتدا اعداد ارجحیت تمامی معیارها به صورت سطری در هم ضرب شده و در ستون حاصل ضرب وزن‌ها درج می‌شود. سپس با محاسبه میانگین هندسی حاصل ضرب وزن‌ها، وزن نهایی نرمال نشده به دست می‌آید. لازم به ذکر است فرجه رادیکال برابر با تعداد لایه‌ها یا ۱۰ است. برای به دست آوردن وزن نهایی معیارها، وزن نهایی نرمال نشده بر میانگین وزن نهایی نرمال نشده تقسیم می‌گردد. در نتیجه وزن هر معیار در مدل نهایی جهت تعیین میزان تاب‌آوری مشخص می‌شود.

برای تعیین میزان صحت اوزان باید مقدار بردار ویژه معیارها، شاخص سازگاری و نرخ ناسازگاری محاسبه گردد. بدین منظور در جدول شماره ۴، بعد از وزن نهایی نرمال شده معیارها، در مرحله اول مجموع حاصل ضرب هر سطر ماتریس در ستون بردار وزن یا همان وزن نهایی نرمال شده محاسبه و در جدول با عنوان مرحله اول محاسبه بردار ویژه درج می‌گردد. سپس اعداد به دست آمده از مرحله اول بر وزن نهایی معیارها تقسیم می‌گردد. در نهایت با میانگین‌گیری از اعداد محاسبه شده در مرحله دوم، مقدار بردار ویژه برابر با  $10/118$  به دست آمد. در نتیجه شاخص سازگاری با استفاده از رابطه ۵ برابر با  $0/0131$  و نرخ ناسازگاری با استفاده از رابطه ۶ برابر با  $0/00879$  به دست آمد. در نتیجه مقدار نرخ ناسازگاری کمتر از  $0/1$  بوده و بیانگر سازگاری در مقایسات زوجی است. از این رو اعتبار وزن معیارها مورد تأیید قرار می‌گیرد. چنانچه این عدد بزرگ‌تر از  $0/1$  باشد بیانگر سازگاری در مقایسات نبوده و اعتبار نظرات کارشناسی تأیید نمی‌گردد، در غیر این صورت باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر کرد. نتایج محاسبات در جدول شماره ۳ و ۴ ارائه شده است.

بعد از تعیین میزان تاب‌آوری هر روستا نسبت به معیار و زیر معیار معین، باید گفت که میزان تأثیر معیارها و زیرمعیارها در میزان تاب‌آوری کل هر روستا متفاوت است. از این رو با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی وزن هر معیار و زیر معیارهای آن در مدل نهایی تاب‌آوری تعیین گردید. معیارهای مورد نیاز برای تعیین تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش از منابع مختلف و باتوجه به شرایط محیطی و انسانی حاکم بر منطقه اتخاذ شده است. بدین ترتیب معیارهای مورداستفاده در این پژوهش به ترتیب اهمیت نیز معیار شیب، فاصله از گسل، کیفیت ابنیه، مواد و مصالح، عمر ساختمان، لرزه‌خیزی، زمین‌شناسی، جهت شیب، عرض معابر و ارتفاع در نظر گرفته شد. در جدول شماره ۱، معیارهای مورداستفاده در این پژوهش به ترتیب اهمیت آورده شده است.

در این راستا، بعد از ارزش‌گذاری اولیه معیارها، باید میزان تأثیر هر معیار در مدل نهایی مشخص گردد. از این رو وزن هر معیار محاسبه شد. در جدول شماره ۳، مراحل محاسبه وزن نهایی معیارها آورده شده است. بدین منظور در ابتدا با مقایسه زوجی یا دو به دو معیارها، وزن‌های اولیه یا میزان تأثیر اولیه معیارها نسبت به هم مشخص می‌شود. همچنین مقایسه ماتریسی به ابعاد  $n \times m$  ایجاد می‌شود که ماتریس فوق از نوع مربع است. ماتریس مقایسه‌ای در تحلیل سلسله‌مراتبی یک ماتریس معکوس است یعنی اگر ترجیح معیار اول به دوم ۵ باشد، عکس آن ترجیح یا معیار دوم به اول نیز  $1/5$  است. بر این اساس ترجیح هر معیار با خودش یک است. در این جدول معیارها بر اساس اهمیتشان در تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستاهایی نیز مرتب شده‌اند، به طوری که معیار شیب از بالاترین درجه اهمیت و سایر معیارها یعنی فاصله از گسل، کیفیت ابنیه، مواد و مصالح، عمر ساختمان، لرزه‌خیزی، زمین‌شناسی، جهت شیب، عرض معابر و ارتفاع به ترتیب در

جدول ۳. محاسبه وزن نهایی معیارها در ماتریس مقایسه زوجی.

وزن نهایی معیارها	میانگین وزن نرمال نشده	وزن نهایی نرمال شده	حاصل ضرب وزن‌ها	ارتفاع	عرض معابر	جهت شیب	زمین‌شناسی	لرزه‌خیزی	عمر ساختمان	مواد و مصالح	کیفیت ابنیه	فاصله از گسل	شیب	معیارها
۰/۲۳۳۱	۱۱/۹۹۲۹	۶۵۸/۲۱	۲۹۱۶۰	۴/۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲/۵	۱/۵	۱	شیب
۰/۱۸۸۸	۱۱/۹۹۲۹	۶۲۶۳۹	۳۵۳۷/۱۸	۴	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲	۱	۰/۶۶	فاصله از گسل
۰/۱۳۷۷	۱۱/۹۹۲۹	۷۱۶۵۱۸	۱۵۱/۲	۳/۵	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۰/۵	۰/۴	کیفیت ابنیه
۰/۱۰۱۲	۱۱/۹۹۲۹	۱۱/۲۱۴۱	۶/۹۶۰۹	۳	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۱/۵	۱/۵	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	مواد و مصالح
۰/۰۸۵۶	۱۱/۹۹۲۹	۱/۰۲۷۱	۱/۳۰۶۸	۲/۵	۲	۲	۲	۱/۵	۱	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	عمر ساختمان
۰/۰۷۰۸	۱۱/۹۹۲۹	۰/۷۴۸۸	۰/۱۹۴۱	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	لرزه‌خیزی
۰/۰۵۰۹	۱۱/۹۹۲۹	۰/۶۱۰۱	۰/۰۰۷۱	۱/۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۶	زمین‌شناسی
۰/۰۴۷۸	۱۱/۹۹۲۹	۰/۵۷۲۹	۰/۰۰۳۸	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۵	جهت شیب
۰/۰۴۵۷	۱۱/۹۹۲۹	۰/۵۴۷۹	۰/۰۰۲۴	۱/۲۵	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۵	عرض معابر
۰/۰۳۸۴	۱۱/۹۹۲۹	۰/۴۶۰۵	۰/۰۰۰۴	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۲	ارتفاع
۱	۱۱/۹۹۲۹													مجموع

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

جدول ۴. محاسبه بردار ویژه.

مقدار بردار ویژه	محاسبه بردار ویژه (مرحله دوم)	محاسبه بردار ویژه (مرحله اول)	وزن نهایی معیارها	ارتفاع	عرض معابر	جهت شیب	زمین‌شناسی	لرزه‌خیزی	عمر ساختمان	مواد و مصالح	کیفیت ابنیه	فاصله از گسل	شیب	معیارها
۱۰/۲۲۶	۲/۳۸۴	۲/۳۳۱	۰/۲۳۳۱	۴/۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲/۵	۱/۵	۱	شیب
۱۰/۱۷۶	۱/۹۲۱	۰/۱۸۸۸	۰/۱۸۸۸	۴	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲	۱	۰/۶۶	فاصله از گسل
۱۰/۲۲۳	۱/۴۰۸	۰/۱۳۷۷	۰/۱۳۷۷	۳/۵	۳	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۰/۵	۰/۴	کیفیت ابنیه
۱۰/۲۰۶	۱/۰۳۳	۰/۱۰۱۲	۰/۱۰۱۲	۳	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۱/۵	۱/۵	۱	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	مواد و مصالح
۱۰/۰۹۵	۰/۱۸۶۵	۰/۰۸۵۶	۰/۰۸۵۶	۲/۵	۲	۲	۲	۱/۵	۱	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	عمر ساختمان
۱۰/۰۱۴	۰/۷۰۹	۰/۰۷۰۸	۰/۰۷۰۸	۲	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱	۰/۶۶	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	لرزه‌خیزی
۱۰/۰۶۳	۰/۵۱۲	۰/۰۵۰۹	۰/۰۵۰۹	۱/۵	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۶	زمین‌شناسی
۱۰/۰۵۲	۰/۴۸۰	۰/۰۴۷۸	۰/۰۴۷۸	۱/۲۵	۱/۲۵	۱	۰/۸	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۵	جهت شیب
۱۰/۰۵۱	۰/۴۵۹	۰/۰۴۵۷	۰/۰۴۵۷	۱/۲۵	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۵	عرض معابر
۱۰/۰۷۳	۰/۳۸۷	۰/۰۳۸۴	۰/۰۳۸۴	۱	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۶۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳۳	۰/۲۸	۰/۲۲	ارتفاع
۱۰/۱۷۹														مجموع

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

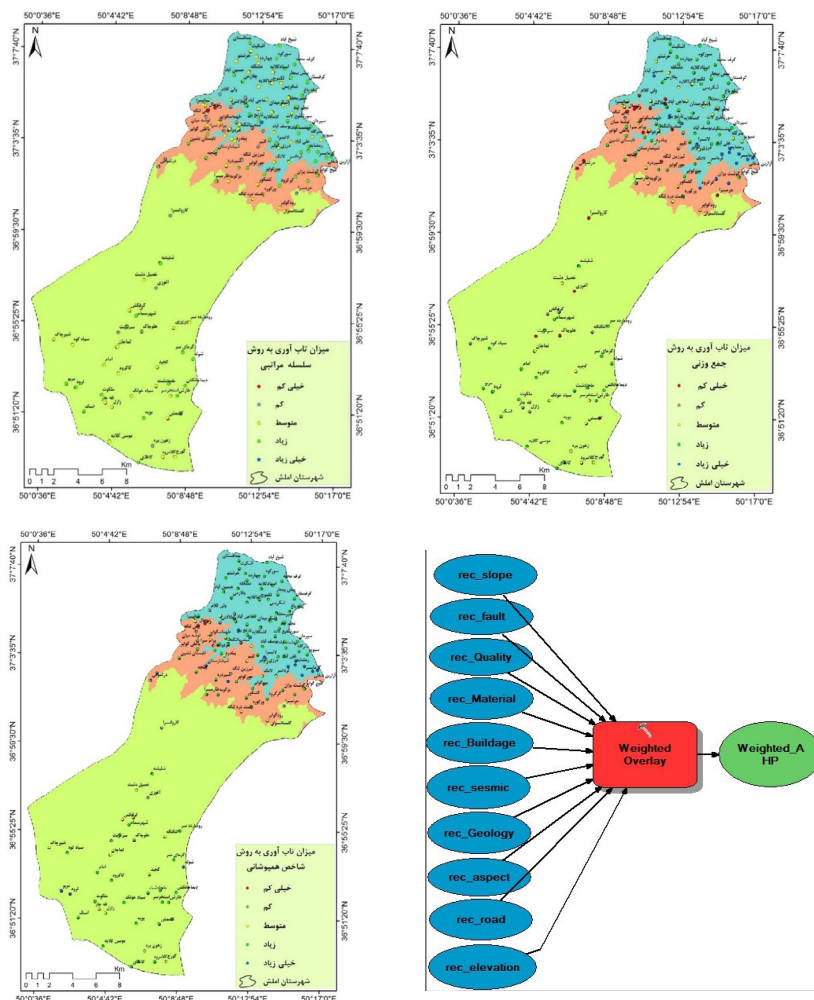
درصد)، ۲۱/۴ درصد در محدوده تاب‌آوری متوسط و ۲۷/۶ درصد روستاها در محدوده تاب‌آوری بالا قرار دارند. همچنین باتوجه به معیار عرض معابر، ۴۳ روستا (۲۹/۷ درصد) دارای تاب‌آوری کم، ۳۵ روستا (۲۴/۱ درصد) دارای تاب‌آوری متوسط و ۶۷ روستا (۴۶/۲ درصد) دارای تاب‌آوری بالا هستند. درنهایت ۴۳ روستا (۲۹/۷ درصد) از ۱۴۵ روستای شهرستان املش از تاب‌آوری کم، ۳۶ روستا (۲۴/۸ درصد) از تاب‌آوری متوسط و ۶۶ روستا (۴۶/۲ درصد) از تاب‌آوری بالا نسبت به معیار ارتفاع برخوردار بودند.

درنهایت با اجرای مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO) در نرم‌افزار Arc GIS و با لحاظ کردن وزن معیارها و زیرمعیارها مدل نهایی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر پدیده زمین‌لغزش مشخص شد. وزن زیرمعیارها یا زیرطبقات هر معیار در شرایط تاب‌آوری بالا برابر با ۷، تاب‌آوری متوسط برابر با ۵ و در شرایط تاب‌آوری کم برابر با ۳ در نظر گرفته شده است (جدول شماره ۲). به عبارت دیگر کد ۷، ۵ و ۳ بیانگر ترجیحات درون معیاری است که برای تمامی معیارها لحاظ شده و فقط معیار زمین‌شناسی نیز از محدوده تاب‌آوری کم که دارای ترجیح ۳ است برخوردار نبوده است. تصویر شماره ۳، مدل نهایی میزان تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش را برای هر سه روش نشان می‌دهد.

در جدول شماره ۵، تعداد و درصد روستاهای با تاب‌آوری مختلف به تفکیک معیارها آورده شده است. باتوجه به معیار شیب، ۱/۴ درصد از روستاها دارای تاب‌آوری کم، ۲۸/۳ درصد دارای تاب‌آوری متوسط و ۷۰/۳ درصد دارای تاب‌آوری بالا هستند. در همین راستا، درصد روستاهای با تاب‌آوری کم، متوسط و بالا به ترتیب برابر با ۲۹، ۲۵/۵ و ۴۵/۵ درصد نسبت به معیار فاصله از گسل تعیین گردید. کیفیت ابنیه روستاها بیانگر آن است که از ۱۴۵ روستای شهرستان املش، ۲۵ (۱۷/۲ درصد) روستا از تاب‌آوری کم، ۷۶ (۵۲/۴ درصد) روستا از تاب‌آوری متوسط و ۲۰ (۱۳/۸ درصد) روستاها از تاب‌آوری بالا برخوردار بوده و درصد تاب‌آوری روستاها در برابر معیار مواد و مصالح و عمر ساختمان نیز مشابه معیار کیفیت ابنیه است. البته باید گفت که ۲۴ روستا در هر سه معیار کیفیت ابنیه، مواد و مصالح و عمر ساختمان دارای شرایط نامعلوم بودند که سهم آن‌ها در مدل نهایی لحاظ شده است. معیار لرزه‌خیزی نشان می‌دهد که در حدود ۷۷ روستا (۵۳/۱ درصد) دارای تاب‌آوری کم، ۲۹ روستا (۲۰ درصد) دارای تاب‌آوری متوسط و ۳۹ روستا (۲۶/۹ درصد) دارای تاب‌آوری بالا هستند. از لحاظ زمین‌شناسی شهرستان املش دارای سازندهای نیمه‌مقاوم و مقاوم بوده و ۶۴ روستای آن (۴۴/۱ درصد) در محدوده تاب‌آوری متوسط و ۸۱ روستا (۵۵/۹ درصد) در محدوده تاب‌آوری بالا قرار دارد. در رابطه با معیار جهت شیب بیش از نیمی از روستاهای این شهرستان در محدوده تاب‌آوری کم (۵۱)

جدول ۵. تعداد و درصد روستاهای با تاب‌آوری کم، متوسط و بالا باتوجه به معیارهای کالبدی در شهرستان املش.

معیارها	نامعلوم		تاب‌آوری کم		تاب‌آوری متوسط		تاب‌آوری بالا		کل
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	
شیب	۰	۰	۱/۴	۴۱	۲۸/۳	۱۰۲	۷۰/۳	۱۴۵	۱۰۰
فاصله از گسل	۰	۰	۲۹	۳۷	۲۵/۵	۶۶	۴۵/۵	۱۴۵	۱۰۰
کیفیت ابنیه	۳۴	۱۶/۶	۲۵	۷۶	۵۲/۴	۲۰	۱۳/۸	۱۴۵	۱۰۰
مواد و مصالح	۳۴	۱۶/۶	۲۵	۷۶	۵۲/۴	۲۰	۱۳/۸	۱۴۵	۱۰۰
عمر ساختمان	۳۴	۱۶/۶	۲۵	۷۶	۵۲/۴	۲۰	۱۳/۸	۱۴۵	۱۰۰
لرزه‌خیزی	۰	۰	۷۷	۲۹	۲۰	۳۹	۲۶/۹	۱۴۵	۱۰۰
زمین‌شناسی	۰	۰	۰	۶۴	۳۴/۱	۸۱	۵۵/۹	۱۴۵	۱۰۰
جهت شیب	۰	۰	۷۴	۳۱	۲۱/۴	۴۰	۲۷/۶	۱۴۵	۱۰۰
عرض معابر	۰	۰	۲۹/۷	۴۳	۲۴/۱	۶۷	۴۶/۲	۱۴۵	۱۰۰
ارتفاع	۰	۰	۲۹/۷	۴۳	۲۴/۸	۶۶	۴۵/۵	۱۴۵	۱۰۰



تصویر ۳. مدل نهایی میزان تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش نسبت به پدیده زمین‌لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO). منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

با تاب‌آوری متوسط به پایین در ناحیه جلگه‌ای (۲۷/۰۸ درصد) بیشتر از دو ناحیه دیگر (۱۶/۶۶ و ۱۹/۴۴ درصد) بوده و این مهم در مورد روستاهای با تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد هم صدق می‌کند. باتوجه‌به سهم روستاهای واقع در هر سه ناحیه یعنی ۴۶/۹۱، ۲۳/۶ و ۲۸/۴۴ درصد، نتیجه‌گیری فوق دور از انتظار نخواهد بود.

در جدول شماره ۷ نیز فراوانی و درصد فراوانی میزان تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش به روش جمع وزنی (WS) نشان می‌دهد که از ۱۰۰ درصد روستاهای ۱۲/۵، ۸/۳۳، ۲۵/۶۹، ۴۳/۷۵ و ۹/۷۳ درصد به ترتیب از تاب‌آوری خیلی کم تا خیلی زیاد برخوردار هستند. به عبارتی ۴۵/۵۲ درصد روستاهای در محدوده تاب‌آوری خیلی کم تا متوسط و ۵۲/۴۸ درصد روستاهای در محدوده تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند. در همین راستا، درصد توزیع فراوانی روستاهای با تاب‌آوری خیلی کم تا خیلی زیاد به تفکیک جلگه، کوهپایه و کوهستان بیانگر آن است که از ۵۲/۴۸

میزان تاب‌آوری روستاهای با روش تحلیل سلسله‌مراتبی در ۵ طبقه خیلی کم (ارزش ۳)، کم (ارزش ۴)، متوسط (ارزش ۵)، زیاد (ارزش ۶) و خیلی زیاد (ارزش ۷) خلاصه شده است. باتوجه‌به جدول شماره ۶، درصد روستاهای با تاب‌آوری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد به ترتیب برابر با ۱۵/۹۶، ۴۵/۸۳، ۳۶/۱۳ و ۰/۶۹ محاسبه شد. به عبارت دیگر ۶۳/۱۸ درصد روستاهای این ناحیه دارای تاب‌آوری متوسط به پایین و ۳۶/۸۲ درصد آن‌ها دارای تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد هستند. همچنین توزیع درصد فراوانی تاب‌آوری روستاهای بر اساس قرارگیری آن‌ها در ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی نتایج دقیق‌تری را به دست می‌دهد، به طوری که درصد روستاهای با تاب‌آوری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد در ناحیه جلگه‌ای برابر با صفر، ۴/۱۶، ۲۲/۹۲، ۲۰/۱۴ و ۰/۶۹ درصد، در ناحیه کوهپایه‌ای برابر با ۱/۳۹، ۱/۳۳، ۶/۹۴ و صفر درصد و در ناحیه کوهستانی برابر با صفر، ۴/۸۶، ۱۴/۵۸، ۹/۰۵ و صفر درصد از درصد کل روستاهای شهرستان املش را در برمی‌گیرند. در نتیجه روستاهای



میزان تاب‌آوری روستاها به تفکیک جلگه، کوهپایه و کوهستان نشان داد که از ۶۸/۰۶ درصد روستاهای با تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد، ۴۰/۲۸ درصد آن در ناحیه جلگه‌ای، ۱۱/۱۱ درصد در ناحیه کوهپایه‌ای و ۱۶/۶۶ درصد روستاها در ناحیه کوهستانی واقع هستند. بنابراین درصد روستاهای واقع در ناحیه جلگه‌ای نسبت به دو بخش دیگر بیشتر است. مقایسه سه مدل تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO) بیانگر آن است که درصد روستاهای با تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد به ترتیب برابر با ۳۶/۸۲، ۵۳/۴۸ و ۶۸/۰۶ بوده و در مدل شاخص هم‌پوشانی تعداد روستاهای بیشتری در این محدوده قرار می‌گیرند. این مسئله نیز در مورد نواحی جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی نیز صدق می‌کند.

درصد روستاهای با تاب‌آوری بالا و خیلی زیاد در این شهرستان، ۳۱/۲۵ در ناحیه جلگه‌ای، ۸/۳۳ درصد در ناحیه کوهپایه‌ای و ۱۳/۸۹ درصد در ناحیه کوهستانی قرار دارند. بنابراین سهم روستاهای با تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد در ناحیه جلگه‌ای نسبت به دو ناحیه دیگر خیلی بیشتر بوده و نشان از تاب‌آوری بالای روستاهای این ناحیه نسبت به پدیده زمین‌لغزش دارد.

در جدول شماره ۸ نیز مانند دو جداول شماره ۶ و ۷، فراوانی و درصد فراوانی روستاهای با تاب‌آوری خیلی کم تا خیلی زیاد آورده شده است. در مدل شاخص هم‌پوشانی (IO) در حدود ۳۱/۹۴ درصد روستاهای شهرستان در محدوده تاب‌آوری خیلی کم تا متوسط قرار دارند، و روستاهای با تاب‌آوری زیاد و خیلی زیاد در مجموع برابر با ۶۸/۰۶ درصد هستند. همچنین بررسی

جدول ۶. توزیع فراوانی تاب‌آوری روستاهای ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی شهرستان املش در برابر زمین‌لغزش به روش (AHP).

روش	ناحیه	میزان تاب‌آوری					جمع
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	
جلگه‌ای	تعداد	۰	۶	۳۳	۲۹	۱	۶۹
	درصد	۰	۴/۱۶	۲۲/۹۲	۲۰/۱۴	۰/۶۹	۴۷/۹۱
کوهپایه‌ای	تعداد	۲	۱۰	۱۲	۱۰	۰	۳۴
	درصد	۱/۳۹	۶/۹۴	۸/۳۳	۶/۹۴	۰	۲۳/۶
کوهستانی	تعداد	۰	۷	۲۱	۱۳	۰	۴۱
	درصد	۰	۴/۸۶	۱۴/۵۸	۹/۰۵	۰	۲۸/۴۴
کل	تعداد	۲	۲۳	۶۶	۵۲	۱	۱۴۴
	درصد	۱/۳۹	۱۵/۹۶	۴۵/۸۲	۳۶/۱۳	۰/۶۹	۱۰۰

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

جدول ۷. توزیع فراوانی تاب‌آوری روستاهای ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی شهرستان املش در برابر زمین‌لغزش به روش جمع وزنی (WS).

روش	ناحیه	میزان تاب‌آوری					جمع
		خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	
جلگه‌ای	تعداد	۵	۱	۱۸	۳۳	۱۲	۶۹
	درصد	۳/۴۷	۰/۶۹	۱۲/۵	۲۲/۹۲	۸/۳۳	۴۷/۹۲
کوهپایه‌ای	تعداد	۷	۵	۱۰	۱۰	۲	۳۴
	درصد	۴/۸۶	۳/۴۷	۶/۹۴	۶/۹۴	۱/۳۹	۲۳/۶۱
کوهستانی	تعداد	۶	۶	۹	۲۰	۰	۴۱
	درصد	۴/۱۷	۴/۱۷	۶/۲۵	۱۳/۸۹	۰	۲۸/۴۷
کل	تعداد	۱۸	۱۲	۳۷	۶۳	۱۴	۱۴۴
	درصد	۱۲/۵	۸/۳۳	۲۵/۶۹	۴۳/۷۵	۹/۷۳	۱۰۰

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

جدول ۸. توزیع فراوانی تاب‌آوری روستاهای ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی شهرستان املش در برابر زمین‌لغزش به روش هم‌پوشانی (IO).

روشن	ناحیه	میزان تاب‌آوری					جمع
		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	
جلگه‌ای	تعداد	۱۱	۴۷	۶	۵	۰	۶۹
	درصد	۷/۶۴	۳۲/۶۴	۴/۱۷	۳/۴۷	۰	۴۷/۹۲
کوهپایه‌ای	تعداد	۱	۱۵	۱۰	۶	۲	۳۴
	درصد	۰/۶۹	۱۰/۴۲	۶/۹۴	۴/۱۷	۱/۳۹	۲۳/۶۱
کوهستانی	تعداد	۳	۲۱	۱۱	۶	۰	۴۱
	درصد	۲/۰۸	۱۴/۵۸	۷/۶۴	۴/۱۷	۰	۲۸/۴۷
کل	تعداد	۱۵	۸۳	۲۷	۱۷	۲	۱۴۴
	درصد	۱۰/۴۲	۵۷/۶۴	۱۸/۷۵	۱۱/۸	۱/۳۹	۱۰۰

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

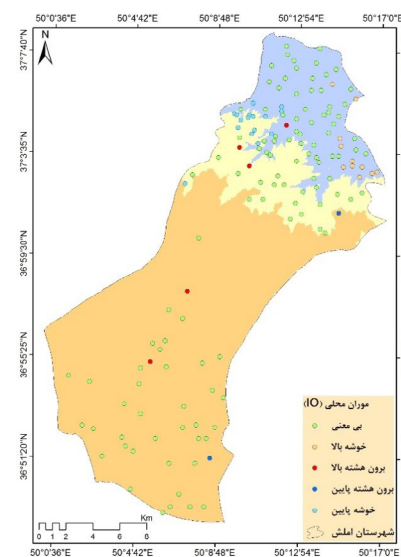
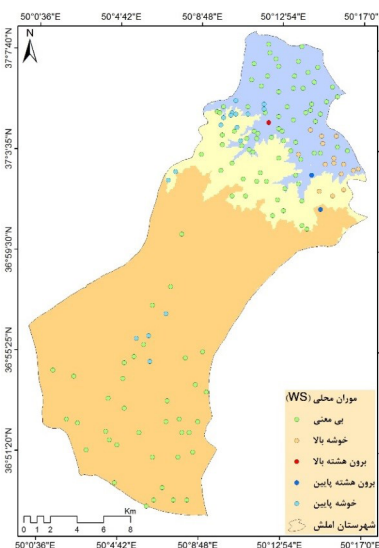
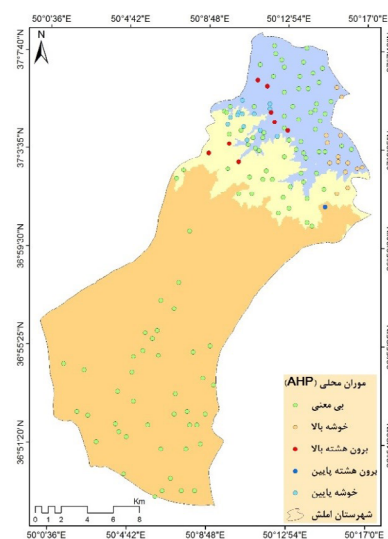
راستا الگوی خوشه‌های بالا-بالا (HH) و پایین-پایین (LL) آماره ۱ موران محلی شاخص هم‌پوشانی (IO) به ترتیب ناحیه شمال شرقی و شمال غرب شهرستان را در برمی‌گیرند. روستاهای این دو الگو در ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی قرار دارند. بیشتر روستاهای این ناحیه نسبت به این آماره رفتار تصادفی نشان داده و بیمعنی بودن هر نوع الگو در میزان تاب‌آوری را تأیید می‌کند. به‌طور کلی الگوی خوشه‌های بالا-بالا و پایین-پایین در هر سه مدل مورد بررسی در شمال شرق و شمال غرب شهرستان املش تشکیل شده و کانون و هسته اصلی ایجاد این دو الگو است. در نتیجه تاب‌آوری بالا منطبق بر روستاهای با خوشه HH و تاب‌آوری پایین نیز منطبق بر روستاهای با خوشه LL است. در تصویر شماره ۴، اطلاعات مربوط به نوع خوشه و تعداد روستاهای هر خوشه در سه مدل آورده شده است.

در تصویر شماره ۵، نتایج محاسبه تحلیل نقاط داغ میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی برای سه مدل WS، AHP و IO نشان داده شده است. همان‌گونه که گفته شد اگر مقدار Z مثبت و از نظر آماری معنی‌دار باشد، نشان‌دهنده این است که مقدار اطراف نقطه  $Z$  بالاتر از مقدار متوسط است و به منطقه نقاط داغ با خوشه‌های با ارزش بالا تعلق دارد. در غیر این صورت، متعلق به منطقه لکه سرد با خوشه‌های کم‌ارزش است. مقدار  $Z$  با سطح اطمینان ۹۹، ۹۵ و ۹۰ به ترتیب برابر با  $\pm 3$  و  $\pm 2$  و  $\pm 1$  برای نقاط داغ و سرد بوده و برای نقاط داغ مثبت و نقاط سرد منفی در نظر گرفته می‌شود. تحلیل نقاط داغ بر روی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی املش به روش تحلیل سلسله‌مراتبی نشان می‌دهد که کانون نقاط داغ میزان تاب‌آوری در شمال شرق شهرستان و کانون نقاط سرد در شمال غرب آن واقع است که این نقاط با  $Z$  برابر با  $\pm 3$  معنی‌دار است. در ناحیه کوهستانی این شهرستان بیمعنی بودن تحلیل نقاط داغ کاملاً

در تصویر شماره ۴، خوشه‌ها و ناخوشه‌های فضایی هر یک از شاخص‌های تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO) به روش ۱ موران محلی نشان داده شده است. نتایج شاخص ۱ موران محلی مقادیر AHP بیانگر آن است که خوشه بالا-بالا (HH) در شمال شرقی محدوده مورد مطالعه قرار دارد. به‌عبارت‌دیگر روستاهای با تاب‌آوری بالا در ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شمال شرق شهرستان املش واقع بوده و دارای الگوی خوشه‌های HH است. در مقابل آن یعنی شمال غرب محدوده شهرستان نیز الگوی خوشه‌های پایین-پایین (LL) بر مقادیر AHP حاکم بوده و بیشتر روستاهای این خوشه از نوع پایکوهی هستند. تعدادی روستا از الگوی خوشه‌های خاصی پیروی نکرده و جزء روستاهای برونهشته بالا و پایین محسوب می‌شوند. روستاهای برونهشته بالا در شمال غرب شهرستان بین نقاط روستایی با خوشه پایین-پایین و به‌صورت پراکنده قرار گرفته و از الگوی مشخصی پیروی نمی‌کنند. به‌عبارت‌دیگر مقادیر برونهشته بالا توسط مقادیر پایین-پایین (LL) و تنها روستای برونهشته پایین در شمال شرق محدوده توسط مقادیر خوشه‌های بالا-بالا (HH) احاطه شده است. همچنین بیشتر روستاهای واقع در ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی از الگوی خاصی تبعیت نکرده و دارای رفتار تصادفی هستند. نتایج به‌دست‌آمده از اجرای ۱ موران محلی بر روی شاخص جمع وزنی (WS) نشان می‌دهد که اکثر روستاهای شهرستان املش از الگوی خاصی پیروی نمی‌کنند. اما الگوی خوشه‌های بالا-بالا همانند شاخص AHP در شمال شرقی شهرستان در ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای قابل مشاهده است. خوشه پایین-پایین (LL) علاوه بر ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شمال غرب شهرستان، در بخش مرکزی ناحیه کوهستانی تشکیل شده است. روستاهای برونهشته در هر دو حالت بالا و پایین به ترتیب ۱ و ۲ روستا از ۱۴۵ روستا را شامل می‌شوند. در همین

مدل با مدل تحلیل سلسله‌مراتبی تفاوت چندانی نداشته و قواعد حاکم بر تحلیل نقاط داغ در مدل AHP در مورد دو مدل WS و IO صدق می‌کند. در نهایت باید گفت تکنیک‌های آماری مبتنی بر GIS، فرصتی برای کمی کردن الگوی توزیع میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی فراهم کرده و اطلاعات مفیدی از شرایط آسیب‌پذیری و تاب‌آوری کالبدی آن‌ها از بعد فضایی ارائه می‌کنند.

واضح بوده و نشان از تاب‌آوری متوسط نقاط روستایی این بخش دارد. تعداد زیادی از روستاهای ناحیه جلگه‌ای در محدوده Z برابر با ۲+ قرار دارند. به‌طور کلی اکثر نقاط داغ و سرد شهرستان به‌صورت الگوی خوشه‌ای در ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شمال شهرستان قابل مشاهده هستند. اجرای تحلیل نقاط داغ بر روی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی شهرستان به دو روش جمع وزنی و شاخص هم‌پوشانی نشان می‌دهد که نتایج این دو

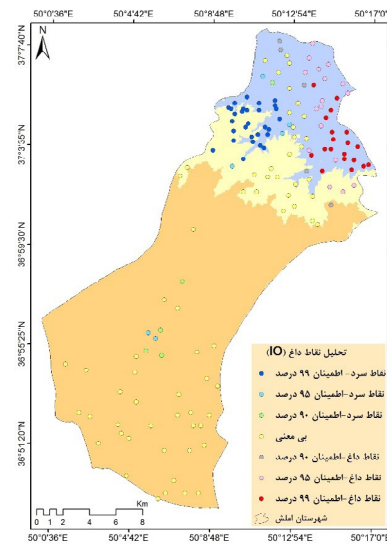
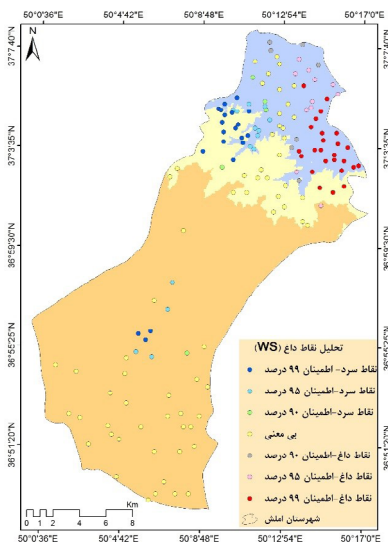
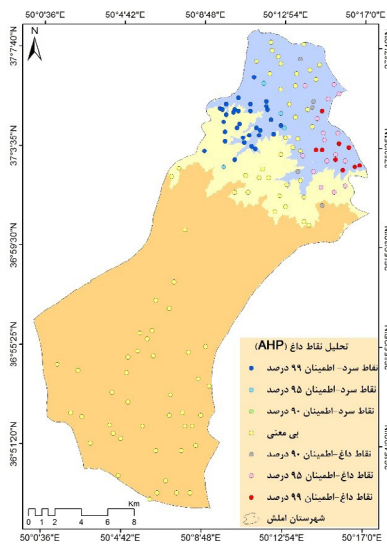


درصد فراوانی	شاخص هم‌پوشانی (IO)	درصد فراوانی	جمع وزنی (WS)	درصد فراوانی	تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)	نوع
۷۶/۵	۱۱۱	۷۵/۹	۱۱۰	۷۵/۲	۱۰۹	بی معنی
۷/۵۹	۱۱	۱۰/۳	۱۵	۹/۶	۱۴	خوشه بالا
۲/۴۵	۵	۰/۶۹	۱	۵/۵۵	۸	برون‌هشته بالا
۱/۳۹	۲	۱/۳۹	۲	۰/۶۹	۱	برون‌هشته پایین
۱۱/۰۷	۱۶	۱۱/۷۲	۱۷	۸/۹۶	۱۳	خوشه پایین
۱۰۰	۱۴۵	۱۰۰	۱۴۵	۱۰۰	۱۴۵	جمع کل

تصویر ۴. شاخص آ‌موران محلی میزان تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش نسبت به پدیده زمین‌لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO). منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

فصلنامه پژوهش‌های روستایی





نوع	تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)	درصد فراوانی	جمع وزنی (WS)	درصد فراوانی	شاخص هم‌پوشانی (IO)	درصد فراوانی
نقاط سرد (۹۹٪)	۳۲	۲۲/۰۷	۲۰	۱۳/۷۹	۲۹	۲۰
نقاط سرد (۹۵٪)	۴	۲/۷۵	۱۴	۹/۶۸	۶	۴/۱۴
نقاط سرد (۹۰٪)	۰	۰	۵	۳/۴۵	۵	۳/۴۵
بی معنی	۷۹	۵۴/۴۸	۶۳	۴۳/۴۵	۶۴	۴۴/۱۴
نقاط داغ (۹۰٪)	۵	۳/۴۵	۷	۴/۹	۵	۳/۴۵
نقاط داغ (۹۵٪)	۱۶	۱۱/۰۴	۱۱	۷/۳۹	۱۷	۱۱/۷۲
نقاط داغ (۹۹٪)	۹	۶/۲۱	۲۵	۱۷/۳۴	۱۹	۱۳/۱
جمع کل	۱۴۵	۱۰۰	۱۴۵	۱۰۰	۱۴۵	۱۰۰

تصویر ۵. شاخص تحلیل نقاط داغ (G<sup>+</sup> گتیس-اورد) میزان تاب‌آوری روستاهای شهرستان املش نسبت به پدیده زمین‌لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO). منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شمال شرق شهرستان و روستاهای با تاب‌آوری پایین در ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شمال غرب آن قرار گرفتند. در مناطق کوهستانی اکثر روستاها از میزان تاب‌آوری خوبی در مقابل پدیده زمین‌لغزش در هر سه مدل موردنظر برخوردار بودند. در همین راستا الگوی فضایی میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی به روش شاخص موران محلی نشان داد که میزان تاب‌آوری روستاهای بخش شمال شرق شهرستان در مدل‌های موردبررسی از نوع الگوی خوشه‌ای بالا-بالا (HH) و الگوی خوشه‌ای پایین-پایین (LL) در بخش شمال غرب آن است که کاملاً منطبق بر نقاط روستایی با تاب‌آوری خیلی زیاد و خیلی کم هستند. سایر نقاط روستایی در ناحیه

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش الگوی فضایی میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های ۱۴۵ روستای شهرستان املش در مقابل زمین‌لغزش به سه روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، جمع وزنی (WS) و شاخص هم‌پوشانی (IO) موردبررسی و تحلیل قرار گرفت. بدین منظور از ۱۰ معیار شیب، فاصله از گسل، کیفیت ابنیه، مواد و مصالح، عمر ساختمان، لرزه‌خیزی، زمین‌شناسی، جهت شیب، عرض معابر و ارتفاع به ترتیب اهمیت استفاده شد. در این راستا میزان تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهرستان املش با استفاده از سه مدل نشان داد که روستاهای با تاب‌آوری بالا در

جلگه، کوهپایه و کوهستان شهرستان املش از الگوی خاصی پیروی نکرده و دارای رفتار تصادفی و بی‌معنی بودند. همین‌طور نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل نقاط داغ ( $G^*$  گتیس-اورد) بر روی میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی در هر سه مدل AHP، WS و IO مؤید این مطلب است که نقاط داغ و سرد میزان تاب‌آوری به ترتیب در ناحیه جلگه‌ای و کوهپایه‌ای شمال شرق و شمال غرب شهرستان قرار دارد و این مهم نیز در سطح اطمینان ۹۹ درصد با میزان انحراف معیار ۳+ برای نقاط داغ و ۳- برای نقاط سرد تأیید گردید. از این‌رو کانون و هسته اصلی حداکثر و حداقل تاب‌آوری در نیمه شمالی این شهرستان واقع است، به‌طوری‌که در فاصله نسبتاً نزدیک به هم و در راستای عرض جغرافیایی یکسان قرار دارند. البته در ناحیه کوهستانی در برخی از روستا نیز کانون هسته سرد با سطح اطمینان ۹۵ درصد و انحراف معیار ۲+ مشاهده می‌شود که باید مورد توجه قرار گیرند. بنابراین شرایط تاب‌آوری روستاها در مقابل زمین‌لغزش بین نواحی جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی به‌طور معنی‌داری متفاوت است. اگرچه تفاوت قابل توجهی در تاب‌آوری روستاهای بخش شمالی شهرستان املش وجود دارد و الگوهای خوشه‌ای نیز این موضوع را تأیید می‌کنند، اما بخش اعظم روستاهای این ناحیه به دلیل برخورداری از تاب‌آوری متوسط یا نزدیک به میانگین، رفتار تصادفی حاکم بوده و در هر سه ناحیه جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی توزیع شده‌اند.

#### تشکر و قدردانی

مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول در گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت است.

## References

- Alijani, B. (2018). Quantitative methodology in geography. Tehran: Samt Publications. (In Persian)
- Anabestani, A., Javanshiri, M., Mahmoudi, H., Darban Astaneh, M. (2016). Spatial Analysis of Villagers' Resilience Against Environmental Hazards (A Case Study of Central District of Faruj County). *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 5(1), 17-38. (In Persian) doi:10.29252/jsaeh.5.1.17.
- Asghari Saraskanrood, S., Emami, R., & Piroozi, E. (2021). Evaluation and zonation of Landslide hazard with using OWA and ANN methods (Case study: Paveh Township). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 10(28), 131-150. (In Persian) doi: 10.22111/jneh.2021.33729.1645.
- Badri, S A., Karimzadeh, H., Saadi, S., Kazemi, N. (2019). Analysis of Rural Settlements Resilience against Earth-quake (Case Study: Marivan County). *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 6(1),1-16. (In Persian) doi:10.29 252/jsaeh.6.1.1.
- Berry, R., Vigani, M., & Urquhart, J. (2022). Economic resilience of agriculture in England and Wales: a spatial analysis. *Journal of Maps*, 18(1), 70-78. doi.org/10.1080/17445647.2022.2072242.
- Chirisa, I., & Nel, V. (2022). Resilience Thinking in the Rural Human Settlements' Development and Management. *International Journal of Rural Management*, 18 (1), 146-160. doi:10.1177/097300522111001674.
- 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. *Glob. Environ*, 18, 598-606. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013.
- Eidsvig, U.M.K., McLean, A., Vangelsten, B.V., Kalsnes, B., Ciurean, R.L., Argyroudis, S., Winter, M.G., Mavrouli, O.C., Fotopoulou, S., Pitalakis, K., et al. (2014). Assessment of socio-economic vulnerability to landslides using an indicator-based approach: Methodology and case studies. *Bull. Eng. Geol. Environ*. 73, 307-324. doi:10.1007/s10064-014-0571-2.
- Entezari, M., & Kordavani, M. (2022). Landslide hazard zoning using GIS-based methods and radar data (Case study: Fereydoon Shahr). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 11(33), 177-196. (In Persian) doi:10.22111/jneh.2022.38660.1810.
- Fakhrghazi, M., Pourramzan, E., & Molaei Hashtjin, N. (2022). Spatial Analysis of Social Resilience of Rural Settlements against Earthquake Risk (Case study: villages of Avaj County). *Geographical Engineering of Territory*, 6(2), 309-325. (In Persian) doi: 20.1001.1.25381490.1401.6.11.1.8.
- Farzad Behtash, M. R., Keynejhad, M. A., Taghi Pirbabaei, M., & Asgary, A. (2013). Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Tabriz Metropolis Resiliency. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 18(3), 33-42. (In Persian) doi: 10.22059/jfaup.2013.51316.
- Frazier, T.G., Thompson, C.M., Dezzani, R.J., & Butsick, D. (2013). Spatial and temporal quantification of resilience at the community scale. *Applied Geography*, 42, 95-107. doi: 10.1016/j.apgeog.2013.05.004.
- Frigerio, I., Ventura, S., Strigaro, D., Mattavelli, M., Amicis, M.D., Mugnano, S., Boffi, M. (2016). A GIS-based approach to identify the spatial variability of social vulnerability to seismic hazard in Italy. *Applied Geography*, 74, 12-22. doi: 10.1016/j.apgeog.2016.06.014.
- Fotohi, S., Alinia, H., Firozi, F., Bakhshpoor, J., & Rakhshani, Z. (2013). The Positioning of Areas Susceptible of Landslide (A Case Study: The North of Neyshaboor). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 2(3), 61-75. (In Persian) doi: 10.22111/jneh.2013.2462.
- Ge, D., Zheng, Y., Zhang, Sh., Fu, J., & Su, F. (2022). Spatio-Temporal Pattern and Influence Mechanism of Rural Human Settlements System Resilience: Case from China. *Sustainability*, 14, 1-24. doi.org/10.3390/su142114533.
- Heidarimozaffar, M., & TajBakhshian, M. (2022). Zoning the Vulnerability of Nahavand Settlements to Earth-quakes. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 11(34), 57-78. (In Persian) doi: 10.22111/jneh.2022.39334.1830.
- Keikha, Z., Bazrafshan, J., Ghanbari, S., & Keikha, A. (2022). Spatial analysis of the extent to which the local community has effective physical-environmental indicators resilience to environmental hazards (Case study: villages of Sistan region). *Village and Space Sustainable Development*, 3(3), 20-34. (In Persian) doi: 10.22077/vssd.2022.5054.1075.
- Kor, A., Balali, H., Movahedi, R., & Sharifzadeh, M. (2023). Examining the Components and Indicators of Economic Resilience of Farmers Against Climate Disasters. *Journal of Rural Research*, 14(2), 200-217. doi: 10.22059/jrr.2023.92915.
- Khosravi Mal Amiri, H., Soleimani, H., Ghaffari, S. R., & Khadem al-Hosseini, A. (2020). Explanation of resilience pattern of rural settlements in Izeh County (Dehdez district). *Physical Social Planning*, 7(1), 131-145. (In Persian) doi: 10.30473/psp.2020.6803.
- Kwazu, G. C., & Chang Richards, A. (2022). A tool to assess livelihood preparedness for disasters: a study of Kaikoura earthquake in New Zealand. *Natural Hazards*, 113, 745-766. doi.org/10.1007/s11069-022-05322-x.
- Li, Y., Song, C., & Huang, H. (2021). Rural Resilience in China and Key Restriction Factor Detection. *Sustainability*, 13(3), 1080. doi.org/10.3390/su13031080.
- Liang, T.C., & Peng, S.H. (2017). Using Analytic Hierarchy Process to Examine the Success Factors of Autonomous Landscape Development in Rural Communities. *Sustainability*, 9(5), 729. doi: 10.3390/su9050729.
- Mavhura, E., & Manyena, B. (2018). Spatial quantification of community resilience in contexts where quantitative data are scarce: The case of Muzarabani district in Zimbabwe. *Geo: Geography and Environment*, 5(2), 1-20. doi.org/10.1002/geo2.65.
- Management and Planning Organization of Guilan Province. (2017). Statistical yearbook of Guilan province. Deputy of statistics and information.
- Mirsanjar, M. M. M., Ildoromi, A. I., Abedian, S. A., & Alimohamadi, A. A. (2018). Landslide hazard zonation using LNRF model (Case study: Ghomroud- Aligudarz basin). *Journal of*

- Natural Environmental Hazards, 7(18), 109-130. (In Persian) doi: 10.22111/jneh.2018.20280.1253.
- Nazari, A. H., Taleshi, M., Mirzaali, M. (2018). Analysis and Measurement of Environmental Resilience of Villages in Gorganrud Watershed against Flood (Golestan province, Iran). *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 6(1), 31-50. (In Persian) doi: 10.29252/jsaeh.6.1.3.
- Noori, S. H., & Sepahvand, F. (2016). Analysis of Rural Area Resilience against Earthquake; Case Study: Shirvan District (Boroujerd County). *Journal of Rural Research*, 7(2), 272-285. (In Persian) dor: 20.1001.1. 20087373.1395.7.2.1.4.
- Noori, H., & Nowrozi Avargani, A. (2016). Basics of environmental planning for sustainable rural development. Isfahan: University of Isfahan Publications. (In Persian)
- Rezaei, M R., & Kavianpour, G. (2015). Assessing the level of social and physical-environmental resilience of ur-ban neighborhoods in the face of natural disasters (earthquake), case study: Mashhad metropolis. The third national conference on crisis management and HSE in vital arteries, industries and urban management, Tehran. (In Persian) <https://civilica.com/doc/561760>.
- Roustaee, S., Hoseyni hagh, V., & Gedari, A. (2019). Assessing the physical resilience of urban environments against earthquakes (a case study of Tabriz metropolis). *Social Research*, 11(43), 121-141. (In Persian) [https://jsr.riau.ac.ir/article\\_1582.html?lang=en](https://jsr.riau.ac.ir/article_1582.html?lang=en).
- Rudiarto, I., Handayani, W., Wijaya, H B., & Insani, T D. (2019). Rural Livelihood Resilience: An Assessment of Social, Economic, Environment, and Physical Dimensions. *MATEC Web of Conferences* 280. doi.org/10.1051/mateconf/201928001002.
- Salehi, E., Aghababaei, M. T., Sarmadi, H., & Farzad Behtash, M. R. (2011). Considering the Environment Resilience by Use of Cause Model. *Journal of Environmental Studies*, 37(59), 99-112. (In Persian) [https://jes.ut.ac.ir/?\\_action=article&au](https://jes.ut.ac.ir/?_action=article&au).
- Su, Q., Chang, H-Sh., & Pai, Sh-E. (2022). A Comparative Study of the Resilience of Urban and Rural Areas under Climate Change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 8911, doi.org/10.3390/ijerph19158911.
- Sung, C H., & Liaw, S.C. (2021). Using Spatial Pattern Analysis to Explore the Relationship between Vulnerability and Resilience to Natural Hazards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 5634. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115634>.
- Tayebnia, S. H., & Ebrahimipour, F. (2021). Measurement of resilience coefficient of rural areas against earth-quakes using multivariate model (FAHP) and (GIS) (Case study: Dolat Abad County, Jiroft Township). *Village and Space Sustainable Development*, 2(1), 59-80. (In Persian) doi: 10.22077/vssd.2021.4504.1033.
- W.S, D., & J.L, W. (2005). Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS& ArcGIS. Translation by: Mahmood Roshani; Parviz Rezaei & Sedighe Ganji, Rasht: Publications of the Environmental Research Institute of Jihad University. (In Persian)
- Zhou, Y., Li, N., Wu, W., Wu, J., & Shi, P. (2014). Local spatial and temporal factors influencing population and societal vulnerability to natural disasters. *Risk Anal*, 34, 614-639. doi: 10.1111/risa.12193.