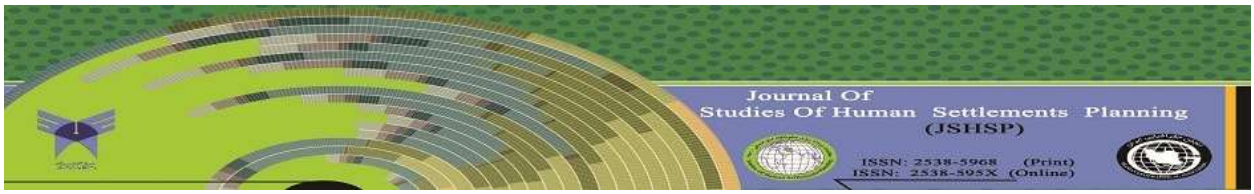
Vol. 19, Issue 3, Autumn 2024, pp. 31-45 ISSN (Print): 2538-5968 ISSN (Online): 2538-595X



Research Article doi: 10.71633/jshsp.2024.1032445

Analysis of the Physical Resilience of the Eastern Region of Guilan against Earthquakes

Fatemeh Yousefi View[1*] & Mehrnaz Molavi[2]

1. Ph.D Student of Urban Planning, Department of Urban Planning, Guilan University, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Department of Urban Planning, Guilan University, Rasht, Iran
* Corresponding author: Email: yousefiview@webmail.guilan.ac.ir

Receive Date: 05 January 2023
Accept Date: 20 April 2023

ABSTRACT

Introduction: Urban and regional resilience is one of the requirements for sustainable human life in nature. Due to natural changes and developments, various events occur during specific periods and sometimes suddenly, which is a necessity for the survival of nature. Since the past, numerous methods have been invented to deal with the damage of natural disasters, including earthquakes, and now the best way to deal with this crisis is known as crisis management by making human settlements resilient. The resilience of settlements must include all factors related to humans and society, including social, physical, economic and institutional resilience.
Research Aim: The purpose of this research is to analyze the resilience of East Guilan region against earthquakes and investigate the various consequences of preventing the vulnerability of settlements..
Methodology: The analysis method in this research is based on the analysis of the Euclidean distances of the fault zones and Vikor method. Then, for the final conclusion, using the spatial model, the output maps of Vikor index and the earthquake vulnerability map of the settlements in the region have been integrated and presented.
Studied Areas: Due to the earthquake-proneness of East Guilan, this area of the province has been selected for study.
Results: The results indicate that Lahijan city has the highest amount and Siahkal city has the lowest amount of physical resilience.
Conclusion: In order to achieve physical resilience in the eastern region of Guilan, we have presented strategies, the most important of which include the creation of retrofitting plans in newly constructed buildings and strengthening the resistance of middle-level buildings and public centers, and creating access to open space, as well as strengthening and building centers. relief and treatment and increasing urban permeability.

KEYWORDS: Physical Resilience, Earthquake, Vikor, Eastern Guilan Region

فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
دوره ۱۹، شماره ۳ (پیاپی ٦٨)، پاییز ۱۴۰۳
شاپای چاپی ۵۹٦۸-۲۵۳۸ شاپای الکترونیکی ۵۹۵X-۲۵۳۸
http://jshsp.iaurasht.ac.ir
صص. ٤٥-۳۱

مقاله پژوهشی
doi: 10.71633/jshsp.2024.1032445

تحلیل وضعیت تاب‌آوری کالبدی منطقه شرق گیلان در برابر زلزله

فاطمه یوسفی ویو[1*] و مهرناز مولوی

۱. دانشجوی دکتری شهرسازی، گروه شهرسازی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: Email: yousefiview@webmail.guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۵ دی ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۳۱ فروردین ۱۴۰۲

چکیده

مقدمه: تاب‌آوری شهری و منطقه‌ای، یکی از ملزومات زندگی پایدار انسان در طبیعت است. با توجه به تغییر و تحولات طبیعی ، اتفاقات گوناگون طی دوره‌های خاص و گاهی ناگهانی صورت می‌گیرد که اقتضای بقای طبیعت موجود است. از گذشته تا کنون روش‌های متعددی برای مقابله با خسارات بلایای طبیعی از جمله زلزله ابداع شده است و اکنون بهترین راه مقابله با این بحران، مدیریت بحران به روش تاب‌آور ساختن سکونتگاه‌های انسانی شناخته شده است. تاب‌آوری سکونتگاه‌ها باید تمامی عوامل مربوط به انسان و جامعه را در بر گیرد که شامل تاب‌آوری اجتماعی، کالبدی، اقتصادی و نهادی است.

هدف: هدف این پژوهش تحلیل میزان تاب‌آوری منطقه شرق گیلان در برابر زلزله و بررسی تبعات مختلف جلوگیری از آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها است.

روش‌شناسی تحقیق: پژوهش حاضر به لحاظ روش پژوهش توصیفی و به لحاظ گردآوری اطلاعات اسنادی و کتابخانه‌ای است. روش تحلیل در این پژوهش بر اساس تحلیل فواصل اقلیدسی مناطق از گسل‌ها و روش VIKOR صورت گرفته است. سپس برای نتیجه‌گیری نهایی با استفاده از مدل مکانی نقشه‌های خروجی شاخص ویکور و نقشه خطرپذیری در برابر زلزله سکونتگاه‌های منطقه ادغام و ارائه شده است.

قلمرو جغرافیایی پژوهش: با توجه به زلزله‌خیز بودن شرق گیلان، این ناحیه از استان برای مطالعه انتخاب شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از آن است که شهرستان لاهیجان بیش‌ترین مقدار و شهرستان سیاهکل کم‌ترین مقدار تاب‌آوری کالبدی را دارا هستند.

نتایج: جهت دستیابی به تاب‌آوری کالبدی در منطقه شرق گیلان راهبردهایی ارائه شد که مهم‌ترین آن‌ها شامل ایجاد طرح‌های مقاوم‌سازی در بناهای جدیدالاحداث و تقویت مقاومت بناهای بافت میانی و مراکز عمومی و ایجاد دسترسی به فضای باز و همچنین تقویت و احداث مراکز امدادی و درمانی و افزایش نفوذپذیری شهری است.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری کالبدی، زلزله، روش ویکور، منطقه شرق گیلان

مقدمه

بلایای طبیعی همواره به عنوان پدیده‌ای تکرار شونده در طول حیات بشر وجود داشته و در آینده نیز وجود خواهند داشت، که در اغلب موارد تأثیرات مخربی بر سکونتگاه‌های انسانی گذاشته و تلفات سنگینی بر آنان وارد ساخته است (بهزادفر و همکاران، ۱۳۹۷). هر اتفاق غیرمترقبه ناگهانی که موجبات تضعیف و از بین رفتن توانمندی‌های اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی مانند خسارات جانی و مالی، تخریب تأسیسات زیربنایی و کاهش زمینه‌های اشتغال در جامعه را فراهم آورد، به عنوان بلایای طبیعی شناخته می‌شود (آزاده و زارع، ۱۳۹۵). این خسارات به ویژه در کشورهای در حال توسعه وارد شده و شواهد موجود نیز حکایت از افزایش مداوم انواع بحران‌های طبیعی را از نظر شدت و فراوانی دارند. کشور ایران هم به لحاظ موقعیت جغرافیایی ویژه (ساختار ژئومورفولوژی و اقلیمی) در معرض انواع مخاطرات از قبیل سیل، طوفان، خشکسالی و به ویژه زلزله قرار دارد (نظم‌فر و پاشازاده، ۱۳۹۷). در چنین شرایطی سکونتگاه‌ها و جوامع ساکن باید آمادگی لازم را برای هر گونه چالش و حادثه‌ای (اعم از طبیعی و انسانی) داشته باشند و آنچه که مهم است اراده و خیزش این شهرها و مدیریت شهری آن‌ها و حرکت گام به گامشان به سمت شهرهای آماده و نزدیک‌تر شدن به شهرهای تاب‌آور است (سرور و همکاران، ۱۳۹۸). این در حالی است که به طور عمده شهرها و جوامع سکونتگاهی در مکان‌هایی ایجاد شده‌اند که به لحاظ مخاطرات طبیعی در معرض انواع مخاطرات طبیعی و یا به دلیل پیشرفت های تکنولوژی در معرض انواع سوانح انسان ساخت هستند. نگاهی که تاکنون در مدیریت سوانح و مدیریت شهری وجود داشته، نگاه مقابله‌ای و کاهش مخاطرات بوده است (شاهیوندی و همکاران، ۱۳۹۶). زلزله به عنوان یکی از مهم‌ترین ناملایمات طبیعی زمین، همواره در مدت زمان کوتاهی، خسارات غیرقابل جبرانی را به پیکره سکونتگاه‌های بشری وارد ساخته است. امروزه با وجود پیشرفت‌های تکنولوژی و افزایش دانش و توانایی انسان در کنترل بلایای طبیعی، شهرها هنوز هم با خطر زلزله مواجه هستند و از این منظر آسیب پذیرند (آزاده و زارع، ۱۳۹۵). آنچه زلزله را تبدیل به یک فاجعه‌ی مخرب می‌نماید، تقابل پدیده‌های انسانی و عوامل انسان‌ساز با این پدیده‌ی طبیعی است. زلزله در سکونتگاه‌های انسانی باعث خسارات زیادی به لحاظ جانی و مالی شده و حاصل سرمایه گذاری‌های بلند مدت را از بین برده است و همچنین توسعه و پیشرفت کشور را به خطر می‌اندازد (خمر و رخشانی، ۱۳۹۴). این خطر در طول سال‌های اخیر به علت افزایش پیچیدگی در محیط‌های ساخته شده و شهرنشینی با تمرکز بالا در مناطق زلزله‌خیز افزایش یافته است (Liu et al, 2018). وقوع زلزله، ناگهانی است و می‌تواند در سطح وسیعی از یک منطقه بازتاب داشته باشد و حتی مسائل ملی را تحت شعاع قرار دهد. در چنین شرایطی در نظر داشتن کاهش آسیب‌پذیری و مدیریت‌بحران ضروری است(محمدی و پاشازاده، ۱۳۹۶). بحث تاب‌آوری در مطالعات شهری و منطقه‌ای به دنبال کاهش آسیب‌های شهری مطرح شده است؛ در واقع هدف از این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری جوامع و تقویت توانایی‌های مردم و مدیریت شهری برای مقابله با خطرات ناشی از وقوع سوانح طبیعی است (سرور و همکاران، ۱۳۹۸). در دانش و مطالعات شهری تاب‌آوری به معنای ظرفیت یک سیستم برای جذب اغتشاش و در عین حال حفظ حالتی مشابه حالت اولیه و برای خودسازماندهی تعریف شده است (Simone et al., 2021:3). استان گیلان به لحاظ قرارگیری در قلمرو چین خوردگی‌های آلپی، جز قلمروهای ناپایدار کره زمین محسوب می‌شود و پوسته جامد این سیستم هنوز از نظر حرکات زمین‌ساخت به مرحله تعادل قطعی نرسیده است و می‌تواند یکی از کانون‌های ناپایدار و آسیب‌پذیر به حساب آید. ثبت ۴۰۰ خردلرزه با بزرگی۳-۱(MN) و نزدیک به ۱۵۰ زمین‌لرزه با بزرگی متوسط ۵-۳(MN)، توسط دستگاه‌های لرزه‌نگاری از سال ۱۳۸۵ تاکنون در استان گیلان، نشان از زمین ساخت جنبا و لرزه‌خیزی بالای این استان دارد. طبق بررسی‌های انجام شده طی سده چهارم قبل از میلاد تا سال ۲۰۱۹ میلادی ؛ بحران زلزله در منطقه شرق گیلان با شدت ۳,۵ تا ۶,۵ ریشتر اتفاق افتاده‌است(موسسه ژئوفیزیک مرکز لرزه نگاری کشور). بنابر آنچه گفته شد، پرداختن به این موضوع یکی از وظایف اصلی مدیریت شهری و منطقه‌ای است زیرا رسالت اصلی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، هدایت شهر به سمت توسعه‌پایدار و در جهت ارتقای کارایی شهر و افزایش رفاه عمومی است. در این تحقیق قصد داریم میزان تاب آوری سکونتگاه‌های محدوده مورد مطالعه در برابر زمین‌لرزه را بررسی نموده و سپس راهبردهایی در جهت توسعه پایدار و راهکارهای منطبق با رویکرد تاب‌آوری، با توجه به ویژگی های خاص منطقه اولویت‌بندی و تبیین نماییم. پژوهش حاضر به منظور ارائه راهبردی برای تاب‌آور ساختن شهرها و روستاها در برابر زلزله سعی می‌کند که با واکاوی مفاهیم و انطباق آن با مسائل عینی به تحلیل مسائل بپردازد. از این رو پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به سوال اصلی زیر است:

وضعیت تاب‌آوری کالبدی منطقه شرق گیلان در برابر خطر زمین لرزه چگونه است؟

در زمینه موضوع مورد مطالعه، پژوهش‌هایی توسط محققین داخلی و خارجی انجام شده که به برخی از مهمترین آن‌ها در قالب جدول (۱) اشاره می‌شود:

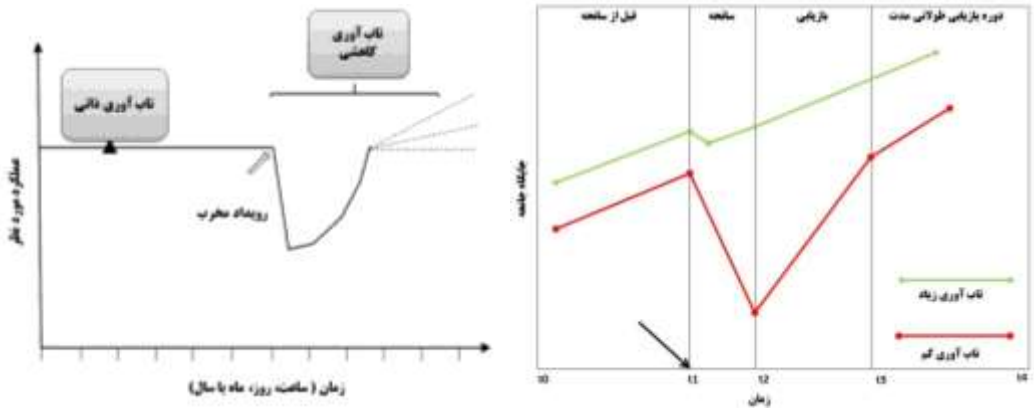
جدول ۱. برخی پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاب‌آوری کالبدی

عنوان پژوهش و نویسندگان	عنوان پژوهش	نتایج
مهرزاد و همکاران (۱۴۰۳)	الگوی فضایی میران تاب‌آوری کالبدی سکونتگاههای روستایی شهرستان املش در برابر زمین لغزش	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.
فخر قاضی و همکاران (۱۴۰۱)	تحلیل فضایی تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی در برابر مخاطره زلزله (روستاهای شهرستان آوج)	در نتیجه این پژوهش روستاهای دارای وضعیت مطلوب و متوسط و نامطلوب از نظر تاب‌آوری اجتماعی در برابر زلزله شناسایی شده‌اند.
رشیدی و زالی (۱۳۹۹)	نقش ملاحظات تاب‌آوری در توسعه متعادل فضایی استان گیلان	نتایج نشان داد که مناطق جنوب شرقی و جنوبی استان نامناسب‌ترین وضعیت را دارند.
حسین‌نیا و همکاران (۱۳۹۹)	تحلیلی مولفه‌های اجتماعی اثرگذار بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در مواجهه با سیلاب در روستاهای شرق گیلان	نتیجه این پژوهش نشان داد دهستان‌های دهگاه، دریاسر، کجید بالاترین تاب‌آوری اجتماعی در برابر سیل را دارا هستند.
آزاده و تقوایی (۱۳۹۶)	تحلیل فضایی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری و روستایی در برابر مخاطره زلزله	فاصله نقاط شهری و روستایی از گسل‌های فعال و غیرفعال محاسبه شده و میزان خطرپذیری معین شده است.
غلامی امام مقدم و همکاران (۱۳۹۴)	ارزیابی ریسک و اولویت‌بندی مخاطرات محیط‌زیستی استان گیلان	نتایج نشان داد که از کل استان گیلان حدود ۷درصد درطبقه بحرانی، ۳۲ درصد در طبقه تهدید زیاد، ۲۵ درصد تهدید متوسط،۲۷ درصدتهدید کم و ۹ درصد تهدید بسیار کم قرار دارد.
داداش پور و عادلی (۱۳۹۴)	سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه‌های شهری قزوین	نتایج این پژوهش نشان داده است که در بین ابعاد مختلف تاب‌آوری، مجموعه شهری قزوین به لحاظ ابعاد نهادی و سپس ابعاد کالبدی–فضایی وضعیت نامناسب‌تری دارد.

در این پژوهش علاوه بر تحلیل فاصله اقلیدسی سکونتگاه‌های شهرستان‌های ناحیه شرق گیلان و ارائه نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله، میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های سطح شهرستان در برابر زلزله سنجیده شده است و با استفاده از مدل مکانی و هم‌پوشانی لایه‌ها نقشه نهایی که نشان‌دهنده وضعیت تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله با استفاده از دو شاخص فاصله از گسل و رتبه‌بندی ویکور ارائه می‌شود.

در بخش مبانی نظری پژوهش، معنای لغوی واژه (Resilience) به (resaltar) یا (resilio) لاتین برمی‌گردد که به معنای بازگشت یا برگشتن برای حرکت دوباره است (Simone et al., 2021). هولینگ (۱۹۷۳) تاب‌آوری را به مثابه توانایی سیستم برای حفظ عملکردهای اساسی در رویارویی با آشفتگی‌ها، تعریف می‌کند. تعریف UNISDR یکی از تعاریف مورد پذیرش تاب‌آوری در مطالعه سوانح طبیعی است. این تعریف بیان می‌دارد که ظرفیت یک سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض خطر برای سازگار شدن، مقاومت‌کردن یا تغییر برای رسیدن به سطح قابل قبولی ازعملیات و ساختار و ادامه آن است. این موضوع به نحوی تعیین می‌شود که سیستم اجتماعی قادر به سازمان‌دهی خود برای افزایش ظرفیت، آموختن از بلایای گذشته، حفاظت آتی بهتر و بهبود ارزیابی‌های کاهش امکان خطر دارد (بهزادفر و همکاران، ۱۳۹۷). به طور کلی تاب‌آوری دارای دو کیفیت است: کیفیت ذاتی (عملکرد در طول دوره غیر از بحران) و کیفیت انطباق پذیری (انعطاف‌پذیری و پاسخگویی در طول بلایا) (شکل ۱). تیرنی (۲۰۰۷)، رز (۲۰۰۴) و کاتر (۲۰۱۶) بین تاب‌آوری تطبیقی و تاب‌آوری ذاتی تمایز قائل می‌شوند. تاب‌آوری تطبیقی به فرآیند و نتیجه پس از رویداد مربوط می‌شود و تنها پس از یک فاجعه قابل اندازه‌گیری است. تاب‌آوری ذاتی اغلب ظرفیت تاب‌آوری نامیده می‌شود، یعنی ویژگی‌های ذاتی که یک جامعه یا یک منطقه را قادر می‌سازد تا به شوک‌ها پاسخ دهد و از آن بازیابی کند (فاستر، ۲۰۱۲). در تئوری، تاب‌آوری ذاتی را می‌توان قبل از یک رویداد اندازه‌گیری کرد و ممکن است به عنوان پایه‌ای برای بهبود تاب‌آوری شهری

عمل کند. (Cariolet et al., 2019). نمودار زیر (شکل۲) مربوط به مقایسه دو جامعه با تاب‌آوری کم و زیاد در طول فرایند ایجاد سانحه و بازیابی پس از آن است، با توجه به نمودار در می‌یابیم که جوامع دارای تاب‌آوری بیش‌تر در طول زمان هزینه و انرژی کم‌تری برای بازگشت به حالت اولیه می‌پردازند، در حالی که جوامع با تاب‌آوری کم‌تر برای بازگشت به حالت نرمال مستلزم تلاش بیش‌تری هستند؛ از آن جا که وقوع سانحه برای جوامع و سکونتگاه‌های بشری امری جدایی‌ناپذیر است؛ برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری روی تاب‌آور ساختن سکونتگاه‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد که می‌تواند در طول زمان از صرف انرژی و هزینه زیاد جلوگیری کرده و باعث کاهش خسارات و ثبات سرمایه‌های مالی و جانی شود.



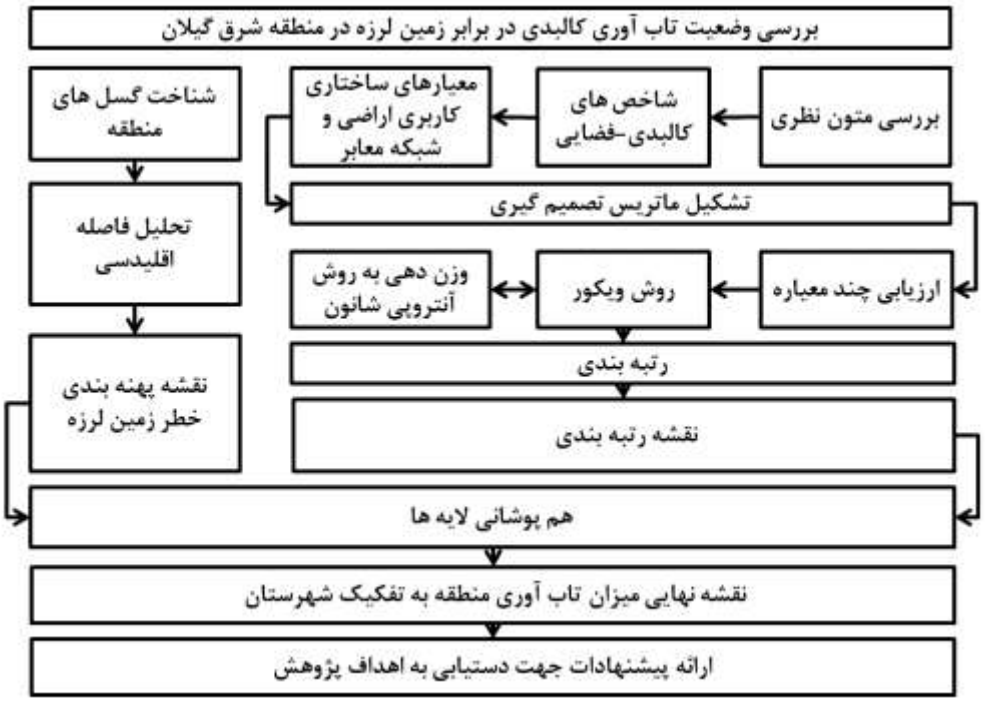
شکل۱. نمودار عملکرد تاب آوری ذاتی و کاهشی در طول زمان (Cariolet et al., 2019)

شکل۲. نمودار مسیر دو جامعه با تاب‌آوری کم و زیاد در مواجهه با بحران (منبع: رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۴)

بحث تاب‌آوری در مطالعات شهری و منطقه‌ای به دنبال کاهش آسیب‌های شهری مطرح شده است. شهرهای تاب‌آور از طریق تعمیق درک ما از وضعیت موجود و حرکت به سمت راهکارهای پایدارتر می‌توانند نقطه عزیمت مناسبی فراهم کنند (نامجویان و همکاران، ۱۳۹۸). یکی از مزایای برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری شهرها این است که نیازی به تمرکز بر روی الگوی خاص فرم شهری، یا توسعه شهری نیست. این انعطاف‌پذیری این اجازه را می‌دهد که با توجه به شرایط منحصر به فرد شهر و برنامه‌های توسعه، قدرت جوابگویی و توانایی انطباق وجود داشته باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). تاب‌آوری یک رویکرد جدید در مهندسی زلزله است که بعد زمانی را برای پوشش مرحله بازیابی پس از رویداد معرفی می‌کند. همچنین دامنه را فراتر از ساختار واحد، به سیستم‌ها و جوامع گسترش می‌دهد. در مفهوم گسترده‌تر، تاب‌آوری مسائل فنی، سازمانی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را در بر می‌گیرد. هدف آن به حداقل رساندن تلفات، تلفات اقتصادی و عملکردی، به نیاز جامعه یا سیستم آسیب‌دیده برای بازگشت به شرایط "عادی" در کوتاه‌ترین زمان ممکن گسترش یافته است (Maleki & Razavii, 2014). تاب‌آوری شهری را می‌توان در پنج بعد طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و نهادی تقسیم کرد؛ در این پژوهش به بررسی تاب‌آوری کالبدی پرداخته شده است.

روش پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و توسعه‌ای، به لحاظ روش پژوهش توصیفی و به لحاظ گردآوری اطلاعات اسنادی و کتابخانه‌ای است. جمع آوری اطلاعات از طریق اسناد ملی و استانی شامل طرح‌های آمایش، طرح‌های جامع شهری، سالنامه‌های آماری و مقالات معتبر است. ابتدا با استفاده از داده‌های به دست آمده از اسناد و منابع، وضعیت موجود کالبدی در سکونتگاه‌های شرق گیلان بررسی می‌شود، سپس با تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و وزن‌دهی به روش آنتروپی شانون ، مدل ویکور ایجاد می‌شود و رتبه‌بندی صورت می‌گیرد. سپس با تحلیل فاصله اقلیدسی نواحی مورد مطالعه از گسل‌ها میزان خطرپذیری هر ناحیه مشخص می‌شود. در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله و نقشه رتبه‌بندی ویکور به تفکیک شهرستان‌ها را با هم‌پوشانی لایه‌ها تحلیل کرده و نقشه نهایی تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله در منطقه شرق گیلان را تولید کرد، سپس می‌توان با شناسایی و سنجش وضعیت تاب آوری در برابر زلزله محدوده‌ی مورد مطالعه پیشنهادهایی ارائه کرد. شکل (۳) فرایند انجام پژوهش را نشان می‌دهد:



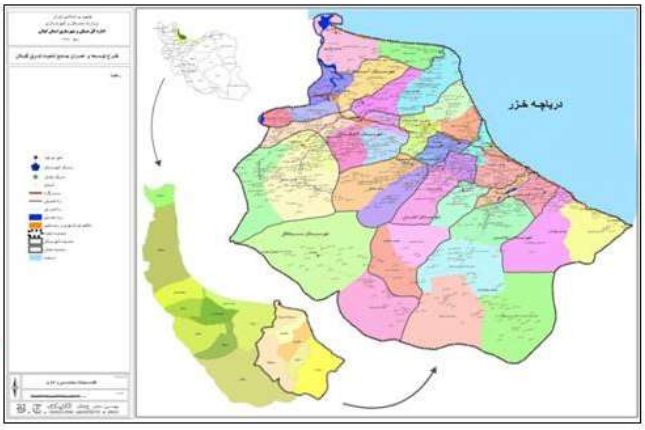
شکل۳. مدل مفهومی پژوهش

روش بکار رفته در این پژوهش، راه‌حل توافقی و بهینه‌سازی چند معیاره (VIKOR) است. تکنیک‌های تصمیم گیری چند معیاره یکی از بهترین روش‌هایی است که برای حل مشکلات به کار می‌رود. از مهم ترین مدل‌های چند معیاره، مدل ویکور را می‌توان برشمرد که به منظور بهینه‌سازی سیستم‌های پیچیده چند معیاره به کار می‌رود. ویکور یکی از روش‌های تصمیم‌گیری برای حل یک مسئله تصمیم‌گیری گسسته با معیارهای نامتناسب واحد های اندازه گیری مختلف و متعارض که در سال ۱۹۸۸ میلادی توسط اپریکوویک و ژنگ ارائه گردید. مراحل این روش به شرح زیر است:

- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری
- بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم‌گیری
- تعیین بهترین و بدترین مقدار هر معیار به ترتیب برای معیارهای مثبت و منفی
- محاسبه مقدار سودمندی و مقدار تاسف
- محاسبه شاخص ویکور (آمار و همکاران، ۱۳۹۷).

قلمرو جغرافیایی پژوهش

استان گیلان در شمال کشور و با مساحتی حدود ۱۴ هزار کیلومتر مربع واقع شده است. . ناحیه شرق گیلان با استان مازندران از شرق و با دریای خزر از شمال و همچنین با استان قزوین از جنوب هم مرز است. این ناحیه دارای شش شهرستان هفده شهر و بیش از هزار و دویست سکونتگاه روستایی است (شکل ۵). جمعیت مستقر در این ناحیه تقریبا به طور مساوی در سکونتگاه‌های شهری و روستایی ساکن اند و با توجه به فواصل کوتاه شهری و روستایی و در هم تنیدگی سکونتگاه‌ها حوزه نفوذ و حوزه مداخله و همچنین کارکرد نسبتا مشترک بهره می‌برند. در نقشه زیر وضعیت استقرار هر یک از شهرستان‌ها و مراکز سکونتی آورده شده است (طرح جامع لاهیجان، ۱۷:۱۳۹۲). با توجه به لرزه‌خیز بودن این ناحیه شناخت گسل‌های اصلی موجود در آن اهمیت بسزایی دارد، در نقشه زیر گسل‌های منطقه و ناحیه استقرار هر کدام نشان داده شده است، گسل‌های اصلی این ناحیه گسل خزر، گسل لاهیجان و گسل جیرنده است (شکل۶).



شکل ۵. موقعیت ناحیه شرق گیلان در استان (منبع: طرح ناحیه شرق گیلان، ۱۳۸۹)

شکل ٦. گسل‌های اصلی استان گیلان (منبع: روحی، ۱۳۹۶)

یافته‌ها و بحث

در این بخش از تحقیق ابتدا به توصیف داده‌ها و شاخص‌های مورد نظر پرداخته و سپس به تحلیل آن‌ها می‌پردازیم؛ لازم به ذکر است، یافته‌های تحقیق از طریق محاسبات مجدد نگارندگان با استفاده از طرح‌های جامع شهری و طرح‌های هادی روستایی و آمار ارائه شده توسط بنیاد مسکن استان گیلان به دست آمده است.

وضعیت ابنیه: برای بررسی وضعیت ابنیه از سه زیر معیار میانگین قدمت بنا، میانگین قطعات ساخته شده و تعداد طبقات استفاده می‌کنیم؛ این زیرمعیارها از نوع منفی هستند و کاهش آن‌ها موجب تاب‌آوری بیش‌تر و آسیب‌پذیری کمتر می‌شود.

جدول ۲. وضعیت ابنیه در مراکز سکونتگاهی در ناحیه شرق گیلان به تفکیک شهرستان ها

	معیار	آستانه‌اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	سیاهکل	املش	رودسر
وضعیت ابنیه	میانگین تعداد طبقات	۱	۱/۴	۱/۲	۱	۱	۱/۰۴
	میانگین قدمت ابنیه (سال)	۱۵	۲۰	۲۰	۱۵	۲۰	۱۵
	متوسط تراکم ساختمانی (درصد)	۶۷	۸۷	۹۵	۷۶	۵۶	۴۹

کیفیت مراکز مسکونی: برای سنجش کیفیت مراکز مسکونی، دو زیرمعیار سرانه واحد مسکونی و تراکم خانوار در واحد مسکونی در نظر گرفته شده است. سرانه واحد مسکونی هر چه بیش‌تر باشد موجب افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری است و معیاری مثبت است ولی تراکم خانوار در واحد مسکونی شاخصی منفی است و با کاهش آن، تاب‌آوری افزایش و آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.

جدول ۳. کیفیت مراکز مسکونی در ناحیه شرق گیلان به تفکیک شهرستان ها

	معیار	آستانه اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	سیاهکل	املش	رودسر
کیفیت مسکونی	درصد سرانه مسکونی	۸۰/۴	۷۳/۱۶	۷۵/۵	۸۷/۰۶	۸۵/۰۵	۸۰/۰۹
	تراکم خانوار در واحد مسکونی	۱/۰۲	۱/۰۴	۱	۱/۶	۱/۰۱	۱

کاربری‌های پرخطر: در مواقع بحران، خصوصا بحران زمین‌لرزه که به نوعی تغییرات ایجاد شده پس از وقوع غیرقابل پیش‌بینی است و انواع جابجایی‌ها و شکستگی‌ها صورت می‌گیرد؛ وجود برخی از کاربری‌ها در داخل بافت شهر موجب خطرات احتمالی بیش‌تری می‌شود؛ این کاربری‌ها اعم از پمپ‌های بنزین و گاز و مراکز صنعتی هستند که با تغییر ایجاد شده احتمال بروز خطر را افزایش می‌دهند. و همانطور که مشخص است از شاخص‌های منفی هستند که کاهش آن‌ها مطلوب‌تر و باعث تاب‌آوری بیش‌تر می‌شود.

جدول ٤. وضعیت مراکز پرخطر در ناحیه شرق گیلان به تفکیک شهرستان‌ها

معیار	آستانه اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	سیاهکل	املش	رودسر
تعداد مراکز پرخطر	۹	۱۳	۱۸	۹	۴	۱۲

وضعیت کاربری‌های امدادی- خدماتی: کاربری‌های امدادی خدماتی مورد نظر در مواقع وقوع بحران شامل کاربری‌های درمانی، انتظامی، آتش‌نشانی و اسکان موقت (کاربری ورزشی، فضای سبز و باز) است که همگی از شاخص‌های مثبت هستند و با افزایش مقدار آن‌ها تاب‌آوری افزایش و آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد.

جدول ٥. وضعیت مراکز امدادی- خدماتی در ناحیه شرق گیلان به تفکیک شهرستان‌ها

	معیار	آستانه اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	سیاهک	املش	رودسر
مراکز درمانی	تعداد مراکز درمانی	۲	۲۰	۱۰	۳	۲	۷
	سرانه مراکز درمانی	۰/۴	۰/۷	۰/۶	۰/۳	۰/۲	۰/۶
	ضریب توزیع مراکز درمانی (DQ)	۰/۴	۱/۴	۰/۹	۰/۳	۰/۰۵	۰/۰۶
مراکز اسکان موقت	تعداد مراکز اسکان موقت	۱۰	۵۰	۱۸	۶	۷	۴
	سرانه مراکز اسکان موقت	۶/۷	۳/۲	۴/۶	۵/۸	۴/۷	۲/۸
	ضریب توزیع اسکان موقت (DQ)	۳/۴	۴/۵	۵/۱	۶/۴	۴/۸	۵/۶
مراکز انتظامی	تعداد مراکز انتظامی	۲	۱۴	۶	۲	۳	۴
	ضریب توزیع انتظامی (DQ)	۱/۵	۲/۱	۱/۶	۰/۸	۰/۵	۱/۱
مراکز آتش‌نشانی	تعداد مراکز آتش‌نشانی	۱	۳	۴	۱	۲	۴
	ضریب توزیع آتش‌نشانی (DQ)	۰/۵	۰/۳	۰/۹	۰/۱	۱/۷	۲/۵

تراکم جمعیت: هدف از تاب‌آوری در برابر زمین‌لرزه حفظ و مراقبت از جمعیت ساکن در ناحیه آسیب دیده است. شاخص تراکم جمعیت شاخصی با جنبه منفی است که نشان می‌دهد هر چه تراکم جمعیت در یک ناحیه کم‌تر باشد تاب‌آوری آن بیش‌تر و آسیب‌پذیری آن کم‌تر است.

جدول ٦. تراکم جمعیت در ناحیه شرق گیلان به تفکیک شهرستان‌ها

معیار	آستانه اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	سیاهک	املش	رودسر
جمعیت(نفر)	۱۱۰۰۸۵	۱۶۶۳۴۶	۱۴۳۳۱۰	۴۶۹۷۵	۴۳۲۲۵	۱۴۷۳۹۹
مساحت(کیلومتر مربع)	۴۱۸	۴۱۳	۳۱۸	۹۶۷	۴۱۶	۱۳۴۰
تراکم جمعیت(نفر بر کیلومتر مربع)	۲۴۹/۴۷	۴۱۴/۸۱	۲۹۹/۷۲	۴۸/۴۵	۱۰۸/۷۴	۱۰۶/۶۲

شبکه معابر: شبکه معابر درون شهری یکی از معیارهای مهم در بررسی تاب‌آوری در برابر زلزله است. شهر از دو مؤلفه فضا و توده تشکیل شده است که برای دسترسی به توده‌ها به فضا و یا معابر احتیاج است. هر مقدار که نفوذپذیری در توده‌ها و بافت‌های شهر بیش‌تر باشد تاب‌آوری کالبدی افزایش و آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد. یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تاب‌آوری امدادرسانی است و وجود معبر مناسب برای رسیدگی به این امر از ویژگی‌های اساسی یک منطقه یا یک شهر تاب‌آور است. علاوه بر آن با توجه به پیوستگی سکونتگاه‌ها و حوزه نفوذ منسجم موجود در شهرستان‌های استان گیلان وجود معابر و مسیرهای بین شهری متعدد و مناسب نیز یکی از ملزومات تاب‌آوری و امدادرسانی در مواقع بحران است. بنابراین دو زیر معیار عرض شبکه معابر و تعداد مسیرهای بین شهری دو عامل با جنبه مثبت هستند که هر مقدار افزایش یابند مؤثرتر و مفیدتر خواهند بود.

جدول ۷. وضعیت شبکه معابر و حمل‌ونقل در ناحیه شرق گیلان به تفکیک شهرستان‌ها

	معیار	آستانه اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	سیاهک	املش	رودسر
شبکه معابر	میانگین عرض معابر شهری(متر)	۲۰	۲۰	۱۶	۱۴	۱۴	۲۰
	تعداد مسیرهای حمل‌ونقل بین	۳	۵	۶	۳	۵	۷

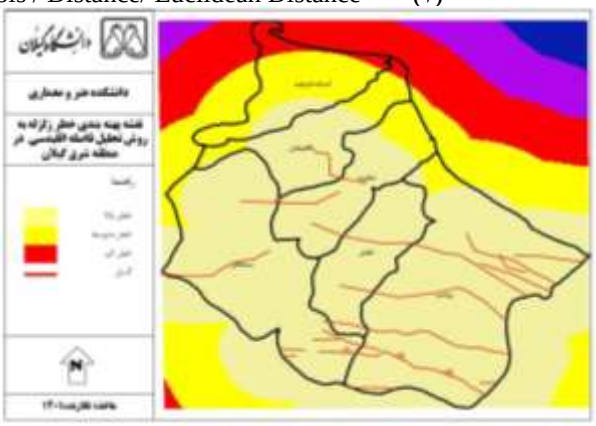
وضعیت طبیعی تاب‌آوری در برابر زلزله بر اساس محاسبه فاصله از گسل

در ریاضیات فاصله اقلیدسی فاصله معمولی دو نقطه است که توسط فیثاغورس به دست می‌آید. فاصله دو نقطه p و q اندازه پاره خطی است که آن‌ها را به هم متصل می‌کند (pq). در مختصات دکارتی اگر $p=(p_1,p_2,p_3,\dots,p_n)$ و $(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)$ q= دو نقطه در فضای اقلیدسی n بعدی باشند؛ آن گاه فاصله بین آن‌ها به صورت زیر تعریف می‌شود (آروین و کیانی، ۱۳۷۸ :۱۳۹۸):

$$d(p,q) = \sqrt{(p_1-q_1)^2+(p_2-q_2)^2+\cdots+(p_n-q_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(p_i-q_i)^2} \quad (۱)$$

برای انجام این بخش از پژوهش باید با استفاده از نرم افزار GIS به تحلیل فاصله اقلیدسی از گسل‌های موجود در منطقه بپردازیم، ابتدا با استفاده از دستور زیر فواصل پر خطر تا کم خطر نشان داده می‌شود؛ که نقشه خروجی این فواصل را نمایش می‌دهد.

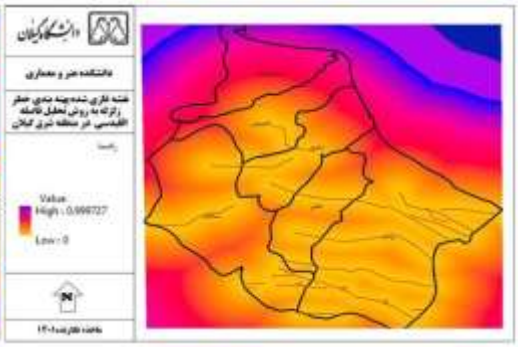
Spatial Analyst tools / Distance/ Euclidean Distance (۲)



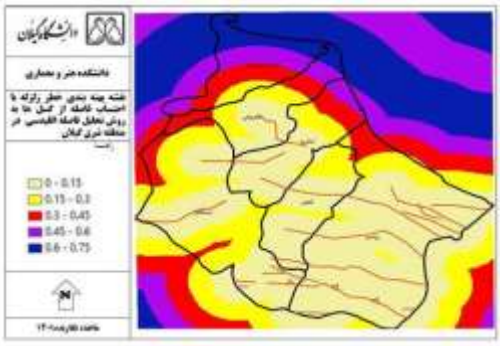
شکل۷. پهنه بندی خطر زمین لرزه در منطقه شرق گیلان به تفکیک شهرستان

در ادامه با استفاده از دستور raster calculator ، نقشه به دست آمده به صورت فازی استاندارد سازی شد و فرمول استفاده شده در مورد این معیار از نوع فازی‌سازی افزایشی بوده است زیرا با افزایش معیار حالت بهینه‌تری را خواهیم داشت.

$$F(x)=\frac{xi-xmin}{\Delta xmax*min} \quad (۳)$$



شکل ۸. نقشه فازی شده خطر زمین لرزه در منطقه شرق گیلان به تفکیک شهرستان



شکل ۹. نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه به تفکیک فواصل ۰ تا ۷۵ کیلومتر از گسل ها در منطقه شرق گیلان

نقشه فازی سازی شده میزان خطر زلزله را بر اساس ارزش‌گذاری عددی بین صفر تا یک نشان می‌دهد، با استفاده از این نقشه می‌توان به طبقه‌بندی مجدد فواصل مورد نظر از گسل پرداخته و میزان خطر زلزله را در فواصل مشخص به دست آورد. شکل (۹) طبقه‌بندی مجدد فاصله از گسل را از صفر تا ۷۵ کیلومتر نشان می‌دهد. سپس، مساحت هر یک از طبقات خطر نسبی زلزله محاسبه شده است، شهرستان رودسر و املش در کمترین فاصله از گسل قرار گرفته‌اند.

جدول ۸. مساحت نسبی هر فاصله از گسل در شهرستان های شرق گیلان

مساحت نسبی هر شهرستان در فواصل مورد نظر							
احتمال خطر زلزله(درصد)	فاصله از گسل	آستانه‌اشرفیه	لاهیجان	لنگرود	املش	سیاهکل	رودسر
۸۰-۱۰۰	۰-۱۵	٪۰	٪۴۵	٪۵۲	٪۶۳	٪۴۸	٪۸۰
۶۰-۸۰	۱۵-۳۰	٪۱۶	٪۳۱	٪۱۹	٪۲۷	٪۳۷	٪۱۱
۴۰-۶۰	۳۰-۴۵	٪۲۹	٪۱۲	٪۱۶	٪۰	٪۱۵	٪۹
۲۰-۴۰	۴۵-۶۰	٪۳۱	٪۷	٪۱۳	٪۰	٪۰	٪۰
۰-۲۰	۶۰-۷۵	٪۲۴	٪۵	٪۰	٪۰	٪۰	٪۰

وضعیت تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله

تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: برای تشکیل این ماتریس داده‌های مربوط به هر شاخص و زیر معیار را در ستون‌ها و به ردیف شهرستان‌ها وارد می‌کنیم، روش ما در استاندارد سازی داده‌ها روش" مجذور هر ستون و تقسیم هر مقدار بر جذر مجموع ستون آن" است.

جدول ۹. ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده

کاربری پرخطر(D)	وضعیت کاربری‌های امدادی-خدماتی(F)						وضعیت کاربری‌های امدادی-خدماتی(F)			شبکه معابر(T)		وضعیت ابنیه(Q)			کیفیت مسکونی(R)		تراکم جمعیت(S)		
تعداد کاربری پرخطر	ضریب توزیع آتش نشانی	تعداد آتش نشانی	ضریب توزیع انتظامی	تعداد انتظامی	ضریب توزیع اسکان موقت	سرانه اسکان موقت	تعداد اسکان موقت	ضریب توزیع درمانی	سرانه درمانی	تعداد درمانی	تعداد مسیر حمل نقل بین شهری	عرض معابر شهری	تراکم ساختمانی	قدمت ابنیه	تعداد طبقات	سرانه مسکونی	تراکم خانوار در واحد مسکونی	تراکم جمعیت شهرستان	شهرستان
D1	F10	F9	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	T2	T1	Q3	Q2	Q1	R2	R1	S1	-
۲/۸۴	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۶۷	۰/۲۵	۰/۹۳	۳/۸	۱/۸۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۷۳	۹/۳۱	۲۴/۹۴	۵/۲۰	۰/۳۷	۳۳/۴۹	۰/۳۸	۱۰۵/۲۵	A	آستانه‌اشرفیه
۵/۹۲	۰/۰۳	۱/۲۵	۱/۳۱	۱۲	۱/۶۴	۰/۸۷	۴۵/۵	۱/۱۳	۱/۰۷	۱۶/۸	۰/۰۲	۹/۳۱	۴۲/۰۵	۹/۲۴	۰/۷۲	۲۷/۷۳	۰/۳۹	۲۹۰/۹۸	B	لاهیجان
۱۱/۳۵	۰/۲۵	۲/۲۲	۰/۷۶	۲/۲۱	۲/۱	۱/۸	۵/۸۶	۰/۴۷	۰/۴۴	۴/۲۰	۲/۹۱	۵/۹۶	۵۰/۱۴	۹/۲۴	۰/۵۳	۲۹/۵۳	۰/۳۶	۱۵۱/۹۲	C	لنگرود
۲/۸۴	۰	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۵	۳/۳۱	۲/۸۵	۰/۶۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۳۸	۰/۷۳	۴/۵۶	۳۲/۰۹	۵/۲۰	۰/۳۷	۳۱/۵۷	۰/۹۲	۳/۹۷	D	سیاهکل
۰/۵۶	۰/۹	۱/۲۵	۰/۰۷	۰/۵۵	۱/۸۶	۱/۸۷	۰/۸۹	۰	۰/۰۲	۰/۱۷	۲/۰۲	۴/۵۶	۱۷/۴۲	۹/۲۴	۰/۳۷	۳۷/۴۸	۰/۳۷	۲۰	E	املش
۵/۰۵	۲	۲/۲۲	۰/۳۶	۰/۹۸	۲/۵۴	۰/۶۶	۰/۲۹	۰	۰/۲	۲/۰۶	۳/۹۶	۹/۳۱	۱۲/۳۴	۵/۲۰	۰/۴۰	۳۳/۲۳	۰/۳۶	۱۹/۲۲	F	رودسر

وزن دار کردن ماتریس نرمال: در این مرحله پس از بی‌مقیاس‌سازی مقادیر مربوط به هر شاخص باید اهمیت نسبی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر را مشخص نماییم؛ برای این کار بسته به روش انتخابی برای امتیازدهی به شاخص‌ها چهار روش عمده وجود دارد(آنتروپی‌شانون، روش LINMAP، روش کمترین مجذورات موزون و روش بردار ویژه) که ما در این پژوهش از روش آنتروپی‌شانون که برای ارزیابی با ماتریس تصمیم‌گیری استفاده می‌شود، بهره خواهیم برد. ایده اصلی روش وزن‌دهی به روش آنتروپی‌شانون بر این پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیش‌تر باشد آن شاخص از اهمیت بیش‌تری برخودار است. بنابراین برای محاسبه اوزان شاخص‌ها به ترتیب زیر عمل می‌کنیم(m تعداد گزینه‌ها است):

$$P_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad \text{و} \quad K=\frac{1}{Ln(m)}=\frac{1}{6}= \quad ۰.۵۵۸۱ \quad E_j=-k\sum_{i=1}^{m}(p_{ij}*\ln p_{ij}) \quad \text{و} \quad Dj=1-Ej \quad (۴)$$

Ej مقدار آنتروپی شاخص j ام را نشان می‌دهد. مقدار dj عدم اطمینان یا درجه انحراف را برای شاخص j ام بیان می‌کند و از آنجایی که روش آنتروپی‌شانون بیش‌ترین وزن را به شاخص با بیش‌ترین درجه انحراف می‌دهد لذا خواهیم داشت:

$$Wj=\frac{dj}{\sum_{j=1}^{n} dj} \quad (۵)$$

جدول ۱۰. ماتریس وزنی شاخص ها

WD1	WF10	WF9	WF8	WF7	WF6	WF5	WF4	WF3	WF2	WF1	WT2	WT1	WQ3	WQ2	WQ1	WR2	WR1	WS1
۰/۰۳۵	۰/۱۰۹	۰/۰۴۲	۰/۰۳۹	۰/۱۲۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲۱	۰/۱۵۶	۰/۱۲۲	۰/۰۸۳	۰/۱۲۳	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۷۳

حال که وزن هر شاخص مشخص شد، می‌توانی ماتریس نرمال وزنی (جدول ۱۱) را با ضرب وزن شاخص‌ها بر اعداد هر بخش از ماتریس نرمال به دست آورد.

جدول ۱۱. ماتریس نرمال وزنی

	WS1	WR1	WR2	WQ1	WQ2	WQ3	WT1	WT2	WF1	WF2	WF3	WF4	WF5	WF6	WF7	WF8	WF9	WF10	WD1
A	۷/۶۴۴	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۳۳۹	۰/۰۶۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	۰/۲۸۶	۰/۰۸۱	۰/۰۰۸	۰/۰۳۰	۰/۰۲۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	۰/۱۰۰
B	۲۱/۱۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۸	۰/۰۰۴	۰/۰۵۱	۰/۵۵۵	۰/۰۶۲	۰/۰۴۵	۲/۰۶۸	۰/۰۸۹	۰/۱۳۸	۷/۱۱۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱۵	۱/۴۷۲	۰/۰۵۱	۰/۰۵۳	۰/۰۰۳	۰/۲۰۹
C	۱۱/۰۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۵۱	۰/۶۶۲	۰/۰۴۰	۰/۰۶۵	۰/۵۱۷	۰/۰۳۷	۰/۰۵۷	۰/۹۲۱	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹	۰/۲۷۰	۰/۰۳۰	۰/۰۹۴	۰/۰۲۸	۰/۴۰۱
D	۰/۲۸۸	۰/۰۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۲۳۴	۰/۰۳۰	۰/۰۱۶	۰/۰۴۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۱۰۲	۰/۰۶۰	۰/۰۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۰۷	/۰۰۶	۰	۰/۱۰۰
E	۱/۴۵۲	۰/۰۰۴	۰/۰۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۵۱	۰/۲۳۰	۰/۰۳۰	۰/۰۴۵	۰/۰۲۱	۰/۰۰۲	۰	۰/۱۳۹	۰/۰۴۰	۰/۰۱۷	۰/۰۶۸	۰/۰۰۳	۰/۰۵۳	۰/۰۹۹	۰/۰۲۰
F	۱/۳۹۶	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۱۷۶	۰/۰۶۲	۰/۰۸۸	۰/۲۵۳	۰/۰۱۶	۰	۰/۰۴۶	۰/۰۱۴	۰/۰۲۳	۰/۱۲۰	۰/۰۱۴	۰/۰۹۴	۰/۲۱۴	۰/۱۷۸
جمع	۴۲/۹۴۶	۰/۰۳۱	۰/۱۲۴	۰/۰۱۴	۰/۳۳۷	۲/۴۷۷	۰/۲۸۶	۰/۲۷۵	۰/۹۲۶	۰/۱۵۵	۰/۱۲۳	۸/۶۰۳	۰/۲۵۱	۰/۱۱۲	۱/۹۹۰	۰/۱۳۱	۰/۳۰۵	۰/۳۵۲	۱/۰۰۹

تعیین شاخص مطلوبیت (s) و شاخص نارضایتی(R): در این مرحله، با توجه به مقادیر مثبت و منفی محاسبه شده در مرحله قبل، فاصله هر یک از گزینه‌ها از راه حل ایده‌آل و سپس حاصل جمع آن‌ها برای ارزش نهایی بر اساس روابط زیر محاسبه می‌شود. به بیانی، در این مرحله سودمندی و ضرر حاصل از انتخاب یک گزینه به منزله رتبه برتر محاسبه می‌شود. مقادیر حداقل برای هر دو مقدار معرف کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل (گزینه برتر) است که کم‌ترین ضرر و بیش‌ترین سودمندی را همراه دارد (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۸).

$$Ri= MAX\left\{Wj * \frac{f*-fij}{f*-f-}\right. \text{ و } Si= \sum_{i=1}^{n} Wj * \frac{f*-fij}{f*-f-} \qquad (۶)$$

(F*i= بزرگ‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون و fij= عدد گزینه مورد نظر برای هر معیار در ماتریس نرمال وزنی و -fi= کوچک ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون)

جدول ۱۲. محاسبه مقادیر شاخص مطلوبیت و شاخص نارضایتی

شهرستان	R	S	تعیین کوچک ترین و بزرگ ترین مقدار S وR		
A	۰/۱۵۲	۰/۸۶۶	کوچک ترینS	S*	۰/۲۰۷
B	۰/۱۰۸	۰/۲۰۷	بزرگ‌ترینS	S-	۰/۹۳۲
C	۰/۱۳۸	۰/۶۴۸	کوچک‌ترینR	R*	۰/۱۰۸
D	۰/۱۵۶	۰/۹۲۳	بزرگ‌ترینR	R-	۰/۱۵۶
E	۰/۱۵۶	۰/۸۶۲	تفاضلS	S*-S-	-۰/۷۲۵
F	۰/۱۵۸	۰/۷۱۷	تفاضلR	R*-R-	-۰/۰۴۸

محاسبه مقدار Q و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها:

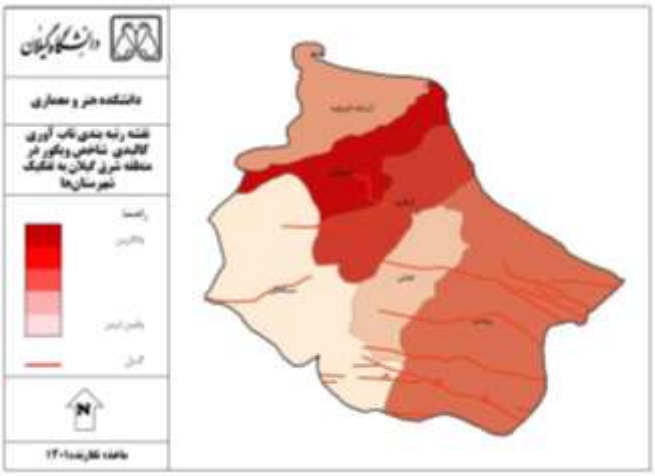
$$Qi=v\left[\frac{Si-S^-}{S*-S^-}\right]+(1-V)\left[\frac{Ri-R^-}{R*-R^-}\right] \qquad (۷)$$

در نهایت بیش‌ترین مقدار Q به عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود. (V: عدد ثابت ۰/۵)

بر اساس فرمول بالا مقادیر شاخص ویکور را در جدول زیر آورده و سپس رتبه‌بندی شهرستان‌ها در تاب‌آوری در برابر زلزله بر اساس ویژگی‌های کالبدی سکونتگاه‌ها نمایش می‌شود:

جدول ۱۳. مقادیر شاخص ویکور گزینه‌ها و رتبه بندی شهرستان‌ها بر اساس شاخص ویکور

شهرستان	Q	رتبه	شهرستان
A	۰/۰۸۷	۱	لاهیجان
B	۱	۲	لنگرود
C	۰/۳۸۳	۳	رودسر
D	۰	۴	آستانه‌اشرفیه
E	۰/۰۴۸	۵	املش
F	۰/۱۲۸	۶	سیاهکل

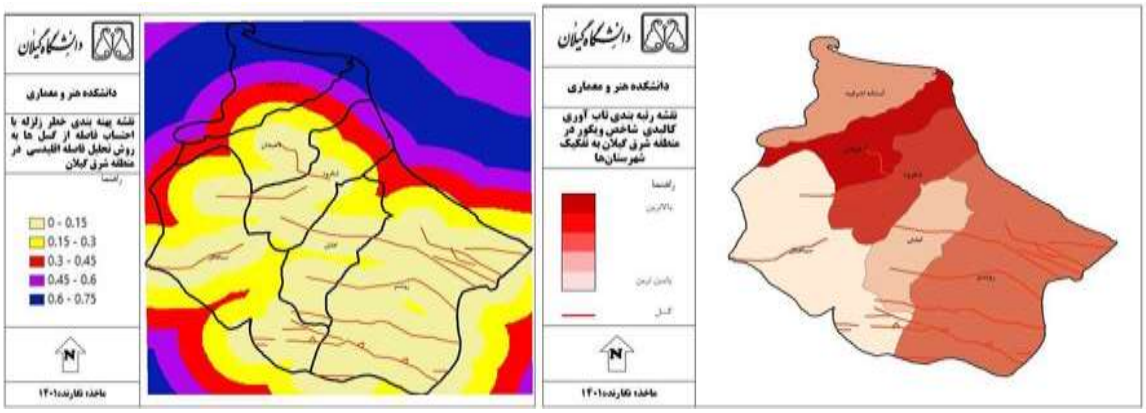


شکل ۱۰. نقشه رتبه‌بندی تاب‌آوری شاخص ویکور

در شکل (۱۰) رتبه‌بندی تاب‌آوری کالبدی بر اساس شاخص ویکور انجام شده است که نشان می‌دهد،شهرستان لنگرود بیش‌ترین میزان و شهرستان سیاهکل کم‌ترین میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله را دارد، اما این تحلیل کافی نیست؛ زیرا از نظر زمین‌شناسی و وجود گسل‌ها هر شهرستان وضعیت ویژه‌ی خود را دارد. بنابراین با استفاده از تحلیل فواصل اقلیدسی از گسل و هم‌پوشانی این دو لایه به تحلیل نهایی دست خواهیم یافت.

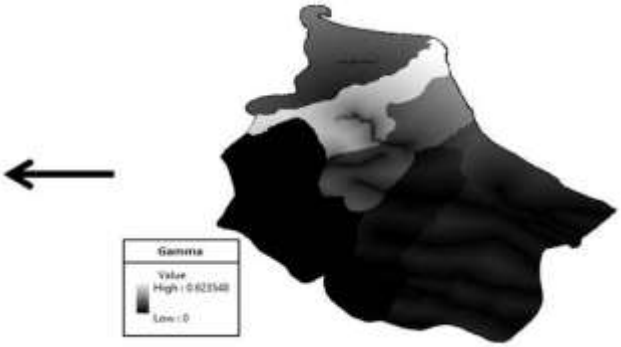
هم‌پوشانی لایه‌ها: برای ایجاد مدل مکانی نیاز به دو نقشه شاخص ویکور و نقشه فاصله اقلیدسی از گسل‌ها داریم. این دونقشه خروجی دو معیار کالبدی و طبیعی در این پژوهش هستند. برای رسیدن به نتیجه نهایی باید از نرم‌افزار GIS و هم‌پوشانی لایه‌ها (overly fuzzy) استفاده شود. برای این کار ابتدا هر دو نقشه را به صورت رستری و فازی تهیه می‌کنیم.

مناسب‌ترین روش در مطالعات علمی روش گاماست، زیرا از ترکیب اپراتور sum و اپراتور product ایجاد شده است و روشی متعادل است. فرمول زیر نحوه کار این روش را نشان می‌دهد (توان گاما: ۰/۷ در نظر گرفته شده است).



شکل۱۱. نقشه‌های ورودی مدل مکانی

$$\mu condition = (fuzzy\ algebra\ product)^{1-\gamma} * (fuzzy\ algebra\ Sum)^{\gamma} \quad (۸)$$



شکل۱۲. نقشه نهایی فازی تاب‌آوری ناحیه شرق گیلان در برابر زلزله

شکل۱۳. نقشه نهایی پهنه بندی تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله در منطقه شرق گیلان

نقشه فازی ارزش مناطق یا میزان تاب‌آوری مناطق را بر اساس اعدادی بین صفر و یک نشان می‌دهد به طوری که هر چه به یک نزدیک‌تر شویم تاب‌آوری افزایش می‌یابد، برای تحلیل بهتر این نقشه، نقشه طبقه‌بندی شده را تولید کردیم. طبق نقشه بالا میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله مشخص شده است؛ در حالت کلی این میزان در جنوب ناحیه کمتر و در شمال آن بیش‌تر است. اگرچه میزان تاب‌آوری کالبدی در کل ناحیه از کیفیت پایینی برخوردار است که عوامل نحوه استقرار گسل‌ها و وضعیت کالبدی سکونتگاه‌ها توأمان در این امر مؤثر بوده است. بنابراین منطقه شرق گیلان از لحاظ کالبدی در برابر زلزله آسیب‌پذیر است. برای کاهش آسیب‌پذیری آن لازم است مؤلفه‌های مؤثر در بهبود تاب‌آوری کالبدی را ارتقا دهیم.

نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش و نتایج تحلیل یافته‌ها می‌توانی نقـاط قـوت و ضـعف هـر شهرسـتان را مـوررد ارزیـابی قـرار داد. شاخص‌های تعداد طبقات و تراکم ابنیه و هم چنین درصد سرانه مسکونی و تراکم خانوار در کل ناحیه شرق گـیلان دارای وضـعیت نسبتا مناسبی هستند و می‌توان گفت ناحیه همگن است. قدمت ابنیه در کل محدوده بین ۱۵ تا ۲۰ متغیر است که می‌تواند تهدیدی در زمان بحران زلزله محسوب شود. شهرستان‌های لاهیجـان و لنگـرود و رودسـر دارای نفـوذ پـذیری بـالاتری نسـبت بـه دیگـر شهرستان‌ها هستند به طوری که تعداد مسیرهای بین شهری و مسیرهای جـایگزین در مواقـع لـزوم مـی‌تواننـد عامـل مـؤثری در دسترسی به خدمات امدادی باشند. شبکه معابر درون شهری در شهرستان‌های لنگرود و رودسر و املش در وضعیت نامناسـبی قـرار دارد که یکی از نقاط ضعف و تهدید در تاب‌آوری کالبدی به حساب می‌آید. شهرستان سیاهکل دارای خـدمات امـدادی و درمـانی و همچنین مراکز اسکان موقت ضعیفی است که با وجود مسیرهای نامناسب (خصوصا در فصل بارنـدگی) امکـان خـدمت رسـانی در شرایط بحرانی را دشوارتر می‌کند. شهرستان‌های لاهیجان و لنگرود دارای خدمات امدادی و درمانی و مراکز اسکان موقت مناسـبی هستند ولی به لحاظ تراکم جمعیت نسـبت بـه دیگـر شهرسـتان‌هـای دیگـر دارای درصـد بـالاتری هسـتند. شهرسـتان املـش و آستانه‌اشرفیه از لحاظ خدمات امدادی و درمانی و مراکز اسکان موقت وضعیت نامناسبی دارند. همان طـور کـه پـیش‌تـر آورده‌شـده است ناحیه شرق گیلان دارای گسل‌های متعددی است که کل ناحیه را فراگرفته ولی به لحاظ محاسبه فاصله منـاطق از گسـل‌هـا شهرستان‌های آستانه‌اشرفیه و لاهیجان وضعیت مناسب‌تری دارند. در مجموع با توجه به تحلیل ویکور و تحلیل فاصله اقلیدسـی در یافتیم که میزان تاب‌آوری کالبدی در شهرستان لاهیجان بهترین وضعیت و در شهرستان سیاهکل نامناسب‌ترین وضعیت را دارد.

در ادامه راهبردهای مناسب جهت افزایش تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله در هر یک از شهرستان‌های منطقه تبیین خواهد شد.

با توجه به یافته‌ها و نتایج پژوهش، پیشنهادهای کاربردی زیر در راستای افزایش تاب‌آوری کالبدی در محدوده ارائه می‌شود:

– افزایش نفوذپذیری در شهرهای لنگرود، املش و سیاهکل از طریق تعریض معابر و سیاست‌های تشویقی عقب‌نشینی.

– افزایش نفوذپذیری شهرستان سیاهکل و آستانه‌اشرفیه با احداث مسیرهای جایگزین و دسترسی‌های متعدد.

– تدوین سیاست‌های تشویقی برای نوسازی ابنیه با رعایت اصول ساختمانی مقاومت در برابر زلزله در کل ناحیه شرق گیلان.

– تقویت سازمان‌های امدادی و هلال‌احمر و اعطای امکانات امدادی موقت در شهرستان‌های سیاهکل و آستانه‌اشرفیه و املش.

– تجهیز نمودن سازمان‌های امدادی و درمانی به حمل‌ونقل هوایی نظیر بالگرد و کوادکوپتر.

– احداث مراکز چندمنظوره برای اسکان موقت در مواقع ضروری در شهرستان سیاهکل و رودسر و املش .

– انتقال مراکز پرخطر نظیر پمپ بنزین و گاز و انواع کارخانجات به محدوده‌ی خارج از شهر در شهرستان لنگرود.

– تقویت خدمات درمانی موجود در شهرستان لاهیجان برای پشتیبانی از خدمات درمانی شهرستان‌های اطراف.

– افزایش کارآمدی و بهبود وضعیت خدمات بهداشتی درمانی و همچنین احداث مراکز جدید متناسب با نیاز هر ناحیه در شهرستان‌های آستانه اشرفیه، املش و سیاهکل.

– ایجاد انواع طرح‌های مقاوم‌سازی در ساخت بناهای جدیدالاحداث نظیر استفاده از فولادکافی و جلوگیری از ساخت ساختمان‌های دارای دیوار باربر در تمامی محدوده و تشویق مالکان برای رعایت استانداردها و همچنین استفاده از آیین نامه و قوانین بازدارنده.

– مقاوم‌سازی ساختمان‌های عمومی به‌ویژه در مراکز جمعیتی مانند شهرهای لاهیجان و لنگرود.

– استفاده از کاربری چند منظوره و فضای‌سبز و باز کافی در مراکز محلات نواحی پرتراکم خصوصاً در شهر لنگرود و سیاهکل.

– طراحی مناسب فضاهای شهری متناسب با میزان خطرپذیری زلزله در شهرستان‌های رودسر و املش.

– اطلاع‌رسانی و تعیین مسیر امن برای دسترسی به مراکز پناهگاهی و اسکان موقت در مواقع بحران.

– ایجاد دسترسی سریع به فضای باز در ساختمان‌ها و مراکز عمومی نظیر مراکز خرید، مدارس، کتابخانه‌ها و ... در کل محدوده.

– شناسایی ساختمان‌های نیازمند حمایت در برابر زلزله در تمامی شهرهای منطقه شرق گیلان.

– بازنگری در طراحی خطوط تأسیسات شهری به صورت سازگار و رعایت حریم آن‌ها.

– افزایش ایستگاه‌های آتش‌نشانی در شهرستان‌های آستانه‌اشرفیه، املش و سیاهکل.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی منطقه‌ای، با عنوان " بررسی تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله در منطقه شرق گیلان" است که به راهنمایی خانم دکتر مهرناز مولوی در دانشگاه گیلان انجام شده است.

منابع

احمدی، قادر؛ پورحسن‌زاده، محمدحسین و سلیمان‌نژاد، امیر (۱۳۹۹) تحلیلی بر تاب‌آوری اجتماعات شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهرهای اردبیل، تبریز و ارومیه). *فصلنامه آمایش محیط*، ۴۹، ۱۳۳-۱۰۹. https://sanad.iau.ir/Journal/ebtp/Article/987511

اداره کل مسکن و شهرسازی استان گیلان. (۱۳۸۹). طرح جامع توسعه و عمران ناحیه شرق گیلان.

اداره کل مسکن و شهرسازی استان گیلان. (۱۳۹۵). طرح جامع شهرلنگرود.

اداره کل مسکن و شهرسازی استان گیلان. (۱۳۹۲). طرح جانع شهر لاهیجان.

آروین، عباس علی و کیانی، علی رضا. (۱۳۹۸). تحلیل فضایی پراکنش خدمات عمومی شهری با استفاده از ماتریس فاصله اقلیدسی. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۲(۴)، ۱۳۸۹-۱۳۷۳. doi.org/10.22059/jhgr.2019.275330.1007853

آزاده، سید رضا و زارع، ملیحه. (۱۳۹۵). تحلیل توان‌ها و محدودیت‌های محیطی با تحلیلی بر لرزه‌خیزی و نحوه استقرار مراکز جمعیتی استان زنجان. *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۱(۳۵)، ۱۴۱-۱۳۱. sanad.iau.ir/fa/Journal/jshsp/Article/1032773

آزاده، سیدرضا و تقوایی، مسعود. (۱۳۹۶)، تحلیل فضایی آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری و روستایی در برابر مخاطره زلزله (مطالعه موردی: استان گیلان). *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۴(۳)، ۸۴-۷۱. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2750-fa.html

آمار، تیمور، خداداد، مهدی و معمری، ابراهیم. (۱۳۹۷). ارزیابی توزیع فضایی مولفه‌های توسعه پایدار در بین شهرستان‌های استان ایلام با استفاده از تکنیک VIKOR-SAW، *برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۸(۲۹)، ۷۸-۶۵. dor:20.1001.1.22516735.1397.8.29.6.4

بهزادفر،مصطفی؛ امیدوار، بابک؛ قالیباف، محمدباقر و قاسمی، رضا. (۱۳۹۷). تدوین شاخص‌های تاب‌آوری شهری در مقابل زلزله، *امداد و نجات*، ۹(۳) ۸۶-۸۰. https://www.magiran.com/p1905475.

حسین نیا، الهام؛ آمار، تیمور و پوررمضان، عیسی. (۱۳۹۹). تحلیل مولفه‌های اجتماعی اثرگذار بر تاب‌آوری سکونتگاه‌های روستایی در مواجهه با سیلاب (روستاهای شرق استان گیلان). *پژوهش‌های روستایی*، ۱۱(۴)، ۶۶۱-۶۴۶. doi.org/10.22059/jrur.2020.305926.1529

خمر، غلامعلی و رخشانی، امین اله(۱۳۹۴) نقش راهکارهایی مدیریت بحران در جهت کاهش خسارات ناشی از زلزله (مطالعه موردی: شهر خرم آباد). *جغرافیا و توسعه*، (۴۱)، ۱۶۰-۱۴۷. https://doi.org/10.22111/gdij.2015.2233 .

داداش پور، هاشم و عادلی، زینب. (۱۳۹۴). سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه شهری قزوین. *مدیریت بحران*، ۴(۸)، ۸۴-۷۳. dor: 20.1001.1.23453915.1394.4.2.6.6

رشیدی، آرمین و زالی، نادر. (۱۳۹۹). بررسی نقش ملاحظات تاب‌آوری در توسعه متعادل فضایی استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان.

رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی و حسینی، مصطفی. (۱۳۹۴) سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران) *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۴۷(۴)، ۶۲۳-۶۰۹. doi:10.22059/JHGR.2015.51228

روحی، علی؛ هلشمی، سید ناصر و عسکری، قاسم. (۱۳۹۷). ارزیابی خطر زلزله و گسلش فعال در مراکز مهم جمعیتی استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه دامغان.

شاهیوندی، احمد؛ ثمره محسن بیگی، حسین و دلاکه، حسن. (۱۳۹۶). سنجش میزان تاب‌آوری اجتماعی در مناطق شهری اصفهان. *جامعه شناسی نهادهای اجتماعی*، ۴(۹)، ۲۵۲-۲۲۷. doi:10.22080/SSI.2017.1565

غلامی امام مقدم، فرشید؛ پورابراهیم‌آبادی، شراره و دانه‌کار، افشین. (۱۳۹۴). ارزیابی ریسک واولویت‌بندی مخاطرات محیط‌زیستی استان گیلان با استفاده از روش‌های تلفیقی تصمیم‌گیری چند معیاره (TOPSIS, VIKTOR,ENTROPY). پایان نامه کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

فخرقاضی، منا؛ پوررمضان، عیسی و مولائی‌هشجین، نصراله. (۱۴۰۱). تحلیل فضایی تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی دربرابر مخاطره زلزله(روستاهای: شهرستان آوج). *مهندسی جغرافیایی سرزمین*،۶(۱۲)، ۳۲۵-۳۰۹. dor: 20.1001.1.25381490.1401.6.11.1.8

مهرزاد، خلیل؛ پوررمضان، عیسی و مولائی هشجین، نصراله. (۱۴۰۳). الگوی فضایی میزان تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی شهرستان املش در برابر زمین‌لغزش. *پژوهش‌های روستائی*، ۱۵(۱)، ۳۲-۵۳. doi: 10.22059/jrur.2023.364059.1866

نامجویان، فرخ؛ رضویان، محمدقی و سرور، رحیم. (۱۳۹۸). ارتقای سطح تاب‌آوری کلان شهر تهران در برابر سوانح طبیعی با تأکید بر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهرتهران). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۱(۴) ۱۰۳۱-۱۰۱۱.
doi:10.22059/JHGR.2018.246355.1007590

نظم‌فر، حسین و پاشازاده، اصغر. (۱۳۹۷). ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: شهر اردبیل). *آمایش جغرافیایی فضا*، ۸(۲۷)، ۱۱۶-۱۰۱. https://gps.gu.ac.ir/article_65972.html

Cariolet, J., Vuillet, M., & Diab, Y. (2019). Mapping urban resilience to disasters–A review. *Sustainable Cities and Society*, 51,1-15. https://hal.science/hal-02335048v1.

Leon, J., & March, A. (2014). Urban Morphology as a Tool for Supporting Tsunami Rapid Resilinence: A case study of Talacaguano, Chile. *Habitat International*, (43), 250-262. doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.04.006.

Liu, J , Lu, D., Wang, Y., & Shi, Z. (2018). Ameasurment framework of community recovery to earthquake: a Wenchuan Earthquake case study. *Journal Hous and the Built Environ*,1-13. https://link.springer.com/article/10.1007/s10901-018-9602-9.

Maleki, S., & Razavii, M .(2014). Seismic resilience: concept, metrics and integration with other hazards. *JRC Science and Policy Reports*,1-11. doi.org/10.2788/713724.

Simone, C. , Iandolo , F., Fulco , I.,& Loia , F. (2021). Rome was not built in a day. Resilience and the eternal city: Insights for urban managemen. *Cities* 110,1-17. doi.org/10.1016/j.cities.2020.103070.

How to cite this article:
Yousefi view, F., & Molavi, M. (2024). Analysis of the physical resilience of the eastern region of Guilan against earthquake . *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *19*(3), 31-45.

ارجاع به این مقاله:
یوسفی ویو، فاطمه و مولوی، مهرناز. (۱۴۰۳). تحلیل وضعیت تاب‌آوری کالبدی منطقه شرق گیلان در برابر زلزله. *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۹(۳)، ۴۵-۳۱.

فصلنامه علمی

مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه های انسانی